



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

IMPLICAÇÕES DA MUDA, REPRODUÇÃO E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA
NA CONDIÇÃO CORPORAL DE AVES NA CAATINGA

LILIA D'ARK NUNES DOS SANTOS

RECIFE/PE

Julho/2021

Lilia D'ark Nunes dos Santos

**IMPLICAÇÕES DA MUDA, REPRODUÇÃO E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA
NA CONDIÇÃO CORPORAL DE AVES NA CAATINGA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Severino Mendes de Azevedo Júnior

Coorientadora: Profa. Dra. Rachel Maria de Lyra Neves

Coorientadora: Dra. Fernanda Maria Pereira de Oliveira

RECIFE/PE

Julho/2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S237i

Santos, Lilia D'ark Nunes dos
Implicações da muda, reprodução e precipitação pluviométrica na condição corporal de aves na Caatinga / Lilia D'ark
Nunes dos Santos. - 2021.
70 f. : il.

Orientador: Severino Mendes de Azevedo Junior.

Coorientadora: Rachel Maria de Lyra Neves Fernanda Maria Pereira de Oliveira.

Inclui referências e anexo(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Recife,
2021.

1. Floresta seca. 2. Passeriformes. 3. Penas de voo. 4. Placa de incubação. 5. Recurso alimentar. I. Junior, Severino
Mendes de Azevedo, orient. II. Oliveira, Rachel Maria de Lyra Neves Fernanda Maria Pereira de, coorient. III. Título

CDD 574.5

Lilia D'ark Nunes dos Santos

**IMPLICAÇÕES DA MUDA, REPRODUÇÃO E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA
NA CONDIÇÃO CORPORAL DE AVES NA CAATINGA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Banca examinadora

Prof. Dr. Severino Mendes de Azevedo Júnior
Presidente da banca e Orientador

Dr. Wallace Rodrigues Telino Júnior – UFRPE (Membro interno)

Dra. Roberta Costa Rodrigues (Membro – externo)

Dra. Paula Braga Gomes - UFRPE (Suplente interno)
Dr. Glauco Alves Pereira (Suplente externo)

Data da aprovação: 27/07/2021.

AGRADECIMENTOS

À minha família em especial a minha mãe pelo incentivo e suporte para que eu tivesse uma boa educação.

Ao meu orientador, o professor Severino Mendes de Azevedo Júnior, agradeço por ter aceitado me orientar, pela confiança depositada em mim, pelas oportunidades e por todo o aprendizado que me proporcionou ao longo desses dois anos.

À minha coorientadora, a professora Rachel Maria de Lyra Neves, por ter aceitado me coorientar, toda paciência que teve comigo nesse período, pelos ensinamentos passados, pela confiança e por acreditar que eu conseguiria.

Agradeço muito a ambos pelos dados cedidos para realização da pesquisa, graças a vocês eu pude conhecer e me apaixonar ainda mais pela ornitologia.

À minha coorientadora Fernanda Maria Pereira de Oliveira por todo suporte que tem me dado, por toda paciência e pela persistência mesmo diante da mudança de projeto para uma nova área.

À banca examinadora da qualificação, professor Wallace Rodrigues Telino Júnior e Roberta Costa Rodrigues pelas sugestões para melhoria da dissertação, e que são amigos que quero levar para vida inteira, obrigada pelo aprendizado dentro e fora do mestrado.

À minha grande amiga Iolanda Maria da Silva Pereira, te agradeço por tanto! Obrigada por está presente na minha vida, por ter me motivado tantas vezes quando eu já não acreditava mais em mim. Sou muito grata pela sua amizade!

À Diogo Xavier Lima, pela sua amizade e por todo o suporte nesses anos de amizade.

À Karine Santos por ser uma amiga tão paciente, pelos conselhos dados e por todo incentivo.

À Dona Marta, uma das maiores incentivadoras para que eu fizesse esse mestrado, obrigada por tudo que fez por mim nesse período e por toda torcida.

À Dona Vanda, por todo carinho, pelas conversas cheias de risadas e por todo incentivo.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia (PPGE). Agradeço também a todos os professores do programa, principalmente ao professor Mauro de Melo Júnior e ao professor Martin Alejandro Montes que foram coordenadores do programa durante meu mestrado, por toda paciência e ajuda.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado, e ao Programa de Apoio à Pós-Graduação (PROAP) pelo financiamento proporcionado.

RESUMO

A disponibilidade de chuvas em ambientes semiáridos possui um papel importante sobre os períodos de muda e reprodução das aves da região. As chuvas proveem nas regiões semiáridas uma elevada disponibilidade de recursos alimentares para todos os grupos tróficos. Esses recursos são de grande importância para que as aves consigam manter suas reservas energéticas e mantenham uma boa condição corporal para realizar os estágios de vida com eficiência. O objetivo desse estudo foi avaliar como a condição corporal das aves da Caatinga é influenciada pelos períodos de muda e reprodução relacionados à precipitação e como estas variáveis afetam diferentes categorias tróficas. Os dados de riqueza e abundância das aves foram coletados no entorno do Reservatório de Itaparica, nos municípios de Petrolândia no estado de Pernambuco, e Glória e Rodelas, na Bahia. Nossos resultados indicam que a precipitação tem relação uma relação positiva sobre o aumento da condição corporal em ambientes secos. Um total de 46.9% dos indivíduos capturados apresentou valores de Índice de Massa Relativo negativo. Quanto aos resultados dos modelos de comunidade, a muda de contorno influenciou negativamente o IMR das aves, enquanto o efeito isolado da precipitação foi positivo para as aves. A placa de estágio quatro pareceu ser favorável ao aumento do IMR das aves nos modelos de comunidade. Quando se considerou as espécies de acordo com sua categoria trófica, as espécies granívoras e insetívoras apresentaram resultados similares, com resultados positivos sobre seu IMR quando houve o efeito interativo entre a precipitação e as mudas da rêmiges e retrizes. As espécies onívoras foram afetadas positivamente pelo efeito da precipitação se mostrando um fator importante também quando considerada a placa de incubação. Está pesquisa atesta a importância da precipitação para uma boa condição corporal e indica um efeito indireto ligado a fatores correlacionados a chuva em ambientes seco, como a disponibilidade de alimento para diferentes categorias tróficas.

Palavras-chave: Floresta seca, Passeriformes, Penas de voo, Placa de incubação, Recurso alimentar.

ABSTRACT

The availability of rainfall in semiarid environments have an important role in the periods of molting and breeding of birds in the region. The rains provide in semiarid regions a high availability of food resources for all trophic groups. These resources are of great importance for the birds to be able to maintain their energy reserves and maintain a good body condition to carry out their life stages efficiently. The objective of this study was to evaluate how the body condition of Caatinga birds is influenced by the molting and breeding periods precipitation related and how these variables affect different trophic categories. The bird richness and abundance data were collected around the Itaparica Reservoir, in the municipalities of Petrolândia in the state of Pernambuco, and Glória and Rodelas in Bahia. Our results indicate that precipitation has a positive relationship on the increase in body condition in dry environments. A total of 46.9% of the captured individuals presented negative Relative Mass Index values. As for the results of the community models, the countour feathers influenced negatively the of birds RMI, while the isolated effect of precipitation was positive for the birds. The incubation patch four appeared to be favorable to increasing the RMI of birds in community models. When was considering species according to their trophic category, the granivorous and insectivorous species showed similar results, with positive results on their RMI when there was an interactive effect between precipitation and molts of remiges and rectrices. Omnivorous species were positively affected by the effect of precipitation, showing an important factor also when considering the incubation patch. This research attests to the importance of precipitation for good body condition and indicates an indirect effect linked to factors correlated to rain in dry environments, such as food availability for different trophic categories.

Keywords: Dry Forest, Passerine, Flight feathers, Incubation patch, Food resource.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
REVISÃO DA LITERATURA	13
OBJETIVOS	21
Objetivo geral	21
Objetivos específicos	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
CAPÍTULO I	30
A PRECIPITAÇÃO MEDIANDO OS EFEITOS DA MUDA E REPRODUÇÃO NA CONDIÇÃO CORPORAL DE AVES NA CAATINGA	30
INTRODUÇÃO	33
MATERIAL E MÉTODOS	35
<i>Área de estudo</i>	35
<i>Dados climáticos</i>	36
<i>Delineamento experimental</i>	38
<i>Parâmetros ecológicos das aves</i>	38
<i>Método de Avaliação de Placa de Incubação das Aves</i>	39
<i>Categoria trófica</i>	39
<i>Método de Avaliação da Muda e Índice de Massa Relativa (IMR) das aves</i>	40
<i>Análise de dados</i>	40
RESULTADOS	41
DISCUSSÃO	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXO A – NORMAS DE SUBMISSÃO	63

LISTA DE TABELAS

- Tabela I.** Lista de espécies de aves capturadas, número de indivíduos capturados, quantidade de indivíduos mudando rêmiges, contorno e retrizes, estágios de placa de incubação registrados em cada indivíduo e os valores médios e o desvio padrão do IMR, das aves do entorno do Reservatório de Itaparica coletados entre 2007 e 2009, nos estados de Pernambuco e Bahia. Nº ind.: números de indivíduos, Rêm.: Rêmiges, Cont.: Contorno, Ret.: Retrizes, IMR: Índice de massa relativa, Ins: insetívoro, Car: carnívoro, Fru: frugívoro, Oní: onívoro, Gra: granívoro. 44
- Tabela II.** Valores correspondentes aos Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) usados para verificar quais das variáveis explicativas, muda das penas, da placa de incubação e precipitação, estão influenciando a variável resposta, ou seja, o IMR da comunidade de aves. 49
- Tabela III.** Valores correspondentes aos Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) usados para verificar quais das variáveis explicativas, muda das penas, da placa de incubação e precipitação, estão influenciando a variável resposta, ou seja, o IMR das aves de acordo com sua categoria trófica. 52

LISTA DE FIGURAS

- Figura I.** Localização das áreas de coleta, situadas no entorno do Reservatório de Itaparica, nos municípios de Petrolândia – PE e Glória e Rodelas – BA, no período de 2007 a 2009. 35
- Figura II.** Variação da precipitação, umidade e temperatura situadas no entorno do Reservatório de Itaparica, no período de 2007 a 2009. Fonte: (INMET 2021; SEIA 2021). 37
- Figura III.** Distribuição dos indivíduos realizando A) muda das penas da RÊM: rêmige, CON: contorno e RET: retrizes e B) com PI: placa de incubação, ao longo dos meses entre os anos de 2007-2009, em diferentes níveis de precipitação. 43
- Figura IV.** A) Efeito da muda das penas de contorno sobre o IMR; B) Diagrama de dispersão mostrando o efeito da precipitação sobre os valores de IMR, os círculos brancos representam as aves sem muda e a linha tracejada representa a reta em relação a esses círculos; C) Boxplot referente ao efeito dos diferentes estágios da placa de incubação sobre o IMR da comunidade de aves. 48
- Figura V.** Diagrama de dispersão onde os círculos pretos e a linha contínua correspondem às aves em muda, e os círculos brancos e as retas tracejadas às que não estão em muda A) Efeito interativo da muda das penas de rêmiges e precipitação sobre o IMR das aves granívoras; B) Efeito interativo da muda das penas das retrizes e precipitação sobre os valores de IMR granívoras; C) Efeito interativo da muda das penas de rêmiges e precipitação sobre o IMR das aves insetívoras; D) Efeito interativo da muda das penas das retrizes e precipitação sobre os valores de IMR insetívoras. E) Boxplot referente ao efeito da muda das penas das rêmiges sobre o IMR das aves onívoras; F) Efeito da muda das penas de contorno sobre os valores de IMR das aves onívoras, G) Diagrama de dispersão mostrando o efeito da precipitação sobre os valores de IMR das aves onívoras; H) Boxplot referente ao efeito dos diferentes estágios da placa de incubação sobre o IMR das aves insetívoras; I) Boxplot referente ao efeito dos diferentes estágios da placa de incubação sobre o IMR das aves onívoras. 51

INTRODUÇÃO

As penas são estruturas exclusivas das aves (HOWELL, 2003). São fundamentais para elas, por prover proteção, ornamentação, voo (na maioria das aves) e termorregulação (HOWELL, 2003; KIAT et al., 2019). Para que essas funções não sejam afetadas, as aves realizam a muda, processo de renovação das penas que é realizado ao menos uma vez por ciclo (HOWELL, 2003; JOHNSON; WOLFE, 2018; KIAT et al., 2019). Podendo ser uma substituição parcial ou total das penas, com a primeira muda ocorrendo em ninhegos que saíram do ninho (SICK, 1997; JOHNSON; WOLFE, 2018).

O período reprodutivo das aves tem início a partir da procura de parceiros e é concluído quando os ninhegos se tornam independentes e saem do ninho (WELTY, 1962). No início da reprodução pode ser notada a presença da placa de incubação, que é formada nesse período para que seja possível transferir calor para os ovos serem incubados (MARINI; CAVALCANTI, 1992; SICK, 1997; LUGARINI et al., 2020). Nesse período, a predação de ninhos é um dos principais motivos para que esse evento não seja concluído com sucesso (MARTIN, 1995), sendo essencial a escolha de um local adequado para nidificação assim como cuidado parental para que a reprodução ocorra exitosamente (HOLWAY, 1991; HATCHWELL et al., 1999; RODRIGUES, 2009).

A muda e a reprodução são eventos que fazem parte do ciclo de vida das aves, no entanto, para que esses eventos ocorram com êxito é crucial que a ave tenha grandes reservas de energia (RICKLEFS, 1974; DRENT; DAAN, 1980; HOLWAY, 1991; HATCHWELL et al., 1999). Desse modo, a abundância de recursos alimentares é responsável por regular a sazonalidade desses eventos (POULIN et al., 1993; PIRATELLI, 2012). Em ambientes semiáridos, como a Caatinga, o incremento de recursos alimentares está relacionado à precipitação, constituindo um fator climático de grande importância para a muda e reprodução (POULIN et al., 1992; MEZQUIDA; MARONE, 2003; HOUSTON, 2013; ARAUJO et al., 2017).

A disponibilidade de recursos também pode influenciar a condição corporal das aves (TELES et al., 2017). A condição corporal está relacionada a dois fatores: tamanho

corporal do animal e reservas energéticas (ANKNEY et al., 1991; HILL et al., 2003), que serve para indicar a quantidade dessas reservas energéticas presentes em um animal (SCHULTE-HOSTEDDE et al., 2005; LABOCHA; HAYES, 2012). Existem diferentes maneiras de medir a condição corporal de um indivíduo, podendo ser por meio de mensurações fisiológicas/bioquímicas e morfométricas (TOTZKE et al., 1999; ANTEAU; AFTON, 2008; LABOCHA; HAYES, 2012).

Uma das ferramentas importantes para o estudo da condição corporal é o Índice de Massa Relativa (IMR), nesse método é feito uma regressão linear utilizando os valores da massa corporal e medidas de comprimento de uma estrutura rígida, tendo como resultado os resíduos da regressão (SCHULTE-HOSTEDDE et al., 2005; PEIG; GREEN, 2010). Sendo positivos, indicam a boa condição corporal do indivíduo, valores negativos sinalizam a má condição (SCHULTE-HOSTEDDE et al., 2005; TELES et al., 2017). Este método constitui uma importante ferramenta para compreensão da aptidão de indivíduos (PEIG; GREEN, 2010), entretanto, a maioria dos estudos realizados, aconteceram em florestas úmidas, semidecíduas e ambientes pantanosos (PIRATELLI et al., 2000; MALLET-RODRIGUES, 2005; REPENNING; FONTANA, 2011; HAYES, 2014; TELES et al., 2017).

A Caatinga é a maior Floresta Seca da América do Sul (SILVA; LEAL; TABARELLI, 2018). Composta por vegetação fragmentada e esparsada, com vegetação arbustiva, ramificada e espinhosa (COIMBRA-FILHO; CÂMARA, 1996), tendo como característica um regime de chuvas variável e baixa precipitação com valores entre 240 e 1.500 mm (LEAL et al., 2005; SILVA; LEAL; TABARELLI, 2018). Além disso, há uma expectativa de redução de 22 a 40% na precipitação até 2100 e aumento da temperatura de 1,8 a 6,7°C nas regiões de florestas secas (SALA et al., 2000; BURKETT et al., 2014; IPCC, 2014; MAGRIN et al., 2014).

Dessa forma, o objetivo desse estudo é avaliar como a muda, reprodução e a precipitação influenciam a condição corporal das aves na Caatinga. Nós hipotetizamos que: 1) aves em períodos de muda e reprodução apresentarão redução da condição corporal, 2) a condição corporal é afetada negativamente pela redução da precipitação, 3) a interação entre a redução da precipitação e os períodos de muda e reprodução têm um efeito negativo sobre a condição corporal e 4) aves com dieta especializada terão sua

condição corporal afetada positivamente nos períodos de muda e reprodução com o aumento da precipitação, ao contrário, as mais generalistas serão afetadas positiva e independente dos valores de precipitação.

REVISÃO DA LITERATURA

Muda

A muda é um dos eventos do ciclo de vida das aves (JOHNSON; WOLFE, 2018). É um processo sistemático e fisiológico, definida como o crescimento e substituição (total ou parcial) regular e ordenado de penas em aves, sendo realizada no mínimo uma vez em cada ciclo (GILL, 1990; HOWELL, 2003; JOHNSON; WOLFE, 2018; KIAT et al., 2019). A substituição por penas novas é indispensável, visto que, essa estrutura é fundamental na proteção, termorregulação, ornamentação e voo, da maioria das espécies de aves (HOWELL, 2003; KIAT et al., 2019). Com o desgaste nas penas, essas funcionalidades podem ser comprometidas caso não ocorra a substituição (KIAT et al., 2019).

Nos ninhegos, a muda ocorre semanas após sua saída do ninho (SICK, 1997). A muda nas aves é sinalizada pela presença de canhões (bainha composta de queratina e cera, que provê proteção às penas que estão surgindo) dispostos simetricamente do lado direito e esquerdo nas asas da ave (HOWELL, 2010; LAS-CASAS et al., 2020). O início da muda das penas está associado à troca das primárias, e sua duração é variável, podendo ser de um ou até mesmo três anos ou mais, a depender do tamanho da ave, quanto maior o tamanho corporal, maior é a duração do tempo de muda (ROHWER et al., 2009; HOWELL, 2010).

Algumas aves possuem determinados períodos no qual realizam a muda anual completa, e existem algumas poucas exceções que podem realizá-la duas vezes ao ano (PRYS-JONES, 1991; REPENNING; FONTANA, 2011). É importante ressaltar que existem variações em populações, espécies e até mesmo indivíduos, no que diz respeito aos vários aspectos que englobam a muda, estas diferenças e o surgimento de diversas estratégias de muda, podem ser o resultado dos aspectos da fenologia do indivíduo, da sequência e da duração da muda (PRYS-JONES, 1991; SILVEIRA; MARINI, 2012;

JOHNSON; WOLFE, 2018). O tempo e sequência dos períodos de muda e reprodução das aves ocorrem em determinado período do ano que é considerado ideal, isso porque seus estágios vitais estão combinados com a sazonalidade da área de vida dessas espécies, de forma que esses períodos ocorram em épocas distintas (COCKREM, 1995; MALLET-RODRIGUES, 2005; WINGFIELD, 2008).

Os diferentes tipos de penas presentes no corpo das aves, a exemplo das penas de contorno e penas de voo, constituem a sua plumagem (HOWELL, 2010; LAS-CASAS et al., 2020). As penas do corpo compreendem as coberteiras, penugem e penas de contorno (localizadas na cabeça, dorso e ventre) (LAS-CASAS et al., 2020). As penas de voo são separadas em rêmiges que se encontram nas asas, divididas em primárias (normalmente são 10) e secundárias, ambas podendo variar o número a depender da família (STRESEMANN, 1963; JOHNSON; WOLFE, 2018; LAS-CASAS et al., 2020). E as retrizes, penas de voo presentes na cauda, normalmente em número de 12 (6 pares), podendo sofrer variações (GINN; MELVILLE, 1983; RUSSELL; RUSSELL, 2001; JOHNSON; WOLFE, 2018; LAS-CASAS et al., 2020). As penas de voo são numeradas de acordo com a ordem na qual as aves mudam as penas (SICK, 1997).

Howell et al. (2003) descreve um total de quatro estratégias de muda das aves, sendo elas: 1) Estratégia Básica Simples (EBS) com apenas um tipo de muda por ciclo, a muda pré-básica (origina a plumagem mais básica, caracterizada por ser a substituição parcial ou completa das penas do corpo e de voo), 2) Estratégia Básica Complexa (EBC) a muda pré-formativa (transforma a plumagem juvenil em uma plumagem que fica entre o jovem e adultos) está presente apenas no primeiro ciclo, e os demais ciclos posteriores realizam a muda pré-básica, 3) Estratégia Alternativa Simples (EAS) nessa estratégia a ave realiza duas mudas por ciclo, a muda pré-básica e a muda pré-alterna, ou pré-nupcial, (origina plumagens coloridas e brilhantes) e 4) Estratégia Alternativa Complexa (EAC) no primeiro ciclo de vida das aves que realizam essa estratégia, é realizadas três diferentes tipos de muda, a muda pré-básica, pré-formativa e a pré-alterna, nos ciclo seguintes, são realizadas as mudas anuais pré-básica e pré-alterna.

Reprodução

A reprodução é mais um dos eventos que fazem parte do ciclo de vida das aves, período em que ocorre o desenvolvimento das gônadas, síntese de hormônios sexuais, produção e incubação de ovos e o cuidado parental, esses processos demandam um alto gasto energético, mas que são cruciais na manutenção do ciclo vital (KING, 1973; DRENT; DAAN, 1980; O'BRIEN; HAU, 2005). Este período se inicia com a procura de parceiros e é finalizado quando os ninhegos se tornam independentes do cuidado parental e deixam seu ninho (WELTY, 1962).

Fatores como a escolha de um bom local de nidificação e a competência dos pais ao proteger seus filhotes, influenciam no sucesso da reprodução (HOLWAY, 1991; HATCHWELL et al., 1999; RODRIGUES, 2009). Dado que o principal fator responsável pelo fracasso do período reprodutivo para grande parte das aves é a predação de ninhos (MARTIN, 1995).

O período reprodutivo das aves é sinalizado pela presença da placa de incubação (MARINI; CAVALCANTI, 1992; LUGARINI et al., 2020) que se forma na região abdominal da ave com a perda das penas na região ventral e dilatação da vascularização, deixando-a mais evidente, aumentando a temperatura e facilitando, dessa forma, a transferência de calor necessária para que os ovos sejam incubados (SICK, 1997). Em Passeriformes, a formação da placa de choco ocorre antes da postura dos ovos (JONES, 1971). Esta placa pode ser encontrada, a depender da família, em ambos os sexos, apenas nas fêmeas ou apenas em machos, com exceção das famílias que não a desenvolve (LUGARINI et al., 2020).

A reprodução é o evento de maior custo energético para as aves, esse custo é ainda maior quando é somado ao cuidado parental (BRYANT, 1988; NILSSON; RABERG, 2001). Dois fatores são essenciais para o início do período reprodutivo das aves, o regime de chuvas e a disponibilidade de recursos alimentares, o que proporcionam um incremento energético para realizar a reprodução (SICK, 1997; ILLERA; DÍAZ, 2006; COX et al., 2013).

Disponibilidade de recursos alimentares e precipitação

Para que estes eventos, muda e reprodução, sejam bem-sucedidos são necessárias grandes reservas de energia e de nutrientes (RICKLEFS, 1974; DRENT; DAAN, 1980; HOLWAY, 1991; HATCHWELL et al., 1999). Com isso, o ritmo da muda e reprodução das aves depende da abundância de recursos alimentares disponíveis no ambiente e a sazonalidade desses eventos pode ser regulada pela menor oferta de recursos e pelo estresse hídrico (POULIN et al., 1993; PIRATELLI, 2012). Dessa forma, esses eventos comumente ocorrem quando se tem no ambiente uma grande diversidade e abundância de recursos alimentares disponíveis (POULIN et al., 1992).

Em ecossistemas semiáridos, a disponibilidade de recursos está fortemente relacionada aos níveis de precipitação (MEZQUIDA; MARONE, 2003; HOUSTON, 2013), sendo responsáveis, em alguns casos, por influenciar o início do período reprodutivo (SCHEUERLEIN; GWINNER, 2002). Representando um dos fatores climáticos de maior importância para os períodos de muda e reprodução das aves em ambientes sazonais, como a Caatinga (POULIN et al., 1992; ARAUJO et al., 2017).

A precipitação assume uma característica climática importante que influencia a fenologia das aves, isto porque, está diretamente associada ao incremento na abundância de insetos, sementes e frutos, que constituem fonte de alimento essencial para muitas espécies de aves, uma vez que necessitam de energia para realizar seus eventos de reprodução e muda (POULIN et al., 1992; COX et al., 2013). Além disso, a precipitação pode influenciar nos padrões de mudas das aves, e proporcionar a cobertura vegetal necessária para o estabelecimento de ninhos em locais seguros contra possíveis predadores (BARTA et al., 2006; ARAUJO et al., 2017).

Essa relação entre a estação reprodutiva das aves e disponibilidade de água pode ser afetada, uma vez que os cenários climáticos futuros, produzidos pelo Painel Internacional de Mudanças Climáticas, indicam que as regiões de florestas secas no mundo inteiro enfrentarão um aumento da temperatura de 1,8 a 6,7°C (IPCC, 2014), e uma redução de 22 a 40% na precipitação até 2100 (SALA et al., 2000; BURKETT et al., 2014; MAGRIN et al., 2014), condições essas que afetarão a região Nordeste do Brasil, onde predomina o Domínio da Caatinga (IPCC, 2014). Além disso, os efeitos das mudanças climáticas tendem a ser mais severos em áreas com clima mais seco e

sazonal, isso porque, a cobertura florestal pode diminuir rapidamente com a diminuição da precipitação (ELTAHIR; BRAS, 1994; BROVKIN et al., 1998; NOBRE; BORMA, 2009).

Condição corporal: definição e implicações

A condição corporal de vários grupos animais vêm sendo documentada por diversas áreas do conhecimento, como a área de estudos comportamentais, manejo de vida silvestre, ecologia evolutiva e biologia da conservação, sendo de grande importância para o esclarecimento dos aspectos a respeito da resistência que os indivíduos apresentam aos fatores ambientais, visto que a condição corporal de um animal indica a sua quantidade de reservas de energia, que são usadas em momentos de adversidades, e também para lidar com aspectos biológicos do animal (SCHULTE-HOSTEDDE et al., 2005; LABOCHA; HAYES, 2012).

A condição corporal de um animal consiste em uma forma de avaliá-lo quanto à sua aptidão (GOSLER, 2005; PEIG; GREEN, 2010). É frequentemente observada como a relação entre dois fatores, a quantidade das reservas energéticas do indivíduo e o seu tamanho corporal (ANKNEY et al., 1991; HILL et al., 2003). A condição corporal também considera fatores como a resistência do indivíduo às doenças e/ou parasitas, capacidade de atrair parceiros e sua capacidade de sobreviver em condições adversas (COSTA; MACEDO, 2005; GOSLER, 2005; SCHULTE-HOSTEDDE et al., 2005).

Diversos estudos produziram formas variadas de avaliar a condição corporal do indivíduo, sejam elas através de medidas fisiológicas/bioquímicas, as quais podem ser utilizadas na descrição de aspectos da qualidade do organismo e de sua biologia (TOTZKE et al., 1999; ANTEAU; AFTON, 2008) e de medidas morfométricas, em que é possível caracterizar reservas energéticas, massa de gordura corporal e reservas de nutrientes do animal (LABOCHA; HAYES, 2012).

O Índice de Massa Relativa (IMR) é uma importante ferramenta para estudos de condição corporal (PEIG; GREEN, 2010). O índice é um método não letal e seu cálculo é feito a partir de uma regressão linear entre a massa corporal do indivíduo e o comprimento de uma estrutura rígida (SCHULTE-HOSTEDDE et al., 2005; PEIG; GREEN, 2010). Os resíduos dessa regressão correspondem ao valor de IMR do indivíduo (SCHULTE-HOSTEDDE et al., 2005). O valor de IMR quando positivo

representa uma boa condição corporal do indivíduo, e quando é negativo, indica uma condição corporal ruim (SCHULTE-HOSTEDDE et al., 2005; TELES et al., 2017).

A boa condição corporal de uma animal, indica que ele possui mais reservas de energia do que aquele com uma má condição corporal (SCHULTE-HOSTEDDE et al., 2005). Um indivíduo com maiores reservas de energia tem maiores chances de sobrevivência e resiste melhor ao jejum, comparado àqueles com reservas energéticas menores (MILLAR; HICKLING, 1990; SCHULTE-HOSTEDDE et al., 2005).

Bustnes *et al.* (2002), relatou associações entre a condição corporal das aves e sua sobrevivência indicando que a má condição corporal das fêmeas influencia o abandono de ninhadas. Bachman e Widemo (1999), descreveram que o comportamento de acasalamento do *Philomachus pugnax* poderia afetar sua condição corporal, foi sugerido pelos autores que machos residentes que usavam boa parte do seu tempo realizando táticas de acasalamento e menos tempo forrageando, tinham mais chances de perder massa corporal, do que os machos marginais ou satélites, em época do pico de reprodução.

Alguns estudos têm como foco principal estudar quais os efeitos das perturbações antrópicas sobre a condição corporal, como o estudo de Phillips *et al.* (2018), onde foi visto que a exposição aos níveis elevados de ruído na cidade diminuía a condição corporal de pássaros adultos. Outro estudo aponta que a qualidade do habitat afeta a condição corporal das aves e a presença limitada de presas de alta qualidade provoca mudanças das manobras de forrageamento (POWELL et al., 2015), além disso, a aptidão de aves de ambientes áridos poderá sofrer implicações negativas com o aumento das temperaturas (PLESSIS et al., 2012). No entanto, de acordo com Labocha e Hayes (2012), boa parte dessas pesquisas concentraram seus esforços em aves de habitats aquáticos, sendo a ordem Anseriformes a mais estudada.

Muda, reprodução e condição corporal das aves na Caatinga

Em ambientes sazonais como florestas secas, onde a grande disponibilidade de alimentos ocorre durante a estação chuvosa, e na estação seca se tem a escassez destes recursos, diversas aves realizam a sobreposição da muda e reprodução (PAYNE, 1972; ARAUJO et al., 2017). Através da junção desses dois períodos, onde os indivíduos tendem a completar o período da muda e reprodução em um curto espaço de tempo,

realizando a muda enquanto reproduzem, como uma forma de reduzir os custos de energia diária investida na muda (PAYNE, 1972; JOHNSON et al., 2012; STOUFFER et al., 2013).

Com relação à condição corporal das aves, a maioria dos estudos relacionados concentrou-se basicamente em florestas semidecíduas, úmidas e ambientes pantanosos (PIRATELLI et al., 2000; MALLET-RODRIGUES, 2005; REPENNING; FONTANA, 2011; HAYES, 2014; TELES et al., 2017). Mallet-Rodrigues (2005) observou que indivíduos da mesma espécie de aves do sudeste do Brasil não apresentaram mudanças significativas em sua condição corporal em relação ao período de muda, no qual o autor comparou a constante oferta de alimentos nos trópicos com a constância de massa desses indivíduos durante o ciclo. Repenning e Fontana (2011), viram que as aves com maior massa muscular foram observadas no período entre o fim da muda e início da reprodução.

Aves da Caatinga

A avifauna da Caatinga possui um total de 548 espécies, das quais 67 incluindo subespécies tem sua origem na região (ARAUJO; SILVA, 2018). Este grupo possui importância significativa pois realizam uma gama de serviços ecossistêmicos que auxiliam no equilíbrio ambiental (SEKERCIOGLU; WENNY; WHELAN, 2016), tais como a polinização (LAS-CASAS et al., 2012) e a dispersão de sementes (SANTOS et al., 2019), que se ausentes causariam um menor sucesso reprodutivo em plantas, e consequentemente mudanças na composição da comunidade vegetal (SEKERCIOGLU; WENNY; WHELAN, 2016).

A avifauna da Caatinga encontra-se pressionada pelas atividades antrópicas como o desmatamento, ocasionando a perda e descaracterização do habitat, a caça, o uso na alimentação humana, o comércio ilegal ou até mesmo a criação como pets (PACHECO, 2004; ALVES et al., 2010) o que pode afetar os serviços ecossistêmicos prestados por elas. Apesar de toda perturbação humana, muitas conseguem suportar essas perturbações em seus habitats, entretanto, é estimado que apenas 162 espécies da avifauna conseguirão permanecer em uma Caatinga degradada, diante de um regime climático não previsível (THIOLLAY, 1999; CLEARY et al., 2007; ARAUJO; SILVA, 2018).

No que diz respeito a categorias tróficas das aves da Caatinga, a abundância de recursos alimentares está relacionada com as chuvas na região, na estação chuvosa se tem um incremento de recursos que são benéficos para espécies de dieta onívora, frugívora, insetívora e granívora, na estação seca se tem a presença reduzida desses recursos (POULIN et al., 1992; ARAUJO et al., 2017; PEREIRA; AZEVEDO JÚNIOR, 2013). Os insetos fazem parte da dieta da maioria das aves do semiárido, sendo a categoria trófica presente na dieta da maior parte dos passeriformes (POULIN et al., 1992; ARAUJO et al., 2017), seguido pelas aves com dieta onívora (SANTOS, 2004; LAS-CASAS et al., 2012).

O Domínio da Caatinga

A Caatinga, é um Domínio morfoclimático exclusivamente brasileiro (PRADO, 2003), e é considerada a maior Floresta Seca da América do Sul (SILVA; LEAL; TABARELLI, 2018). Sua fitofisionomia é representada principalmente por espécies vegetais decíduas (MOONEY et al., 1995), uma vegetação esparsa e fragmentada composta por vegetação espinhosa, arbustiva e ramificada, constituindo assim um mosaico vegetal, com predominância de espécies vegetais de bromeliáceas, euforbiáceas e cactáceas (COIMBRA-FILHO; CÂMARA, 1996) das quais são polinizadas e dispersas por diversos grupos animais, incluindo aves (LAS-CASAS et al., 2012; SANTOS et al., 2019). Se encontra em uma região de clima tropical semiárido, que possui como característica a baixa precipitação, com valores médios que variam entre 240 e 1.500 mm (SAMPAIO, 1995; PRADO, 2003).

A Caatinga se entende por uma área de aproximadamente 912.529 km², correspondendo a 10,7% do território brasileiro e compreende os estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba, Ceará, Rio Grande do Norte, Sergipe, Bahia, sul e leste do Piauí e norte de Minas Gerais (LEAL et al., 2005; PENNINGTON; LAVIN; OLIVEIRA-FILHO, 2009; SILVA; LEAL; TABARELLI, 2018). A Caatinga é uma região semiárida que possui como característica o fato de ser bastante imprevisível, com regimes de chuvas que variam extremamente e com uma variação ambiental significativa, além de dispor de uma elevada biodiversidade e inúmeros endemismos. Estes aspectos físicos e climáticos da Caatinga tornam o Domínio ideal para estudos que avaliem condição corporal de aves que vivem em condições abióticas extremas (LEAL et al., 2005; SILVA; LEAL; TABARELLI, 2018).

HIPÓTESES (H)

H1- Aves em períodos de muda e reprodução apresentarão redução da condição corporal;

H2- A condição corporal é afetada negativamente pela redução da precipitação;

H3- A interação entre a redução da precipitação e os períodos de muda e reprodução tem um efeito negativo sobre a condição corporal;

H4- Aves com dieta especializada terão sua condição corporal afetada positivamente nos períodos de muda e reprodução com o aumento da precipitação, ao contrário, as mais generalistas serão afetadas positiva e independente dos valores de precipitação.

OBJETIVOS

Objetivo geral

O objetivo desse estudo foi avaliar como a muda, reprodução e a precipitação influenciam a condição corporal das aves na Caatinga.

Objetivos específicos

- 1) Avaliar como os períodos de muda e reprodução das aves afetam a condição corporal;
- 2) Verificar como a condição corporal das aves é afetada pela precipitação na Caatinga;
- 3) Verificar como a precipitação pode mediar a relação entre os períodos de muda, reprodução e a condição corporal das aves;
- 4) Investigar o efeito da precipitação na muda, reprodução e condição corporal de aves em diferentes categorias tróficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R. R. N. *et al.* Bird-keeping in the Caatinga, NE Brazil. **Human Ecology**, v. 38, n. 1, p. 147-156, 2010.
- ANTEAU, M. J.; AFTON, A. D. Using plasma-lipid metabolites to index changes in lipid reserves of free-living lesser scaup (*Aythya affinis*). **The Auk**, v. 125, n. 2, p. 354-357, 2008.
- ANKNEY, C. D.; AFTON, A. D.; ALISAUSKAS, R. T. The role of nutrient reserves in limiting waterfowl reproduction. **The Condor**, v. 93, n. 4, p. 1029-1032, 1991.
- ARAÚJO, H. F. P. *et al.* Passerine phenology in the largest tropical dry forest of South America: effects of climate and resource availability. **Emu-Austral Ornithology**, v. 117, n. 1, p. 78-91, 2017.
- ARAÚJO, H. F. P.; SILVA, J. M. C. The Avifauna of the Caatinga: Biogeography, Ecology, and Conservation. SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. (Ed). **Caatinga: The largest tropical dry forest region in South America**. Switzerland, Springer International Publishing, p.181-210, 2018.
- BACHMAN, G.; WIDEMO, F. Relationships between body composition, body size and alternative reproductive tactics in a lekking sandpiper, the Ruff (*Philomachus pugnax*). **Functional Ecology**, v. 13, n. 3, p. 411-416, 1999.
- BARTA, Z. *et al.* Annual routines of non-migratory birds: optimal moult strategies. **Oikos**. p. 112-580, 2006.
- BRYANT, D. M. Energy expenditure and body mass changes as measures of reproductive costs in birds. **Funct Ecol**, 2:23–34, 1988.
- BROVKIN, V. *et al.* On the stability of the atmosphere-vegetation system in the Sahara/Sahel region. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 103, n. D24, p. 31613-31624, 1998.
- BURKETT, M. Loss and damage. **Climate Law**, v. 4, n. 1-2, p. 119-130, 2014.
- BUSTNES, J. O. *et al.* Body condition and brood abandonment in common eiders breeding in the high Arctic. **Waterbirds**, v. 25, n. 1, p. 63-66, 2002.

CLEARY, D. F. R. *et al.* Bird species and traits associated with logged and unlogged forest in Borneo. **Ecological Applications**, v. 17, n. 4, p. 1184-1197, 2007.

COCKREM, J. F. Timing of seasonal breeding in birds, with particular reference to New Zealand birds. Reproduction, **Fertility and Development**, v. 7, n. 1, p. 1-19, 1995.

COIMBRA-FILHO, A. F.; CÂMARA, I. G. **Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil**. Fundação Brasileira para Conservação da Natureza, Rio de Janeiro, 1996.

COSTA, F. J. V.; MACEDO, R. H. Coccidian oocyst parasitism in the blue-black grassquit: influence on secondary sex ornaments and body condition. **Animal Behaviour**, v. 70, n. 6, p. 1401-1409, 2005.

COX, D. T. C. *et al.* The seasonality of breeding in savannah birds of West Africa assessed from brood patch and juvenile occurrence. **Journal of Ornithology**, 154.3: 671-683, 2013.

DRENT, R. H.; DAAN, S. The prudent parent: energetic adjustments in avian breeding. **Ardea**, v. 68, p. 225-252, 1980.

ELTAHIR, E. A. B.; BRAS, R. L. Precipitation recycling in the Amazon basin. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 120, n. 518, p. 861-880, 1994.

GILL, F. B. *Ornithology*. New York: W. H. Freeman and Company, 1990, 661p.

GINN, H. B.; MELVILLE, D. S. 1983. **Moult in Birds**. BTO Guide N° 19. Hertfordshire: The British Trust for Ornithology. 1983. 112p.

GOSLER, A. Birds in the hand. SUTHERLAND, W. J.; NEWTON, I.; GREEN, R. E. (Ed). **Bird ecology and conservation – a handbook of techniques**. New York: Oxford University Press, p. 85–118, 2005.

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.

HAYES, F. E. Breeding season and clutch size of birds at Sapucái, Departamento Paraguari, Paraguay. **Boletín del Mus Nac Hist del Paraguay**, v. 18, p. 77-97, 2014.

HILL, M. R. *et al.* Influence of body size and condition on harvest and survival of juvenile Canada geese. **The Journal of wildlife management**, p. 530-541, 2003.

HOLWAY, D. A. Nest-site selection and the importance of nest concealment in the Black-throated Blue Warbler. **The Condor**, v. 93, n. 3, p. 575-581, 1991.

HOUSTON, W. A. Breeding cues in a wetland-dependent Australian passerine of the seasonally wet-dry tropics. **Austral Ecology**, v. 38, n. 6, p. 617-626, 2013.

HOWELL, S. N. G. *et al.* The first basic problem: a review of molt and plumage homologies. **The Condor**, v. 105, n. 4, p. 635-653, 2003.

HOWELL, S. N. G. Molt in North American Birds. **Boston: Houghton Mifflin Harcourt**. 2010.

ILLERA, J. C.; DÍAZ, M. Reproduction in an endemic bird of a semiarid island: A food-mediated process. **Journal of Avian Biology** 37.5: 447–456, 2006.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability-Contribution of Working Group 2 to the IPCC Third Assessment Report. **Cambridge University Press**, Cambridge, UK, 2014.

JOHNSON, E. I.; *et al.* The phenology of molting, breeding and their overlap in central Amazonian birds. **Journal of avian biology**, v. 43, n. 2, p. 141-154, 2012.

JOHNSON, E. I.; WOLFE, J. D. Molt in Neotropical birds: Life history and aging criteria: CRC Press. 2018.

JONES, R. E. The incubation patch of birds. **Biological Reviews**, v. 46, n. 3, p. 315-339, 1971.

KIAT, Y.; VORTMAN, Y.; SAPIR, N. Feather moult and bird appearance are correlated with global warming over the last 200 years. **Nature communications**, v. 10, n. 1, p. 1-7, 2019.

KING, J. R. Energetics of reproduction in birds. **Breeding biology of birds**, v. 78, p. 107, 1973.

LABOCHA, M. K.; HAYES, J. P. Morphometric indices of body condition in birds: a review. **Journal of Ornithology**, v. 153, n. 1, p. 1-22, 2012.

LAS-CASAS, F. M. G. *et al.* The community of hummingbirds (Aves: Trochilidae) and the assemblage of flowers in a Caatinga vegetation. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 1, p. 51-58, 2012.

LAS-CASAS, F. M. G. *et al.* Determinação da idade de aves neotropicais com base no ciclo de mudas. SOUSA, A. E. B. A.; SERAFINI, P. P. (Org.). **Manual de Anilhamento de Aves Silvestres**. 3ª ed. rev. e ampl. Brasília: ICMBio, Cemave, 2020.

LEAL, I. R. *et al.* Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of northeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 701-706, 2005.

LUGARINI, C.; *et al.* Coleta de dados. In: SOUZA, A.E.B.A. de; SERAFINI, P.P. (org.). **Manual de anilhamento de aves silvestres**. 3.ed. Brasília: ICMBIO, CEMAVE, cap.12, p.31-42, 2020.

MAGRIN, G. O.; *et al.* Central and South America. Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. BARROS, V. R.; FIELD, C. B.; DOKKEN, D. J.; MASTRANDREA, M. D.; MACH, K. J.; BILIC, T. E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K. I.; ESTRADA, Y. O.; GENOVA, R. C.; BIRMA, B.; KISSEL, E.S.; LEVY, A. N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P. R.; WHITE, L. L. (Ed). **Part B: regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the intergovernmental panel on climate change**. Cambridge University Press, Cambridge, p. 1499–1566, 2014.

MALLET-RODRIGUES, F. Molt-Breeding cycle in passerines from a foothill forest in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 13, n. 2, p. 155-160, 2005.

MARINI, M. A.; CAVALCANTI, R. B. Mating system of the Helmeted Manakin (*Antilophia galeata*) in central Brazil. **The Auk**, p. 911-913, 1992.

MARTIN, T.E. Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predation, and food. **Ecol. Monogr.**, 65, 101–127, 1995.

MEZQUIDA, E. T.; MARONE, L. Comparison of the reproductive biology of two *Poospiza* warbling-finches of Argentina in wet and dry years. **Ardea**, v. 91, n. 2, p. 251-262, 2003.

MILLAR, J. S.; HICKLING, G. J. Fasting endurance and the evolution of mammalian body size. **Functional Ecology**, p. 5-12, 1990.

MOONEY, H. A. *et al.* Introduction. BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. (Ed.). **Seasonally dry tropical forests. Seasonally dry tropical forests**. Cambridge University, Cambridge, UK, p. 1-8, 1995.

NILSSON, J. Å; RÅBERG, L. The resting metabolic cost of egg laying and nestling feeding in great tits. **Oecologia**, v. 128, n. 2, p. 187-192, 2001.

NOBRE, C. A.; BORMA, L. De S. 'Tipping points' for the Amazon Forest. Current Opinion in **Environmental Sustainability**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2009.

O'BRIEN, S.; HAU, M. Food cues and gonadal development in neotropical spotted antbirds (*Hylophylax naevioides*). **Journal of Ornithology**, v. 146, n. 4, p. 332-337, 2005.

PACHECO, J. F. **As aves da Caatinga: uma análise histórica do conhecimento. Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**, p. 189-250, 2004.

PAYNE, R. B. Mechanisms and control of molt. **Avian biology**, v. 2, p. 103-155, 1972.

PEIG, J.; GREEN, A. J. The paradigm of body condition: a critical reappraisal of current methods based on mass and length. **Functional Ecology**, v. 24, n. 6, p. 1323-1332, 2010.

PENNINGTON, R. T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 40, p. 437-457, 2009.

PEREIRA, G. A.; AZEVEDO-JÚNIOR, S. M. Variação sazonal de aves em uma área de caatinga no Nordeste do Brasil. **Ornitologia Neotropical**, 24(4), 387-399, 2013.

PHILLIPS, J. N. *et al.* Surviving in the city: higher apparent survival for urban birds but worse condition on noisy territories. **Ecosphere**, v. 9, n. 9, p. e02440, 2018.

PIRATELLI, A. J.; SIQUEIRA, M. A. C.; MARCONDES-MACHADO, L. O. Reprodução e muda de penas em aves de sub-bosque na região leste de Mato Grosso do Sul. **Ararajuba**, v. 8, n. 2, p. 99-107, 2000.

PIRATELLI, A. Molt-reproduction overlap in birds of Cerrado and Atlantic Forest, Brazil. **Ornitol Neotrop**, v. 23, p. 139-150, 2012.

PLESSIS, K. L. *et al.* The costs of keeping cool in a warming world: implications of high temperatures for foraging, thermoregulation and body condition of an arid-zone bird. **Global Change Biology**, v. 18, n. 10, p. 3063-3070, 2012.

POULIN, B.; LEFEBVRE, G.; MCNEIL, R. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. **Ecology**, v. 73, n. 6, p. 2295-2309, 1992.

POULIN, B.; LEFEBVRE, G.; MCNEIL, R. Variations in bird abundance in tropical arid and semi-arid habitats. **Ibis**, v. 135, n. 4, p. 432-441, 1993.

POWELL, L. L. *et al.* Habitat and body condition influence American Redstart foraging behavior during the non-breeding season. **Journal of Field Ornithology**, v. 86, n. 3, p. 229-237, 2015.

PRADO, D. As Caatingas da América do Sul. LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil, 2003.

PRYS-JONES, R. P. The occurrence of biannual primary moult in passerines. **Bulletin of the British Ornithologists' Club**, v. 111, p. 150-152, 1991.

REPENNING, M.; FONTANA, C. S. Seasonality of breeding, moult and fat deposition of birds in subtropical lowlands of southern Brazil. **Emu-Austral Ornithology**, v. 111, n. 3, p. 268-280, 2011.

RICKLEFS, R. E. The energetics of reproduction in birds. **Avian energetics**, v. 15, p. 152-297, 1974.

RODRIGUES, S. S. **Biologia e sucesso reprodutivo de *Mimus saturninus* (aves: Mimidae) no Cerrado**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade de Brasília, 2009. 81p.

ROHWER, S. *et al.* Allometry of the duration of flight feather molt in birds. **PLoS biology**, v. 7, n. 6, p. e1000132, 2009.

RUSSELL, S. M.; RUSSELL, O. **The North American banders' manual for banding hummingbirds**. Arizona: North American Banding Council. 2001. 45p.

SALA, O. E. *et al.* Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science**, v. 287, n. 5459, p. 1770-1774, 2000.

SAMPAIO, E. V. S. B. Overview of the Brazilian Caatinga. BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. (Ed). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge University Press, Cambridge, p. 35–63, 1995.

SANTOS, M. P. D. As comunidades de aves em duas fisionomias da vegetação de Caatinga no estado do Piauí, Brasil. **Ararajuba**, v. 12, n. 2, p. 113-123, 2004.

SANTOS, L. D. N *et al.* Frugivoria por aves em quatro espécies de Cactaceae na Caatinga, uma floresta seca no Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 109, 2019.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 1997.

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.

SCHULTE-HOSTEDDE, A. I. *et al.* Restitution of mass–size residuals: validating body condition indices. **Ecology**, v. 86, n. 1, p. 155-163, 2005.

SEKERCIOGLU, Ç. H.; WENNY, D. G.; WHELAN, C. J. (Ed.). **Why birds matter: Avian ecological function and ecosystem services**. University of Chicago Press, 2016.

SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. (Ed.). **Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**. Springer, 2018.

SILVEIRA, M. B.; MARINI, M. A. Timing, duration, and intensity of molt in birds of a Neotropical savanna in Brazil. **The Condor** .114: 435–448. 2012.

STOUFFER, P. C. *et al.* Breeding seasonality in central Amazonian rainforest birds. **The Auk**, v. 130, n. 3, p. 529-540, 2013.

STRESEMANN, Erwin. Variations in the number of primaries. **The Condor**, v. 65, n. 6, p. 449-459, 1963.

TELES, D. R. F.; DANTAS, T.; MELO, C. Body condition of five passerines in a forest fragment and associated factors. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 25, n. 2, p. 102-109, 2017.

THIOLLAY, J. Responses of an avian community to rain forest degradation. **Biodiversity & Conservation**, v. 8, n. 4, p. 513-534, 1999.

TOTZKE, U. *et al.* The influence of fasting on blood and plasma composition of herring gulls (*Larus argentatus*). **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 72, n. 4, p. 426-437, 1999.

WELTY, J. C. **The Life of Birds**. Saunders, Philadelphia, Pennsylvania. 1962.

WINGFIELD, J. C. Organization of vertebrate annual cycles: implications for control mechanisms. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1490, p. 425-441, 2008.

CAPÍTULO I

A PRECIPITAÇÃO MEDIANDO OS EFEITOS DA MUDA E REPRODUÇÃO NA CONDIÇÃO CORPORAL DE AVES NA CAATINGA

(Manuscrito a ser submetido ao Periódico Anais da Academia Brasileira de Ciências)

Normas de submissão em <https://www.scielo.br/journal/aabc/about/>

A precipitação mediando os efeitos da muda e reprodução na condição corporal de aves na Caatinga

Líliã D'ark Nunes dos Santos^{1,4}

<https://orcid.org/0000-0003-3833-7453>

Rachel Maria de Lyra Neves²

<https://orcid.org/0000-0002-6420-9271>

Fernanda Maria Pereira de Oliveira³

<https://orcid.org/0000-0002-7253-9078>

Severino Mendes de Azevedo Júnior¹

<https://orcid.org/0000-0002-1274-7481>

1. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de Biologia, Rua Dom Manuel de Medeiros S/N Dois Irmãos, Laboratório de Ornitologia, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.

2. Unidade Acadêmica de Garanhuns – UAG, Laboratório de Ensino de Zoologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Avenida Bom Pastor, Boa Vista, CEP 55296-901, Garanhuns, PE, Brasil.

3. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Avenida Professor Moraes Rego s/no, Cidade Universitária, CEP 50670-901, Recife, PE – Brasil.

4. Autor correspondente: liliadnunes@gmail.com

Seção dos AABC à qual o artigo pertence: ECOSISTEMAS

RESUMO

A disponibilidade de chuvas em ambientes semiáridos tem uma relação direta com a disponibilidade de recursos alimentares. Esses recursos são de grande importância para que organismos como as aves consigam manter uma boa condição corporal tornando-se aptas a realizar a muda e reprodução, que são aspectos muito importantes no seu ciclo de vida, de maneira eficiente. Nosso objetivo foi avaliar como a muda, reprodução e a precipitação influenciam a condição corporal das aves na Caatinga e como estas variáveis afetam diferentes categorias tróficas. Nossos resultados mostraram que os ciclos de muda e reprodução afetam significativamente a condição corporal de aves na Caatinga e em alguns cenários a precipitação pode mediar essa relação. A resposta das aves também variou entre as categorias tróficas, com a precipitação afetando positivamente a condição corporal na ausência de muda para granívoras. Insetívoras e onívoras tiveram aumento na condição corporal tanto pelo efeito interativo de precipitação quanto pela reprodução quando analisada individualmente. Nossos resultados têm implicações importantes para os estudos da fenologia de aves da Caatinga e atestam a importância da precipitação na condição corporal de aves do semiárido especialmente nos períodos de altas demandas energéticas, como os eventos de muda e reprodução.

Palavras-chave: Floresta seca, Passeriformes, Penas de voo, Placa de incubação, Recurso alimentar.

INTRODUÇÃO

A precipitação é uma das características climáticas de maior influência na disponibilidade de recursos alimentares em ambientes semiáridos (Poulin et al. 1992; Vasconcellos et al. 2010; Araujo et al. 2017; Silva et al. 2020). Com as chuvas, ocorre o aumento nas atividades de forrageamento, na reprodução e abundância de diversos organismos (Whitford 1996; Vasconcellos et al. 2010). Por exemplo, o incremento de diversidade e abundância de recursos no ambiente proporcionados pela precipitação é essencial para que diversas espécies de aves adquiram a energia necessária para realizar os eventos de seu ciclo de vida, como a muda e a reprodução, bem como para manter uma boa condição corporal (Poulin et al. 1992; Cox et al. 2013; Teles et al. 2017).

O aumento da precipitação também pode influenciar indiretamente as aves, incrementando a cobertura vegetal e possibilitando assim que as aves tenham locais seguros para o estabelecimento de seus ninhos, assim como protegendo-os de possíveis predadores (Barta et al. 2006; Araujo et al. 2017), isto porque, a predação de ninhos é um dos principais fatores responsáveis pelo período reprodutivo mal-sucedido (Martin 1995).

Outro elemento, também influenciado pela precipitação, é a condição corporal das aves, a diminuição das chuvas e de recursos alimentares pode ocasionar na redução da condição corporal (Wunderle et al. 2014; Cooper et al. 2015; Teles et al. 2017). Esta condição serve como um indicativo de suas reservas energéticas (Schulte-Hostedde et al. 2005). Um indivíduo com uma boa condição corporal possui mais chances de sobreviver e resistir melhor se expostas ao jejum, quando comparadas aos indivíduos de condição corporal ruim (Millar & Hickling 1990; Schulte-Hostedde et al. 2005).

A maioria dos estudos a respeito da condição corporal em aves diz respeito à ordem Anseriforme (Labocha & Hayes 2012) e os que abrangem passeriformes são concentrados

em florestas semidecíduas, úmidas e ambientes pantanosos (Piratelli et al. 2000; Mallet-Rodrigues 2005; Repenning & Fontana 2011; Hayes, 2014; Teles et al. 2017). Essa, constitui uma ferramenta importante para averiguar como populações de aves respondem às mudanças na paisagem e aos diferentes níveis de conservação de um ambiente (Costa & Macedo 2005; Janin et al. 2011).

Em ecossistemas semiáridos, o incremento de recursos alimentares no ambiente está relacionado fortemente com os diferentes níveis de precipitação (Mezquida & Marone 2003; Houston 2013). Eventos como a muda e a reprodução, podem ter sua ocorrência reguladas pela disponibilidade de recursos e pelo estresse hídrico (Poulin et al. 1993; Piratelli 2002).

A Caatinga está situada em uma região de clima tropical semiárido, e possui como característica um regime de chuvas extremamente variável, com baixos valores de precipitação que variam entre 240 e 1.500 mm (Sampaio 1995; Prado 2003; Leal et al. 2005). A região apresenta uma estação seca com um severo déficit hídrico, de longa duração, cinco a seis meses (Pennington et al. 2009). Além disso, regiões de florestas secas como a Caatinga, enfrentarão uma redução de 22 a 40% na precipitação até 2100 (Sala et al. 2000; Burkett et al. 2014; Magrin et al. 2014).

Com isso, nesse estudo buscamos avaliar como a muda, reprodução e a precipitação influenciam a condição corporal das aves na Caatinga. Para isso, hipotetizamos que a) aves em períodos de muda e reprodução apresentarão redução da condição corporal, b) a condição corporal é afetada negativamente pela redução da precipitação, c) a interação entre a redução da precipitação e os períodos de muda e reprodução têm um efeito negativo sobre a condição corporal e d) aves com dieta especializada terão sua condição corporal afetada positivamente nos períodos de muda e reprodução com o aumento da precipitação,

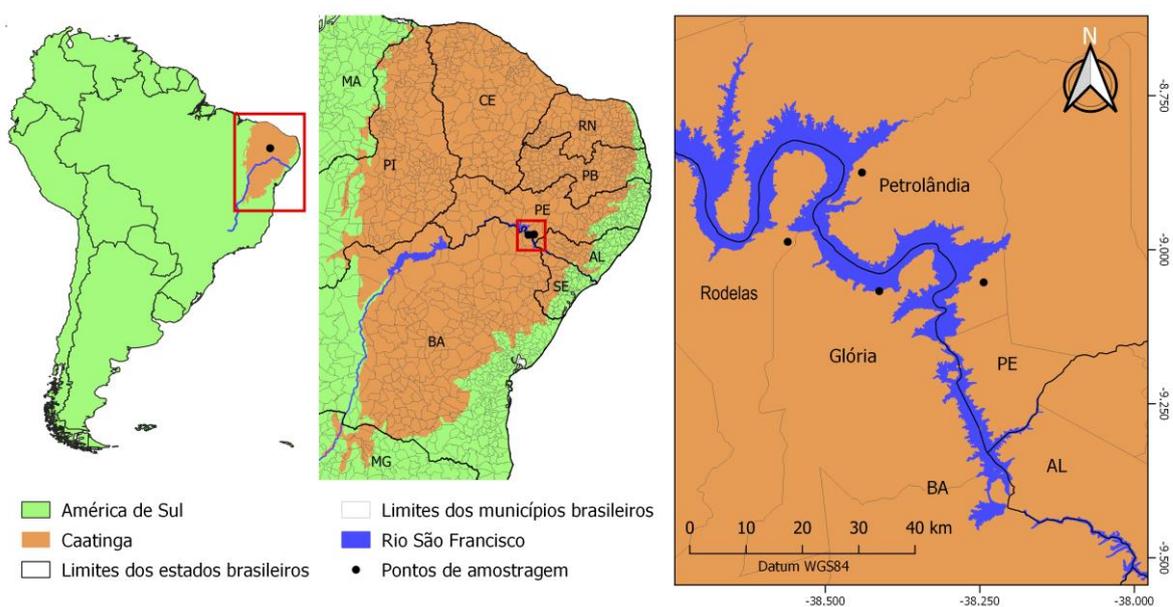
ao contrário, as mais generalistas serão afetadas positiva e independente dos valores de precipitação.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Nesse estudo, foram utilizados dados de captura de aves resultantes do levantamento e monitoramento da fauna e flora no entorno do Reservatório de Itaparica, nos municípios Petrolândia no estado de Pernambuco (38°27'42"W, 8°59'52"S) e Glória e Rodelas na Bahia (38°24'5"W, 9°04'09"S e 38°32'39"W, 8°59'13"S), na região Nordeste do Brasil (Figura I).

Figura I. Localização das áreas de coleta, situadas no entorno do Reservatório de Itaparica, nos municípios de Petrolândia – PE e Glória e Rodelas – BA, no período de 2007 a 2009.



De acordo com a classificação Köppen, o clima da região é o semiárido de estepes BShw', clima semiárido quente e seco (LAMEPE 2011), com temperatura média anual de 24° e 26°C e precipitação que varia entre 410 e 910 mm, tendo duas estações sazonais (Aureliano 2007).

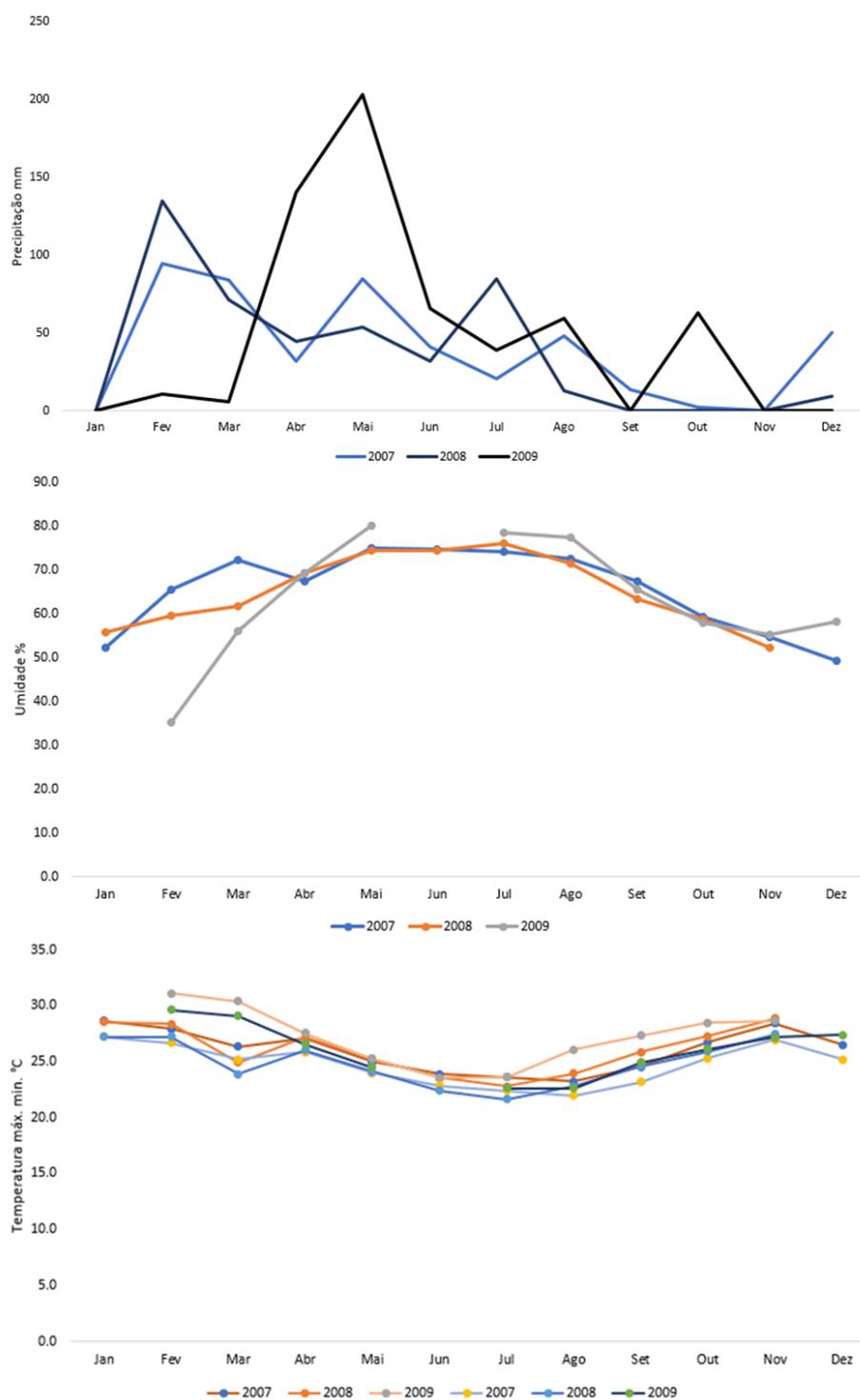
A estação chuvosa concentra-se nos meses de dezembro a abril, enquanto a época seca concentra-se no período de maio a novembro (ANA 2017). No entanto, de acordo com os dados de precipitação da SEIA - Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos, nos anos no qual os dados foram coletados apresentou período chuvoso se concentrou em 2007 nos meses de fevereiro a agosto, tendo um novo pico em dezembro. Em 2008 a concentrações das chuvas se deram nos meses de fevereiro a agosto. No entanto, no ano de 2009, os picos de chuva se deram em abril a agosto, com mais um pico em outubro.

A região do entorno do Reservatório de Itaparica é sobreposta em uma área de Caatinga, Domínio morfoclimático constituído por um mosaico vegetal de Florestas Tropicais Sazonalmente Secas caracterizadas por arbustos, vegetação espinhosa e ramificada (Pennington et al. 2009; Leal et al. 2005). São observadas áreas de pastagens plantadas e áreas com culturas temporárias, semi-temporárias e permanentes, restritas aos projetos de irrigação comuns na região (Aureliano 2007).

Dados climáticos

Os dados de precipitação, umidade, temperatura mínima e máxima dos períodos das coletas, foram adquiridos no banco de dados online disponível pelo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (<https://portal.inmet.gov.br/>) e na SEIA - Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (<http://monitoramento.seia.ba.gov.br/login.xhtml>) (Figura II), para o município de Paulo Afonso – Bahia, nas proximidades das áreas de estudo.

Figura II. Variação da precipitação, umidade e temperatura situadas no entorno do Reservatório de Itaparica, no período de 2007 a 2009. Fonte: (INMET 2021; SEIA 2021).



Delineamento experimental

Na captura de aves foi utilizada a amostragem por rede de neblina. Em cada área foram utilizadas 20 redes dispostas em blocos de cinco cada, com malha de 36 mm, sendo 2,5 m de altura por 12 m de comprimento, enfileiradas entre a cobertura vegetal da Caatinga, distando aproximadamente 200 metros entre blocos. As redes eram abertas no alvorecer e eram fechadas às 9h no período seco e às 11h no período chuvoso, de acordo com a incidência solar de cada período. As revisões também obedeceram a esse padrão, portanto no período seco aconteciam a cada 15 minutos e no período chuvoso se estendia até 30 minutos.

Após a identificação, verificava-se os dados biológicos das aves capturadas (placa de choco, muda de rêmiges, retrizes e contorno), de acordo com o manual de anilhamento do Centro Nacional de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres - CEMAVE (IBAMA 1994; Souza & Serafini 2020). Dados biométricos também foram coletados e, posteriormente, os indivíduos eram marcados com anilha metálica fornecidas pelo Sistema Nacional de Anilhamento (SNA) do CEMAVE (Autorização de captura e anilhamento nº 1098, SNA/CEMAVE). Indivíduos recapturados em meses diferentes foram considerados como recuperações e os dados de sua biologia como dados novos nas análises.

Parâmetros ecológicos das aves

A taxonomia e a nomenclatura utilizadas seguem o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (Pacheco et al. 2021). Na mensuração do tarso direito dos indivíduos foi utilizado paquímetro Mitutoyo, com precisão de 0,05 mm e o peso das aves foi aferido com o auxílio de dinamômetro pesola, com precisão de 30g, 60g, 100g e 300g.

Método de Avaliação de Placa de Incubação das Aves

Para determinar a estação reprodutiva das aves, foi utilizada a escala das fases da placa de incubação (IBAMA, 1994; Souza & Serafini 2020). É dada a partir da observação da região ventral das aves, quando no período de choco (incubação dos ovos) o ventre da ave adquire um líquido entre a pele e a musculatura, as veias ficam dilatadas, elevando a temperatura na região, propiciando a incubação dos ovos (IBAMA 1994; Souza & Serafini 2020).

Foram considerados para essa pesquisa as seguintes etapas de placa de incubação: 0: sem nenhuma evidencia de vascularização ou líquido, 1: início de vascularização evidente não dilatada, 2: ventre com vascularização dilatada e/ou presença de líquido, 3: vascularização extrema, a placa de incubação se encontra espessa, estágio máximo da placa, 4: ausência de vascularização e do líquido, pele enrugada com início de descamação e 5: desaparecimento da vascularização, fluido, pregas e rugas, surgimento de canhões de penas na área (IBAMA 1994; ; Souza & Serafini 2020).

Categoria trófica

A categoria trófica das aves foi determinada através de três fontes bibliográficas: 1) Araujo (2009); 2) Birds of the World (2021); e 3) Sick (1997). As espécies foram categorizadas como: (a) insetívoros (espécies cuja dieta é majoritariamente composta de artrópodes); (b) carnívoro-insetívoro (espécies onde a proporção de consumo de artrópodes e vertebrados é a mesma); (c) frugívoros (espécies cuja dieta é majoritariamente composta de frutos); (d) insetívoro-frugívoro (espécies onde a proporção de consumo de artrópodes é igual ou complementada com o consumo de frutos); (e) onívoro (espécies com dieta bastante diversa, podendo se alimentar de diversos itens vegetais e animais); (f) granívoro (espécies cuja dieta é majoritariamente composta de sementes); (g) insetívoro-granívoro

(espécies onde a proporção de consumo de sementes é igual ou complementada com o consumo de frutos).

Método de Avaliação da Muda e Índice de Massa Relativa (IMR) das aves

A muda das penas em aves foi analisada nos segmentos do corpo que abrange a cabeça, dorso e ventre (contorno), nas asas (rêmiges primárias e secundárias) e na cauda (retrizes), de cada indivíduo. Considerou-se espécimes com muda de contorno, aqueles que apresentavam canhões nas partes do corpo analisadas e mudas de rêmiges e retrizes, aqueles que apresentavam canhões dispostos simetricamente do lado direito e esquerdo nas asas e cauda da ave, respectivamente.

O Índice de Massa Relativa (IMR) de cada indivíduo capturado foi calculado a partir das medidas do tarso direito, estrutura rígida que está sujeita a menor variação nas aves (Schulte-Hostedde et al. 2005).

Análise de dados

O IMR de cada indivíduo foi calculado por meio de uma regressão linear simples entre os valores da biomassa transformados em log (log10) e do comprimento do tarso direito de cada ave (Schulte-Hostedde et al. 2005). Os valores residuais da regressão linear simples foram usados como índices de condição corporal, no qual, as aves que apresentarem IMR com valor negativo indicam uma condição corporal ruim, e as que apresentarem um IMR positivo, indicam uma boa condição corporal (Schulte-Hostedde et al. 2005; Teles et al. 2017).

Para avaliar os efeitos da muda na condição corporal das aves em diferentes níveis de precipitação, foram conduzidos Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM), utilizando como variável resposta o IMR de todas as espécies e como variáveis

explicativas a presença de muda (dados de presença e ausência), a precipitação e a interação entre essas duas variáveis. Utilizamos um GLMM para cada tipo de muda (penas de rêmiges, retrizes e contorno).

Para avaliar os efeitos da reprodução na condição corporal das aves em diferentes níveis de precipitação, também foi conduzido um GLMM utilizando como variável resposta o IMR de todas as espécies e como variáveis explicativas a condição da placa de incubação (0-5), a precipitação e a interação entre essas duas variáveis. Adicionalmente, tanto os modelos considerando o efeito da muda quanto o efeito da reprodução foram repetidos considerando cada categoria trófica de aves separadamente, excetuando-se os carnívoros-insetívoros, que ficaram fora da análise por apresentar um baixo número de indivíduos. Em todos os modelos, foi incluída a data da coleta como fator aleatório. As análises foram realizadas no programa R (R Core Team 2016), com nível de significância de 5% (Zar 2010).

RESULTADOS

Foram capturados 928 indivíduos, distribuídos em sete ordens, 22 famílias e 63 espécies. O maior número de espécies capturadas é da ordem Passeriformes (n = 53 ou 84,2%) e 10 espécies (15,8%) não Passeriformes. As cinco espécies mais representativas foram *Coryphospingus pileatus* (n = 104), *Coereba flaveola* (n = 95), *Sporophila albogularis* (n = 78), *Phaeomyias murina* (n = 73) e *Polioptila atricapilla* (n = 64) (Tabela I).

Dos indivíduos capturados, 599 apresentaram muda em suas penas, com 119 indivíduos mudando penas das rêmiges, 390 as penas de contorno e 90 com muda nas penas de retriz. Em dezembro de 2007 e novembro de 2008 não foram encontrados

indivíduos mudando as penas de rêmiges, as outras penas foram encontradas em muda em todas as coletas (Figura III, Tabela I). Entre os indivíduos capturados, 758 não possuíam presença de placa de incubação e em 170 havia presença da placa, sendo a de estágio quatro a mais encontrada (50 ind.). No mês de novembro de 2008 não foram encontrados indivíduos com placa (Figura III, Tabela I).

Com relação a categoria trófica dos indivíduos analisados, insetívoros foi o grupo mais representativo correspondendo a 37,7% (n = 350) dos indivíduos capturados. Do total de indivíduos, 21,2 % (n = 197) são onívoros, 13,3% (n = 124) são insetívoro-frugívoros e 12,7% (n = 118) dos indivíduos pertencem a categoria trófica dos granívoros.

Um total de 29,4% (n = 103) dos indivíduos de categoria trófica insetívora estavam com muda, os granívoros apresentaram um total de 22% (n = 26) de seus indivíduos, dos insetívoro-frugívoros foram observadas a muda num total de 19,3% (n = 24) e 18,2% (n = 36) dos indivíduos da categoria onívora estavam mudando.

Os insetívoros foram a categoria trófica com o maior número de indivíduos com presença de placa de incubação, com um total de 29,4% (n = 103). Das aves insetívoros-frugívoros capturadas, 12% (n = 15) apresentaram um dos estágios de placa e apenas 9,3% (n = 11) dos indivíduos de dieta granívoros e 8,1% (n = 16) dos onívoros estavam com placa presente.

Figura III. Distribuição dos indivíduos realizando A) muda das penas da RÊM: rêmige, CON: contorno e RET: retrizes e B) com PI: placa de incubação, ao longo dos meses entre os anos de 2007-2009, em diferentes níveis de precipitação.

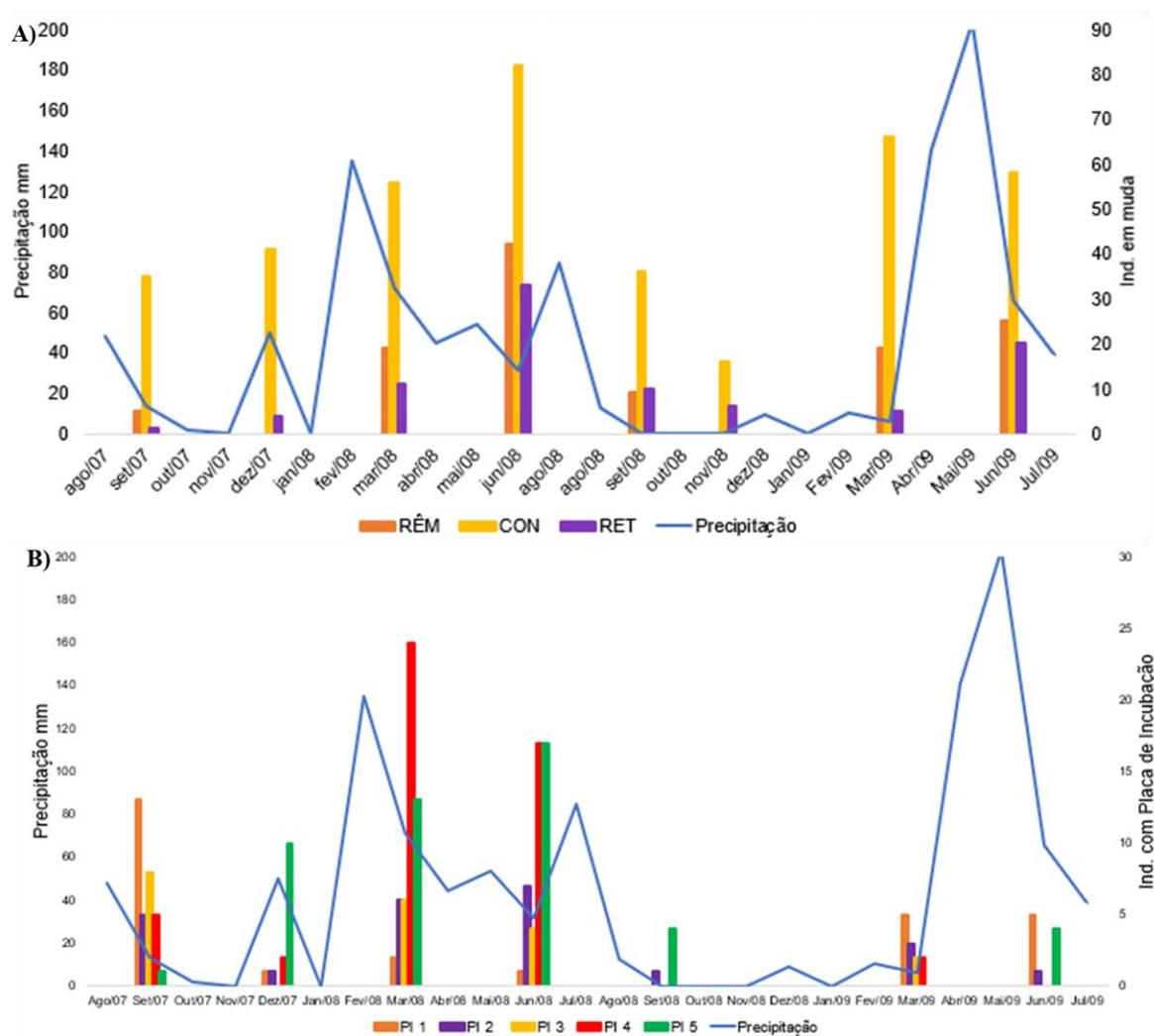


Tabela I. Lista de espécies de aves capturadas, número de indivíduos capturados, quantidade de indivíduos mudando rêmiges, contorno e retrizes, estágios de placa de incubação registrados em cada indivíduo e os valores médios e o desvio padrão do IMR, das aves do entorno do Reservatório de Itaparica coletados entre 2007 e 2009, nos estados de Pernambuco e Bahia. N° ind.: números de indivíduos, Rêm.: Rêmiges, Cont.: Contorno, Ret.: Retrizes, IMR: Índice de massa relativa, Ins: insetívoro, Car: carnívoro, Fru: frugívoro, Oní: onívoro, Gra: granívoro.

Táxon	N° ind.	Rêm.	Cont.	Ret.	Placa de Incubação	IMR	Dieta
Cuculidae Leach, 1820							
<i>Coccyzus melacoryphus</i> Vieillot, 1817	4	2	3	1	0; 4; 5	1.204 ± 1.226	Ins
Caprimulgidae Vigors, 1825							
<i>Hydropsalis parvula</i> (Gould, 1837)	8	3	5	2	0; 1; 5	-6.599 ± 1.125	Ins
<i>Hydropsalis torquata</i> (Gmelin, 1789)	4	0	0	0	0	-4.458 ± 2.213	Ins
<i>Nannochordeiles pusillus</i> (Gould, 1861)	3	1	2	1	0; 5	-8.844 ± 2.259	Ins
Strigidae Leach, 1820							
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	3	0	1	0	0; 5	-4.438 ± 3.888	Ins/Car
Bucconidae Horsfield, 1821							
<i>Nystalus maculatus</i> (Gmelin, 1788)	18	6	14	4	0; 5	-3.314 ± 2.832	Ins
Picidae Leach, 1820							
<i>Picumnus limae</i> Sneathlaga, 1924	6	1	5	2	0	-4.201 ± 0.285	Ins
<i>Picumnus pygmaeus</i> (Lichtenstein, 1823)	4	0	1	0	0; 5	-4.130 ± 0.941	Ins
<i>Veniliornis passerinus</i> (Linnaeus, 1766)	16	6	11	3	0; 2; 3; 4; 5	-4.148 ± 0.760	Ins
Psittacidae Rafinesque, 1815							
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	2	1	2	0	0	-8.744 ± 0.108	Fru
Thamnophilidae Swainson, 1824							
<i>Formicivora melanogaster</i> Pelzeln, 1868	16	6	9	4	0-5	2.903 ± 0.814	Ins
<i>Thamnophilus capistratus</i> Lesson, 1840	1	0	0	0	0	7.085	Ins
<i>Thamnophilus palliatus</i> (Lichtenstein, 1823)	2	0	0	0	0; 5	6.550 ± 0.049	Ins
Dendrocolaptidae Gray, 1840							
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i> (Vieillot,	8	1	4	1	0	-1.806 ± 0.949	Ins

1818)

Furnariidae Gray, 1840							
<i>Furnarius figulus</i> (Lichtenstein, 1823)	4	1	1	0	0	3.604 ± 1.613	Ins
<i>Furnarius leucopus</i> Swainson, 1838	1	0	1	0	0	4.091	Ins
<i>Pseudoseisura cristata</i> (Spix, 1824)	7	2	6	2	0	2.526 ± 0.576	Ins
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	1	0	1	1	3	1.412	Ins
<i>Synallaxis hellmayri</i> Reiser, 1905	13	3	5	3	0; 1; 3; 4;5	1.939 ± 2.873	Ins
Tityridae Gray, 1840							
<i>Xenopsaris albinucha</i> (Burmeister, 1869)	4	2	3	3	0; 1; 2	-3.680 ± 0.429	Ins
Rhynchocyclidae Berlepsch, 1907							
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	7	0	4	0	0; 5	2.252 ± 0.826	Ins
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	12	3	4	1	0; 5	2.716 ± 0.655	Ins
Tyrannidae Vigors, 1825							
<i>Stigmatura napensis</i> Chapman, 1926	26	10	15	8	0; 1; 4; 5	4.199 ± 1.647	Ins
<i>Stigmatura budytoides</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	30	11	18	3	0; 1; 2; 4;5	3.625 ± 2.423	Ins
<i>Euscarthmus meloryphus</i> Wied, 1831	2	1	2	0	0	2.764 ± 0.690	Ins
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	8	0	6	0	0; 5	-3.263 ± 0.646	Ins
<i>Elaenia chilensis</i> Hellmayr, 1927	26	0	3	1	0; 4; 5	0.191 ± 1.165	Ins/Fru
<i>Elaenia chiriquensis</i> Lawrence, 1865	3	0	2	0	0	0.701 ± 1.007	Ins/Fru
<i>Phaeomyias murina</i> (Spix, 1825)	73	7	27	4	0-5	0.248 ± 0.9248	Ins/Fru
<i>Phyllomyias fasciatus</i> (Thunberg, 1822)	14	0	3	0	0; 1; 2; 4;5	-1.409 ± 0.638	Ins
<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	1	0	1	0	0	0.572	Ins/Fru
<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius Muller, 1776)	20	3	6	2	0; 1; 4; 5	1.115 ± 0.813	Ins
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	1	0	0	0	0	-4.741	Ins/Fru
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	1	0	1	0	0	-1.391	Ins/Fru

<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	10	1	8	0	0; 1; 2; 4;5	-5.528 ± 2.198	Ins
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	4	0	2	2	0; 2; 4	-3.974 ± 0.217	Ins/Fru
<i>Guyramemua affine</i> (Burmeister, 1856)	1	0	1	0	2	0.795	Ins/Fru
<i>Sublegatus modestus</i> (Wied, 1831)	2	0	0	0	0	1.080 ± 0.902	Ins
<i>Fluvicola albiventer</i> (Spix, 1825)	1	1	1	0	0	3.035	Ins
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	6	2	4	1	0; 4	4.273 ± 0.910	Ins
Vireonidae Swainson, 1837							
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	10	0	1	0	0; 1; 3; 4	3.104 ± 1.247	Ins
<i>Hylophilus amaurocephalus</i> (Nordmann, 1835)	14	0	5	1	0; 1; 2	1.326 ± 0.841	Ins/Fru
Troglodytidae Swainson, 1831							
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	7	1	3	3	0; 2	0.127 ± 0.621	Ins
<i>Cantorchilus longirostris</i> (Vieillot, 1819)	6	1	2	0	0; 4	4.352 ± 0.782	Ins
Poliophtilidae Baird, 1858							
<i>Poliophtila atricapilla</i> (Swainson, 1831)	64	11	44	10	0-5	0.879 ± 1.183	Ins
Turdidae Rafinesque, 1815							
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	1	0	0	0	5	2.721	Ins
Mimidae Bonaparte, 1853							
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	18	2	4	3	0; 4; 5	6.952 ± 1.569	Oní
Fringillidae Leach, 1820							
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	4	1	4	0	0; 5	-4.254 ± 0.564	Oní
<i>Euphonia violacea</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	1	0	4	-3.940	Fru
Passerellidae Cabanis & Heine, 1850							
<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)	36	1	4	2	0; 1; 2; 4	0.856 ± 1.032	Oní
Icteridae Vigors, 1825							
<i>Icterus jamacaii</i> (Gmelin, 1788)	3	1	1	0	0	2.401 ± 0.285	Oní
<i>Icterus cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	1	0	1	0	0	-0.167	Oní
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	1	0	0	0	0	0.705	Oní

Cardinalidae Ridgway, 1901

<i>Cyanoloxia brissonii</i> (Lichtenstein, 1823)	29	0	8	1	0; 3; 4	0.497 ± 0.749	Ins/Gra
Thraupidae Cabanis, 1847							
<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783)	4	0	3	0	0-5	-0.815 ± 1.033	Ins
<i>Paroaria dominicana</i> (Linnaeus, 1758)	22	4	17	2	0; 4; 5	0.704 ± 1.082	Gra
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	23	2	13	5	0-5	-1.814 ± 1.186	Oní
<i>Stilpnia cayana</i> (Linnaeus, 1766)	6	0	2	2	0	-0.619 ± 0.452	Oní
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	95	6	37	5	0; 3; 4; 5	-0.889 ± 1.635	Oní
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	18	1	5	1	0; 1; 2; 5	-1.366 ± 0.725	Gra
<i>Coryphospingus pileatus</i> (Wied, 1821)	104	8	20	2	0; 2; 4; 5	0.006 ± 1.182	Ins/Gra
<i>Tachyphonus rufus</i> (Boddaert, 1783)	10	0	1	1	0	1.491 ± 1.014	Oní
<i>Sporophila albogularis</i> (Spix, 1825)	78	6	32	3	0; 3	-2.613 ± 0.951	Gra

Quanto ao IMR, 436 indivíduos (46.9%), distribuídos em 39 espécies, apresentaram o IMR negativo. Dentre essas, 19 tiveram todos os seus indivíduos capturados apresentando valores negativos de IMR, *Camptostoma obsoletum*, *Empidonomus varius*, *Euphonia chlorotica*, *Euphonia violacea*, *Forpus xanthopterygius*, *Hydropsalis parvula*, *Hydropsalis torquata*, *Icterus cayanensis*, *Lepidocolaptes angustirostris*, *Myiodynastes maculatus*, *Myiozetetes similis*, *Nannochordeiles pusillus*, *Phyllomyias fasciatus*, *Picumnus limae*, *Picumnus pygmaeus*, *Tyrannus melancholicus*, *Veniliornis passerinus*, *Volatinia jacarina* e *Xenopsaris albinucha*. Oito espécies apresentaram mais da metade de seus indivíduos com IMR negativo, e outras 12 espécies apresentaram pelo menos de um a menos da metade dos indivíduos com o IMR negativo *Coccyzus melacoryphus*, *Cyanoloxia brissonii*, *Elaenia chilensis*, *Elaenia chiriquensis*, *Forpus xanthopterygius*, *Myiarchus tyrannulus*, *Paroaria dominicana*, *Phaeomyias murina*, *Stigmatura napensis*, *Synallaxis hellmayri*, *Troglodytes musculus* e *Zonotrichia capensis* (Tabela I).

De maneira geral, a muda parece não ter tido efeito sobre o IMR, no entanto, quando consideramos apenas a muda de contorno, as aves que estavam em muda de contorno apresentaram valores de IMR menores do que as aves sem muda. Quando consideramos o efeito interativo entre a muda e precipitação, essa interação parece não influenciar o IMR das aves. Quando considerando apenas os dados de precipitação, os valores foram significativos mostrando que a precipitação afeta positivamente os valores de IMR, contudo, os valores de IMR parecem não ter uma grande correlação com a precipitação (Figura IV, Tabela II).

No que diz respeito à placa de incubação, o IMR das aves mostrou ser influenciado positivamente pelo estágio quatro da placa, apresentando maiores valores de IMR em comparação aos outros estágios de placa. E a placa cinco pareceu influenciar a redução nos valores de IMR das aves (Figura IV, Tabela II).

Figura IV. A) Efeito da muda das penas de contorno sobre o IMR; B) Diagrama de dispersão mostrando o efeito da precipitação sobre os valores de IMR, os círculos brancos representam as aves sem muda e a linha tracejada representa a reta em relação a esses círculos; C) Boxplot referente ao efeito dos diferentes estágios da placa de incubação sobre o IMR da comunidade de aves.

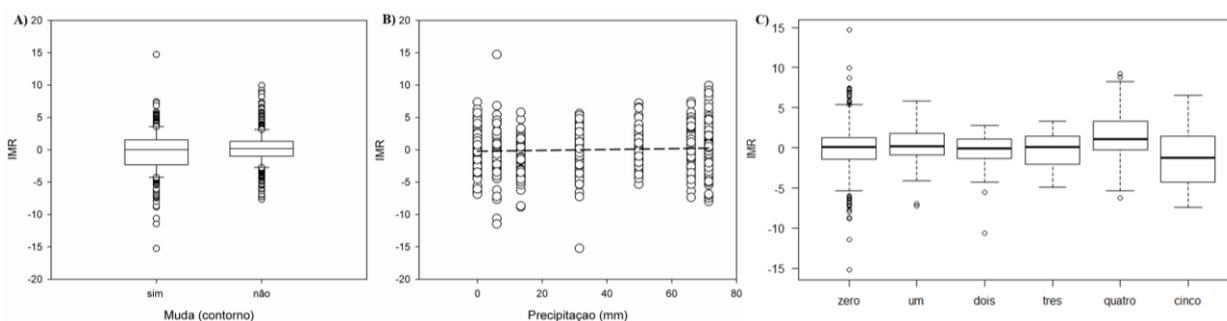


Tabela II. Valores correspondentes aos Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) usados para verificar quais das variáveis explicativas, muda das penas, da placa de incubação e precipitação, estão influenciando a variável resposta, ou seja, o IMR da comunidade de aves.

Variável resposta	Variáveis explicativas		Chisq	Df	P(>Chisq)		
IMR	Rêmiges	Rêmiges	0.36	1	0.54		
		Precipitação	3.8	1	0.05		
		Efeito interativo	0.82	1	0.36		
	Contorno	Contorno	8.45	1	0.03		
		Precipitação	4.54	1	0.03		
		Efeito interativo	0.007	1	0.93		
	Retrizes	Retrizes	0.008	1	0.92		
		Precipitação	4.01	1	0.04		
		Efeito interativo	0.80	1	0.37		
				Sum Sq	F value	Df	Pr(>F)
	Placa de Incubação (PI)	PI	207.1	5.45	5	< 0,01	
		Precipitação	31.1	4.09	1	0.04	
Efeito interativo		73.0	1.92	5	0.08		

Quando consideramos separadamente as diferentes categorias tróficas das aves, observamos que os padrões diferem dependendo da categoria trófica analisada. O efeito interativo entre a presença de muda nas penas de voo (rêmiges e retrizes) e a precipitação apresentaram efeito significativo sobre os valores de IMR das aves granívoras. Onde o aumento da precipitação pareceu influenciar o aumento nos valores de IMR nestas aves (Figura V, Tabela III).

Também observamos o mesmo padrão para as aves insetívoras. Apenas o efeito interativo entre a muda nas penas de voo e a precipitação se mostrou significativo para essa categoria trófica, entretanto, essa relação apresentou ter pouca correlação (Figura V, Tabela III).

Apenas a placa de incubação dos insetívoros apresentou efeito sobre os valores de IMR. Aves insetívoras com placa de incubação no estágio quatro pareceu influenciar um maior IMR, quando comparadas as aves com placas nos estágios cinco e dois. Foi visto

também que as aves com placa no estágio cinco possuem IMR menor quando comparados à ausência de placa (Figura V, Tabela III).

Para as aves onívoras, a presença da muda das penas da rêmiges e de contorno de forma geral apresentou efeito sobre o IMR. Aves que estavam realizando muda nessas penas apresentaram valores menores de IMR, comparada as que não estavam em muda. A precipitação se mostrou um fator importante para o IMR das aves onívoras, o aumento dos valores de precipitação influenciou de maneira favorável ao aumento dos valores positivos de IMR dessas aves, se mostrando importante também para a placa de incubação (Figura V, Tabela III).

Considerando apenas a presença de placa de incubação também mostrou influenciar os valores de IMR, principalmente as aves que estavam em placa de estágio quatro, elas apresentaram valores de IMR bastante elevado comparada as aves em outros estágios de placa (Figura V, Tabela III).

Figura V. Diagrama de dispersão onde os círculos pretos e a linha contínua correspondem às aves em muda, e os círculos brancos e as retas tracejadas às que não estão em muda A) Efeito interativo da muda das penas de rêmiges e precipitação sobre o IMR das aves granívoras; B) Efeito interativo da muda das penas das retrizes e precipitação sobre os valores de IMR granívoras; C) Efeito interativo da muda das penas de rêmiges e precipitação sobre o IMR das aves insetívoras; D) Efeito interativo da muda das penas das retrizes e precipitação sobre os valores de IMR insetívoras. E) Boxplot referente ao efeito da muda das penas das rêmiges sobre o IMR das aves onívoras; F) Efeito da muda das penas de contorno sobre os valores de IMR das aves onívoras, G) Diagrama de dispersão mostrando o efeito da precipitação sobre os valores de IMR das aves onívoras; H) Boxplot referente ao efeito dos diferentes estágios da placa de incubação sobre o IMR das aves insetívoras; I) Boxplot referente ao efeito dos diferentes estágios da placa de incubação sobre o IMR das aves onívoras.

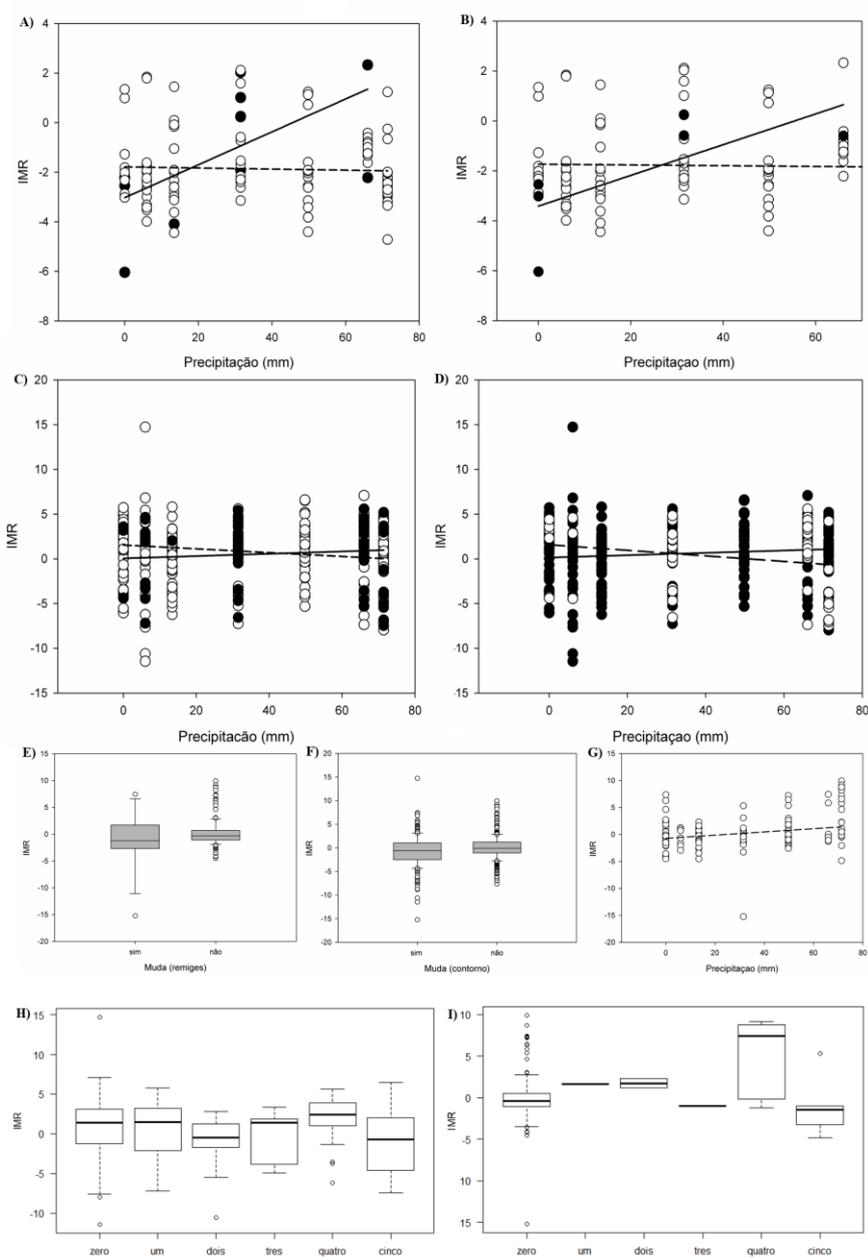


Tabela III. Valores correspondentes aos Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) usados para verificar quais das variáveis explicativas, muda das penas, da placa de incubação e precipitação, estão influenciando a variável resposta, ou seja, o IMR das aves de acordo com sua categoria trófica.

Variável resposta	Variáveis explicativas		Chisq	Df	P(>Chisq)	
IMR granívoras	Rêmiges	Rêmiges	1.18	1	0.27	
		Precipitação	0.02	1	0.86	
		Efeito interativo	6.95	1	0.008	
	Contorno	Contorno	3.49	1	0.24	
		Precipitação	0.35	1	0.71	
		Efeito interativo	0.53	1	0.64	
	Retrizes	Retrizes	0.44	1	0.67	
		Precipitação	0.10	1	0.83	
		Efeito interativo	13.6	1	0.02	
IMR insetívoras	Rêmiges	Rêmiges	1.7	1	0.71	
		Precipitação	9.2	1	0.38	
		Efeito interativo	49.9	1	0.04	
	Contorno	Contorno	36.6	1	0.08	
		Precipitação	14.0	1	0.28	
		Efeito interativo	12.5	1	0.31	
	Retrizes	Retrizes	8.1	1	0.41	
		Precipitação	13.3	1	0.29	
		Efeito interativo	59.8	1	0.02	
			Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
Placa de Incubação (PI)	PI	232.3	5	3.92	< 0,01	
	Precipitação	15.3	1	1.29	0.25	
	Efeito interativo	65.1	5	1.10	0.35	
			Chisq	Df	P(>Chisq)	
IMR onívoras	Rêmiges	Rêmiges	37.0	1	0.02	
		Precipitação	143.1	1	< 0,01	
		Efeito interativo	0.42	1	0.80	
	Contorno	Contorno	96.56	1	< 0,01	
		Precipitação	138.12	1	< 0,01	
		Efeito interativo	12.20	1	0.17	
	Retrizes	Retrizes	0.28	1	0.84	
		Precipitação	127.31	1	< 0,01	
		Efeito interativo	2.79	1	0.53	
			Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
Placa de Incubação (PI)	PI	125.11	5	3.72	< 0,01	
	Precipitação	75.50	1	11.22	< 0,01	

DISCUSSÃO

Nesse estudo observamos que, maiores valores de precipitação demonstraram ser uma variável importante para que as aves da Caatinga realizem seus eventos de ciclo anual, sem serem prejudicadas pela diminuição do IMR. A diminuição da precipitação parece ter um efeito contrário.

O efeito interativo da precipitação com a ausência de mudas de voo (rêmiges e retrizes), foram benéficos para aves granívoras. O aumento da precipitação teve influência positiva sobre as aves granívoras que não estavam em muda, lhes proporcionando uma boa condição corporal. É provável que esse resultado esteja relacionado à oferta de recursos para as aves dessa categoria trófica, que comumente são encontradas em maior número, associada à estação chuvosa (Chazdon et al. 2011; Almazan-Nunez et al. 2018). A oferta de recursos proporciona fonte de energia, e como não estava sendo gasta com a realização da muda ou reprodução, resultou para essas aves uma boa condição corporal.

Nas aves insetívoras, o efeito interativo com a precipitação pareceu favorável para equilibrar os gastos de energia provocados pela muda em penas de voo e reprodução. Visto que o aumento da precipitação está relacionado com a abundância de recursos alimentares em regiões semiáridas, que favorece principalmente aves insetívoras (Poulin et al. 1992; Cox et al. 2013; Pereira & Azeredo Júnior 2013; Araujo et al. 2017), possibilitando que consigam estabelecer grandes reservas de nutrientes e energia para muda e reprodução (Houston 1991; Hatchwell et al. 1999).

As aves onívoras parecem ser a categoria trófica mais bem sucedida com aumento dos níveis de precipitação. Observamos que quanto maior os níveis de precipitação, maior eram os valores de IMR. Por ser uma categoria trófica generalista, as espécies desta guilda têm a capacidade de se alimentar de uma diversidade maior de itens alimentares (Scherer et

al. 2007; Pereira & Azevedo Júnior 2013; Almazán-Núñez et al. 2018), além da capacidade de se manterem estáveis fisiologicamente perante variações ambientais, aumentarem de tamanho populacional em ambientes fragmentados e pela habilidade de se adaptarem e se fazerem presentes em diversos ambientes (Willis 1979; Girma et al. 2017, Katuwal et al. 2016).

Aves onívoras que estavam mudando as rêmiges e as penas de contorno, apresentaram valores de IMR menor, do que aquelas que não estavam em muda. Indicando assim, que mesmo pertencendo a uma guilda trófica que é pouco afetada pela escassez de recursos e são bem adaptáveis ao ambiente (Katuwal et al. 2016; Almazán-Núñez et al. 2018), podem ter sua condição corporal um pouco prejudicada ao realizar uma tarefa que requer tanta energia, como a muda, para ser bem sucedida (Hatchewell et al. 1999; Holway 1991; Serra 2001; Barta et al. 2006).

A placa de incubação de estágio quatro ocorre logo após o estágio responsável por incubação dos ovos (Lugarini et al. 2020). Observamos que aves onívoras em estágio de placa pós incubação de ovos, apresentaram valores de IMR bastante elevados, apresentando uma condição corporal muito boa. Mostrando que essas aves tiveram uma adição de reservas energéticas pós período de incubação dos ovos. Isso pode ser explicado pelo fato de que, na Caatinga, nos meses após o maior pico de reprodução, se tem um pico de abundância de artrópodes, o que indica que o período de maior oferta de alimento para as aves ocorre no mesmo período em que elas estão se dispersando ou alimentando seus filhotes (Araujo et al. 2017). Aves em ambientes semiáridos como a Caatinga apenas dão início ao período reprodutivo quando a percepção de pistas ambientais como umidade e precipitação (Hau et al. 2008; Houston 2013; Araujo et al. 2017).

A placa quatro das aves insetívoras também parece influenciar positivamente o IMR dessas aves, ao contrário das onívoras não apresentaram um valor tão elevado de IMR, mas é provável que seja por estarem em processo de muda das penas de voo (rêmiges e retrizes), que requer um gasto alto de energia (Serra 2001; Barta et al. 2006), por se tratarem de penas que são maiores e levam mais tempo para se desenvolverem (Barta et al. 2006).

A categoria trófica se mostrou uma variável importante para o estudo da condição corporal das aves da Caatinga, possibilitando verificar o grupo trófico que se relaciona melhor com as variações da precipitação, visto que são fatores bem relacionados em ambientes de clima semiárido. A precipitação se mostrou uma característica ambiental importante para as aves de regiões do semiárido, e aparentemente está mediando os efeitos dos períodos de muda e reprodução, onde mesmo com o elevado custo energético associado aos dois eventos (muda e reprodução), podemos observar que muitos indivíduos conseguiram manter uma boa condição corporal.

Vimos também que saber o tipo de pena que está sendo mudada e o tipo de placa que está sendo formada, é uma importante ferramenta quando associada a dieta das aves para nos dar pistas sobre a condição corporal das aves. Considerando que, na muda algumas penas e na reprodução, alguns tipos de placas de incubação requerem um maior custo energético e isso influencia diretamente a condição corporal.

Está pesquisa atesta a importância da precipitação para uma boa condição corporal para aves com diferentes necessidades alimentares. Estudos considerando extrato de forrageamento e estrutura da vegetação podem oferecer uma visão mais ampla da influência indireta dos fatores climáticos na condição corporal nos períodos de muda e

reprodução e contribuir para o conhecimento sobre aspectos fenológicos de aves da Caatinga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMAZÁN-NÚÑEZ RC ALVAREZ-ALVAREZ EA PINEDA-LÓPEZ R & CORCUERA P. 2018. Seasonal variation in bird assemblage composition in a dry forest of Southwestern Mexico. *Ornitología Neotropical* 29: 215-224.

ANA - RESOLUÇÃO nº 2.081, de 4 de dezembro de 2017. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2017/2081-2017.pdf> Acesso em: 10 fevereiro 2021.

ARAUJO HFPD. 2009. Amostragem, estimativa de riqueza de espécies e variação temporal na diversidade, dieta e reprodução de aves em área de caatinga, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, Paraíba.

ARAUJO HF VIEIRA-FILHO AH BARBOSA MRDV DINIZ-FILHO JAF & SILVA JMC. 2017. Passerine phenology in the largest tropical dry forest of South America: effects of climate and resource availability. *Emu-Austral Ornithology*, 117: 78-91.

AURELIANO JT. ET AL. 2007. Levantamento dos sistemas de tanque-rede nos reservatórios da Chesf em Pernambuco. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, p. 1-17.

BARTA Z HOUSTON AI MCNAMARA JM WELHAM RK HEDENSTRÖM A WEBER TP & FERÓ O. 2006. Annual routines of non-migratory birds: optimal moult strategies. *Oikos* 112: 580-593.

BIRDS OF THE WORLD. 2021. In: DEL HOYO J ELLIOTT A SARGATAL J CHRISTIE DA & JUANA E (Eds). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://birdsoftheworld.org/bow/home>

BURKETT M. 2014. Loss and damage. *Climate Law* 4: 119-130.

CHAZDON RL HARVEY CA MARTÍNEZ-RAMOS M BALVANERA P STONER KE SCHONDUBE JE AVILA-CABADILLA LD & FLORESHIDALGO M. 2011. In: Seasonally dry tropical forest biodiversity and conservation value in agricultural landscapes of Mesoamerica. DIRZO R YOUNG HS MOONEY HA & CEBALLOS G (Eds). *Seasonally dry tropical forest: ecology and conservation*. Island Press, Washington, D.C., USA. p 195–219.

COOPER NW SHERRY TW MARRA PP. 2015. Experimental reduction of winter food decreases body condition and delays migration in a long-distance migratory bird. *Ecology* 96:1933–1942.

COSTA FJV & MACEDO RH. 2005. Coccidian oocyst parasitism in the Blue-black Grassquit: influence on secondary sex ornaments and body condition. *Animal Behaviour* 70: 1401–1409.

COX DT BRANDT MJ MCGREGOR R OTTOSSON U STEVENS MC & CRESSWELL W. 2013. The seasonality of breeding in savannah birds of West Africa assessed from brood patch and juvenile occurrence. *Journal of Ornithology* 154: 671-683.

GIRMA Z MAMO Y MENGESHA G VERMA A & ASFAW T. 2017. Seasonal abundance and habitat use of bird species in and around Wondo Genet Forest, south-central Ethiopia. *Ecology and evolution* 7: 3397-3405.

HATCHWELL BJ RUSSELL AF FOWLIE MK & ROSS DJ. 1999. Reproductive success and nest-site selection in a cooperative breeder: effect of experience and a direct benefit of helping. *The Auk* 116: 355-363.

HAU M PERFITO N & MOORE IT. 2008. Timing of breeding in tropical birds: mechanisms and evolutionary implications. *Ornitologia Neotropical* 19: 39-59.

HAYES FE. 2014. Breeding season and clutch size of birds at Sapucái, Departamento Paraguari, Paraguay. *Boletín del Mus Nac Hist del Paraguay* 18: 77-97.

HOLWAY DA. 1991. Nest-site selection and the importance of nest concealment in the Black-throated Blue Warbler. *The Condor* 93: 575-581.

HOUSTON TF. 1991. Ecology and behaviour of the bee *Amegilla (Asaropoda) dawsoni* (Rayment) with notes on a related species (Hymenoptera: Anthophoridae). *Records of the western Australian Museum* 15: 91-109.

HOUSTON WA. 2013. Breeding cues in a wetland-dependent Australian passerine of the seasonally wet-dry tropics. *Austral Ecology* 38: 617-626.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 1994. Manual de Anilhamento de Aves Silvestres. Brasília, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, p. 146.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>
Acesso em: 10 fevereiro 2021.

JANIN A LÉNA J-P & JOLLY P. 2011. Beyond occurrence: body condition and stress hormone as integrative indicators of habitat availability and fragmentation in the Common Toad. *Biological Conservation* 144: 1008–1016.

KATUWAL HB BASNET K KHANAL B DEVKOTA S RAI SK GAJUREL JP SCHEIDEGGER C & NOBIS MP. 2016. Seasonal changes in bird species and feeding guilds along elevational gradients of the Central Himalayas, Nepal. *PLoS One*, 11: e0158362.

LABOCHA MK & HAYES JP. 2012. Morphometric indices of body condition in birds: a review. *Journal of Ornithology* 153: 1-22.

LAMEPE – Laboratório de Meteorologia do ITEP. Extraído do site: <http://www.itep.br/>. Acessado em: 16 de janeiro de 2021.

LEAL IR DA SILVA JMC TABARELLI M & LACHER JRTE. 2005. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of northeastern Brazil. *Conservation Biology* 19: 701-706.

LUGARINI C SERAFINI PP EMANUEL A SAOUSA BA. 2020. Coleta de dados. In: *Manual de anilhamento de aves silvestres*. SOUZA AEBA SERAFINI PP. (Eds).3.ed. Brasília: ICMBIO, CEMAVE, cap.12, p.31-42.

MAGRIN GO ET AL. 2014. Central and South America. *Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability*. In: BARROS, V. R.; FIELD, C. B.; DOKKEN, D. J.; MASTRANDREA, M. D.; MACH, K. J.; BILIC, T. E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K. I.; ESTRADA, Y. O.; GENOVA, R. C.; BIRMA, B.; KISSEL, E.S.; LEVY, A. N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P. R; WHITE, L. L. (Eds). Part B: regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, p. 1499–1566.

- MALLET-RODRIGUES F. 2005. Molt-Breeding cycle in passerines from a foothill forest in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 13: 155-160.
- MARTIN TE. 1995. Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predation, and food. *Ecol. Monogr* 65: 101–127.
- MEZQUIDA ET & MARONE L. 2003. Comparison of the reproductive biology of two *Pooospiza* warbling-finches of Argentina in wet and dry years. *Ardea*, 91: 251-262.
- MILLAR JS & HICKLING GJ. 1990. Fasting endurance and the evolution of mammalian body size. *Functional Ecology* 4:5–12.
- PACHECO JF. ET AL. 2021. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. *Ornithology Research* 29: 94-105.
- PENNINGTON RT LAVIN M & OLIVEIRA-FILHO A. 2009. Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40: 437-457.
- PEREIRA GA & AZEVEDO-JÚNIOR SM. 2013. Variação sazonal de aves em uma área de caatinga no Nordeste do Brasil. *Ornitologia Neotropical* 24: 387-399.
- PIRATELLI AJ SIQUEIRA MC & MARCONDES-MACHADO LO. 2000. Reprodução e muda de penas em aves de sub-bosque na região leste de Mato Grosso do Sul. *Ararajuba* 8: 99-107.
- PIRATELLI A & PEREIRA MR. 2002. Dieta de aves na região leste de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Ararajuba*, 10: 131-139.
- POULIN B LEFEBVRE G & MCNEIL R. 1992. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology* 73: 2295-2309.

POULIN B LEFEBVRE G & McNEIL RAYMOND. 1993. Variations in bird abundance in tropical arid and semi-arid habitats. *Ibis* 135: 432-441.

PRADO, D. 2003. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. Viena, R Foundation for Statistical Computing.

REPENNING M & FONTANA CS. 2011. Seasonality of breeding, moult and fat deposition of birds in subtropical lowlands of southern Brazil. *Emu-Austral Ornithology* 111: 268-280.

SALA OE ET AL., 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774.

SAMPAIO EVSB. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. *Seasonally dry tropical forests* 1: 35-63.

SCHERER A MARASCHIN-SILVA F & BAPTISTA LRD. M. 2007. Padrões de interações mutualísticas entre espécies arbóreas e aves frugívoras em uma comunidade de Restinga no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21: 203-212.

SCHULTE-HOSTEDDE AI ZINNER B MILLAR JS & HICKLING GJ. 2005. Restitution of mass–size residuals: validating body condition indices. *Ecology* 86: 155-163.

SEIA - Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://monitoramento.seia.ba.gov.br/login.xhtml> Acesso em: 10 fevereiro 2021.

SERRA L. 2001. Duration of primary moult affects primary quality in Grey Plovers *Pluvialis squatarola*. *Journal of Avian Biology* 32: 377-380.

SICK H. 1997. *Ornitologia brasileira*, Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.

SILVA ÉEDM PAIXÃO VHF TORQUATO JL LUNARDI DG & DE OLIVEIRA LUNARDI V. 2020. Fruiting phenology and consumption of zoochoric fruits by wild vertebrates in a seasonally dry tropical forest in the Brazilian Caatinga. *Acta Oecologica* 105: 103553.

SOUZA AEBA & SERAFINI PP. 2020. *Manual de anilhamento de aves silvestres*. 3.ed. Brasília: ICMBIO, CEMAVE, cap.12, p.31-42.

TELES DRF DANTAS T & DE MELO C. 2017. Body condition of five passerines in a forest fragment and associated factors. *Rev Brasileira de Ornitologia* 25: 102-109.

VASCONCELLOS A ANDREAZZE R ALMEIDA AM ARAUJO HF OLIVEIRA ES & OLIVEIRA U. 2010. Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54: 471-476.

WHITFORD WG. 1996. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. *Biodivers. Conserv* 5, 185–195. <https://doi.org/10.1007/BF00055829>.

WILLIS EO. 1979. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. *Pap. Avulsos Zool* 33: 1–25.

WUNDERLE JMJR LEBOW PK WHITE JD CURRIE D & EWERT DN. 2014. Sex and age differences in site fidelity, food resource tracking, and body condition of wintering Kirtland's Warblers in the Bahamas. *Orn Monogr* 80:1–62.

ZAR JH. 2010. *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice Hall.

ANEXO A – NORMAS DE SUBMISSÃO

Anais da Academia Brasileira de Ciências

Versão impressa ISSN: 0001-3765 Versão on-line ISSN: 1678-2690

NORMAS DE SUBMISSÃO

Instruções aos autores

O periódico Anais da Academia Brasileira de Ciências considera para publicação as submissões feitas exclusivamente pelo sistema online de gerenciamento de artigos. Uma vez que seu artigo esteja de acordo com as instruções abaixo, favor acessar o sistema no link <https://mc04.manuscriptcentral.com/aabc-scielo>.

Por favor, leia estas instruções com atenção e as siga rigorosamente. Desta forma você irá garantir que a avaliação e a publicação de seu artigo sejam o mais eficiente e veloz quanto possível. Os editores reservam-se ao direito de devolver artigos que não estejam de acordo com estas instruções. Apesar de dispormos de uma página de instruções em português, lembramos que só consideramos para submissão, avaliação e publicação os artigos redigidos de forma clara e concisa na língua inglesa.

Objetivo e política editorial

Todos os manuscritos submetidos devem conter pesquisa original que não tenha sido publicada ou esteja sob consideração em outro periódico. O critério primário para aceitação é qualidade científica. Artigos devem evitar o uso excessivo de abreviações ou jargões, além de ser tão inteligíveis quanto possível para o público em geral. Deve ser dada atenção particular às seções Abstract, Introduction e Discussion, as quais devem detalhar a novidade e significância dos dados relatados. Não cumprir com qualquer um dos pontos acima pode causar atraso na publicação ou até mesmo a recusa do artigo.

Textos podem ser publicados em forma de revisão, artigo completo ou como comunicação curta (short communications). Os volumes regulares dos AABC são publicados em março, junho, setembro e dezembro.

Tipos de artigos

Revisões

Revisões são publicadas apenas por meio de convite, tendo ainda que passar pelo processo de revisão por pares. Contudo, uma proposta de revisão pode ser enviada por e-mail para a Assessoria de publicações (aabc@abc.org.br). O e-mail deve conter os tópicos e autores da revisão proposta, bem como o abstract, área dos AABC na qual o artigo se encaixa e a justificativa pela qual este tópico seria de particular interesse à área.

Os AABC permitem que os autores depositem preprints de seus artigos em servidores de preprint tais como, mas não limitados a, ArXiv.org e bioRxiv.org. Contudo, autores devem atualizar os registros informando que o artigo foi aceito/publicado pelos AABC.

Cartas ao editor

Cartas ao editor (Letters to the Editor) estarão sujeitas à edição e revisão, não podendo conter material que tenha sido submetido ou publicado em outro periódico. Cartas que venham a se referir a um artigo publicado nos AABC não podem exceder 250 palavras (não contando com referências) e devem ser recebidas em até 4 semanas após a publicação online do artigo. Cartas não relacionadas a um artigo publicados pelos AABC não podem exceder 500 palavras (não contando com referências). Uma carta não pode ter mais de dez referências, além de uma figura ou tabela.

Articles

Sempre que possível, artigos devem estar subdivididos nas seguintes partes: 1. Página de rosto; 2. Abstract (em página separada, 200 palavras ou menos, sem abreviações); 3. Introduction; 4. Materials and Methods; 5. Results; 6. Discussion; 7. Acknowledgments, se aplicável; 8. Author contributions (se o artigo tiver mais de um autor); 9. References; 10. Legendas de figuras e tabelas, se aplicável. Artigos de algumas áreas, como por exemplo Ciências Matemáticas, devem seguir seu format padrão. Em alguns casos, pode ser aconselhável omitir a seção (4) e juntar as partes (5) e (6). Quando aplicável, a seção Materials and Methods deve indicar o Comitê de Ética que avaliou os procedimentos para estudos em seres humanos ou as normas seguidas para tratamentos experimentais em animais.

Short communications

Short communications procuram relatar um importante e concisa contribuição para pesquisa, a qual progrediu para o estágio em que os resultados devem ser tornados públicos para outros pesquisadores do mesmo campo. Um short communication também deve possuir Abstract (100 palavras ou menos, neste caso), uma pequena introdução (até 200 palavras) e não pode exceder 1500 palavras. Tabelas e Figuras podem ser incluídas no texto, mas este deve ser proporcionalmente reduzido. Este tipo de publicação nos AABC deve conter contribuições extremamente relevantes, sendo um tipo de artigo com alta competição.

Após recebimento e primeira triagem editorial, artigos serão avaliados por pelo menos dois revisores, sendo eles de instituições educacionais e/ou de pesquisa tanto nacionais quanto internacionais, desde que comprovada sua produção científica. Após possíveis correções e sugestões, o artigo pode ser aceito ou recusado, considerando os pareceres recebidos.

Nós utilizamos o programa integrado Crossref Similarity Check para detectar possíveis plágios.

Os AABC não possuem taxas de submissão, avaliação e publicação de artigos.

Preparação de manuscritos

Todas as seções do manuscrito devem possuir espaçamento duplo. Após o aceite, nenhuma mudança será feita no artigo, de modo que as provas de prelo precisem apenas de correções em erros tipográficos. Lembramos que o envio de artigos é feito exclusivamente pelos autores através do nosso sistema de gerenciamento de artigos.

Tamanho do artigo

Os artigos podem ser de qualquer tamanho necessário para a apresentação e discussão concisa dos dados, mas mantendo-se conciso e cuidadosamente preparado tanto em termos de impacto quanto de legibilidade. No entanto, artigos não devem exceder 50 páginas, incluindo todos os itens (figuras, tabelas, referências, etc.), a menos que possua autorização prévia do Editor-Chefe.

Página de rosto

A página de rosto do artigo deve apresentar os seguintes itens: 1. Título do artigo com até 150 caracteres, sem abreviações e com a tentativa de manter o interesse amplo da comunidade científica; 2. Nomes completos de todos os autores. Utilize números sobrescritos para indicar a filiação de cada autor. 3. Endereços profissionais e ORCID de todos os autores, incluindo instituição, departamento, rua, número, CEP, cidade, estado e país; 4. Key words (de 4 a 6 em ordem alfabética e separadas por vírgulas); 5. Running title (versão resumida – e não abreviada - do título com até 50 caracteres, incluindo espaços); 6. Seção dos AABC à qual o artigo pertence; 7. Nome, endereço, telefone e e-mail do autor para correspondência, a quem serão enviadas as mensagens mais relevantes do processo de avaliação. Este autor ou autora deve ser indicado com um asterisco após seu nome.

Não cumprir com qualquer dos requisitos acima fará com que o artigo seja devolvido (unsubmitted) para correções.

Abstract

O abstract deve conter até 200 palavras e apresentar as principais descobertas do artigo, incluindo uma breve introdução, os objetivos do trabalho e uma conclusão baseada nas presentes descobertas. Caso os autores estejam submetendo uma revisão convidada/autorizada, o abstract deve abordar o principal tema da revisão e explicitar a contribuição de tal revisão à área. O abstract não deve possuir títulos nem citações/referências.

Texto do manuscrito

Todo o texto deve ser escrito com espaçamento duplo utilizando a fonte Times New Roman tamanho 12 ou equivalente, desde que mantida a legibilidade. Por favor, organize seu texto nas seguintes partes sempre que possível: 1. Página de rosto; 2. Abstract (em página separada, 200 palavras ou menos, sem abreviações); 3. Introduction; 4. Materials and Methods; 5. Results; 6. Discussion; 7. Acknowledgments, se aplicável; 8. Author contributions (se o artigo tiver mais de um autor); 9. References; 10. Legendas de figuras e tabelas, se aplicável.

Artigos de algumas áreas, como por exemplo Ciências Matemáticas, devem seguir seu formato padrão. Em alguns casos, pode ser aconselhável omitir a seção (4) e juntar as partes (5) e (6). Quando aplicável, a seção Materials and Methods deve indicar o Comitê de Ética que avaliou os procedimentos para estudos em seres humanos ou as normas seguidas para tratamentos experimentais em animais.

Todos os procedimentos devem ser detalhadamente descritos. Utilize inglês norte-americano para escrever o texto. Nomenclaturas da área de Química devem ser fornecidos de acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC). Cepas de organismos também devem estar identificadas. Informe nomes de fornecedores de reagentes e/ou equipamentos. Utilize unidades e símbolos de acordo com o Bureau International des Poids et Mesures (SI) sempre que possível.

Acknowledgments

Devem ser incluídos ao fim do texto, antes das referências. Agradecimentos pessoais devem preceder nomes de instituições e agências. De forma ideal, notas de rodapé devem ser evitadas, mas, quando necessário, devem estar numeradas. Agradecimentos a financiamentos, subsídios, bolsas de estudo e dívidas com outros colegas, bem como menções à origem do artigo (como uma tese, por exemplo), devem estar nesta seção. Favor incluir o nome completo da agência de fomento, país e número do projeto (se aplicável).

Abreviações

Devem ser definidas em sua primeira ocorrência no texto, exceto por abreviações padrão e oficiais. Unidades e seus símbolos devem estar em conformidade com as aprovadas pelo Bureau International des Poids et Mesures (SI).

Legendas de figuras

Esta informação deve ser fornecida ao fim do manuscrito, após as referências. Todas as figuras devem conter legenda. A legenda deve possuir uma sentença introdutória que descreve as principais descobertas. Todas as divisões na figura devem ser identificadas com letras minúsculas, quando aplicável (1a, 2a, 2b, 3c, 3d, etc.). Quando for o caso da utilização de barras de erro, favor informar se um número que vem após o símbolo \pm é um Standard Error Of Mean (SEM) ou standard deviation of mean (SD). Deve ser informado na legenda se o resultado apresentado representa N experimentos individuais.

Tabelas

Cada tabela deve possuir um pequeno título acima da mesma. Notas abaixo da tabelas também pode ser utilizadas. Tabelas devem ser citadas no artigo em algarismos romanos (Table I, Table II, Tables IV and V, etc.). Tabelas devem ser submetidas separadamente em arquivos editáveis, preferencialmente .doc ou .docx.

Figuras

Só serão aceitas figuras de alta qualidade (mínimo de 300 dpi). Todas as ilustrações serão consideradas figuras, incluindo desenhos, gráficos, mapas, fotografias, esquemas, etc. Seu posicionamento tentativo deve ser indicado, assim como todas as figuras devem ser citadas com seu respectivo número ao longo do texto. Figuras devem ser enviadas de acordo com as seguintes especificações: 1. Desenhos e ilustrações devem estar em formato .PS/.EPS ou .CDR (PostScript ou Corel Draw) e nunca inseridas no texto; 2. Imagens ou figuras em escala de cinza devem estar em formato .TIF e nunca inseridas no texto; 3. Cada figura deve ser enviada em arquivo separado; 4. Figuras devem, a princípio, ser submetidas no tamanho em que espera-se que estejam publicadas no periódico, ou seja, largura de 8cm (uma coluna) ou 16,2cm (duas colunas), com a altura máxima de cada figura e respectiva legenda sendo menor ou igual a 22cm.

As legendas das figuras devem ser enviadas com espaçamento duplo em página separada. Cada dimensão linear dos menores caracteres e símbolos não pode ser menor que 2mm após redução. Figuras coloridas são aceitas tanto como figuras em preto e branco. No entanto, 5 figuras em p/b são sem custo aos autores, enquanto cada figura colorida na versão impressa será cobrada dos autores, com a comunicação sendo feita durante a fase de produção (após o processo de avaliação). De modo a padronizar a contagem e cobrança de figuras preto e branco, tabelas que ocupem dois terços da página ou que tenham mais que 12 colunas ou 24 colunas serão consideradas figuras p/b. Manuscritos de Matemática, Física ou Química podem ser redigidos em TEX, AMS-TEX ou LaTeX, desde que o arquivo .BIB seja enviado junto. Manuscritos sem fórmulas podem ser enviados em .RTF ou doc/docx para Windows.

Referências

Os autores são responsáveis pela exatidão das referências, bem como suas respectivas citações. Artigos publicados ou ainda ‘In press’ podem ser incluídos. Comunicações pessoais (Smith, personal communication) devem ser autorizadas por escritos pelos envolvidos. Referências a teses, abstracts de encontros (não publicados em jornais indexados) e manuscritos em preparação ou apenas submetidos, mas não ainda aceitos, devem ser citados no texto no formato (Smith et al., unpublished data) e NÃO devem ser incluídos na lista de referências.

Referências devem ser citadas no texto no formato a seguir sem a aspa simples, ‘Smith 2004’, ‘Smith & Wesson 2005’ ou, quando há 3 ou mais autores, ‘Smith et al. 2006’. Quando houver dois ou mais artigos cujo nome do primeiro autor e ano de publicação são idênticos, as referências devem ser diferenciadas por letras minúsculas, como em ‘Smith 2004a’, ‘Smith 2004b’, etc.

As referências devem ser listadas alfabeticamente de acordo com o nome do primeiro autor, sempre na ordem SOBRENOME XY, sendo X e Y as iniciais. Se há mais de 10 autores na referência, usar SOBRENOME XY ET AL., sem listar os demais autores. Referências devem conter também o título do artigo. Os nomes dos periódicos devem estar abreviados sem itálico, pontos ou vírgulas. Para as abreviações corretas, verifique listas das maiores bases de dados nas quais o periódico está indexado, ou consulte a World List of Scientific Periodicals. A abreviação a ser usada em referências dos Anais da Academia Brasileira de Ciências é An Acad Bras Cienc. Os seguintes exemplos devem servir de guias para sua lista de referências em nossa revista:

REFERENCES

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P & LEVANTE A. 1984a. Tentative explanation of the special role played by the areas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. *Adv Pain Res Ther* 6: 167-182.

ALBE-FESSARD D, SANDERSON P, CONDES-LARA M, DELAND-SHEER E, GIUFFRIDA R & CESARO P. 1984b. Utilisation de la depression envahissante de Leão pour l'étude de relations entre structures centrales. *An Acad Bras Cienc* 56: 371-383.

KNOWLES RG & MONCADA S. 1994. Nitric oxide synthases in mammals. *Biochem J* 298: 249-258.

PINTO ID & SANGUINETTI YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related Genera. *An Acad Bras Cienc* 56: 207-215.

Livros e capítulos de livros

DAVIES M. 1947. An outline of the development of Science. *Thinker's Library*, n. 120. London: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: NATIONAL CANCER CONFERENCE, 5., Philadelphia. *Proceedings ...*, Philadelphia: J. B. Lippincott, p. 97-104.

UYTENBOGAARDT W & BURKE EAJ. 1971. Tables for microscopic identification of minerals, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

WOODY RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of polipeptides: contributions of B-turns. In: BLOUTS ER ET AL. (Eds), *Peptides, polypeptides and proteins*, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.