



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

KAMILA BARBOSA DOS SANTOS

**EFEITOS DA PLUVIOSIDADE E DISPONIBILIDADE DE ALIMENTO NA  
REPRODUÇÃO DE AVES EM UMA FLORESTA SECA NEOTROPICAL**

MOSSORÓ

2017

KAMILA BARBOSA DOS SANTOS

**EFEITOS DA PLUVIOSIDADE E DISPONIBILIDADE DE ALIMENTO NA  
REPRODUÇÃO DE AVES EM UMA FLORESTA SECA NEOTROPICAL**

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

Linha de Pesquisa: Ecologia e Conservação de Ecossistemas Terrestres.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Fernandes França.

MOSSORÓ

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Se Santos, Kamila Barbosa dos.  
Efeitos da pluviosidade e disponibilidade de alimento na reprodução de aves em uma floresta seca neotropical / Kamila Barbosa dos Santos. - 2017.  
37 f. : il.

Orientador: Leonardo Fernandes França.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, 2017.

1. Artrópodes. 2. Chuva. 3. Insetos. 4. Reprodução. I. França, Leonardo Fernandes, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

KAMILA BARBOSA DOS SANTOS

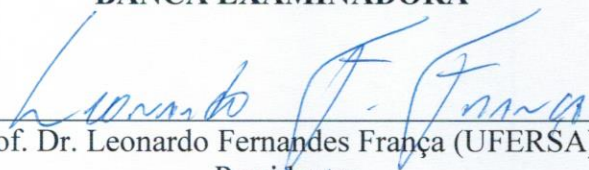
**EFEITOS DA PLUVIOSIDADE E DISPONIBILIDADE DE ALIMENTO NA  
REPRODUÇÃO DE AVES EM UMA FLORESTA SECA NEOTROPICAL**

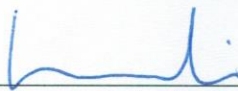
Dissertação apresentada ao Mestrado em Ecologia e Conservação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

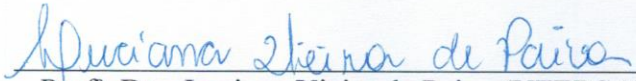
Linha de Pesquisa: Ecologia e Conservação de Ecossistemas Terrestres.

Defendida em: 28 / 03 / 2017.

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Leonardo Fernandes França (UFERSA)  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Vitor de Oliveira Lunardi (UFERSA)  
Membro Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dra. Luciana Vieira de Paiva (UFERSA)  
Membro Examinador

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dra. Daniela Faria Florencio (UFERSA)  
Membro Examinador (suplente)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus e a minha família, minha inspiração diária. Minha mãe Ivânia pelo amor e esforço inabaláveis. Meus irmãos Kaline e Rodrigo e meu cunhado Flávio pelo apoio incondicional e minhas sobrinhas Talita e Taline, os amores da minha vida.

Agradeço ao meu orientador Leonardo França, pela caminhada durante esse tempo. Os seus ensinamentos científicos e de campo, conselhos, atenção e disponibilidade em todo o processo de realização do estudo me permitiam chegar até aqui e me fizeram uma profissional sempre disposta a melhorar.

Agradeço a todos integrantes e ex-integrantes do EcoPAN, Pedro, Clarisse, Liana, Erivanir, Marina, Victória J., Victória P., Paula, Thales, Rayanison e Hélia por toda ajuda em campo, parceria, troca de conhecimento e amizade. Agradeço especialmente a Saulo, meu irmão postigo, por todo o apoio na minha coleta de dados.

Agradeço a todos meus amigos dentro e fora da universidade pelo amor, amizade, compreensão e palavras de incentivo durante esse período.

Agradeço a cada professor que contribuiu para o meu crescimento acadêmico, científico e de campo. Destacando Luciana, Milena e Camila pelo suporte ao meu estudo e também pelas considerações relativas à qualificação, que foram de suma importância para a melhoria do trabalho.

Agradeço aos membros da banca examinadora Vitor, Luciana e Daniela pela disposição em dedicarem tempo e conhecimento para a melhoria do meu trabalho.

Agradeço à CAPES pelo apoio financeiro.

## RESUMO

As flutuações sazonais nas chuvas e disponibilidade de alimento são consideradas os principais estímulos desencadeadores da reprodução nas aves de ambientes semiáridos e áridos. Neste estudo avaliamos a relação entre as chuvas, disponibilidade de alimento e período reprodutivo de aves insetívoras em uma floresta seca neotropical. Coletamos os dados no período de outubro de 2015 a outubro de 2016. Capturamos as aves com redes de neblina a cada 14 dias para obter os dados reprodutivos. Para a coleta de artrópodes utilizamos três tipos de armadilhas, janela, queda e aparelho de sucção. O pico de aumento no número de artrópodes das armadilhas de janela e da sucção ocorreu 28 dias antes do pico de chuva. Nas armadilhas de queda o número de indivíduos teve seu pico de abundância no período seco, 112 dias antes do pico de chuva, depois disso declinou e permaneceu oscilando em baixa densidade. A amostragem da biomassa manteve o mesmo padrão que a contagem de indivíduos. Não houve correlação significativa entre o número de artrópodes e a precipitação acumulada de 14 dias, porém esta correlação ocorreu quando considerada a biomassa das armadilhas de janela e sucção. Houve correlação significativa entre a porcentagem de indivíduos reproduzindo e a precipitação acumulada de 14 dias, no entanto, esta correlação não foi detectada entre a precipitação e abundância de artrópodes. A hipótese sobre relação entre a sazonalidade na disponibilidade de alimento e período de incubação e cuidado dos filhotes, não foi validada. Apesar disto, a coincidência entre o maior pico de abundância de alimento e pico de registros de placa, considerando um *time lag* na relação, indica ter havido alguma relação da abundância de artrópodes com o período de engorda das aves e posterior investimento em reprodução pelos adultos. Além disto, a ausência de relação entre artrópodes e placas e a constatada relação entre chuvas e placas indicou que esta última não foi totalmente mediada pela abundância de artrópodes. Outros mediadores como a cobertura vegetal, a qual atua na proteção dos ninhos, e a própria redução no estresse hídrico, que favorece a produção dos ovos, podem ter sido responsáveis pela ligação entre chuvas e reprodução.

**Palavras-chave:** Artrópodes; Chuva; Insetos; Reprodução.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	1
2.	MATERIAL E MÉTODOS .....	3
2.1	Área de estudo .....	3
2.2	Coleta de dados .....	4
3.	RESULTADOS .....	8
4.	DISCUSSÃO .....	18
5.	REFERÊNCIAS .....	21

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	– Área de estudo nos períodos seco chuvoso .....	4
<b>Figura 2</b>	– Placa de incubação em seus estágios inicial e final .....	5
<b>Figura 3</b>	– Armadilhas janela, queda e aparelho de sucção .....	7
<b>Figura 4</b>	– CCF entre a precipitação acumulada e a biomassa .....	10
<b>Figura 5</b>	– Precipitação acumulada e artrópodes .....	11
<b>Figura 6</b>	– Espécies insetívoras mais capturadas no estudo .....	15
<b>Figura 7</b>	– Precipitação acumulada e porcentagem de aves com placa .....	16
<b>Figura 8</b>	– Porcentagem de aves com placa e artrópodes .....	17



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	– Número de artrópodes capturados em cada tipo de armadilha .....	9
<b>Tabela 2</b>	– Registros visuais de substrato de alimentação .....	12
<b>Tabela 3</b>	– Quantidade de capturas e recapturas de aves .....	13

## INTRODUÇÃO

Flutuações sazonais nas condições climáticas podem regular aspectos ecológicos como, abundância, riqueza e questões do ritmo anual das aves nos ambientes tropicais sazonais/imprevisíveis (Moreau 1950; Karr 1971; Fogden 1972). A precipitação e a disponibilidade de alimento são listadas para estes ambientes como os principais estímulos de período e intensidade do investimento energético destinado à reprodução de aves (Zann *et al.* 1995; Ahumada 2001; Illera & Díaz 2006; Cox *et al.* 2013). De forma geral, a precipitação é responsável por desencadear a produção primária, ativando a reprodução de artrópodes que, por sua vez, é o alimento e fator determinante da reprodução das aves insetívoras (Poulin *et al.* 1993; Martim 1996; Grant *et al.* 2000; Cox & Cresswell 2014). Mesmo aves frugívoras e granívoras são dependentes deste recurso durante a reprodução e, portanto, podem ter esta atividade do ritmo anual ligada a disponibilidade de artrópodes (Marshall 1951, Poulin *et al.* 1993).

Em estudos realizados em ambientes semiáridos que possuem volume e distribuição imprevisível de chuvas o aumento na produção primária ocorre imediatamente após as primeiras chuvas, aumentando com isso, o número de artrópodes herbívoros (Poulin *et al.* 1993; Petit *et al.* 1995, Lima & Rodal 2010; Medeiros *et al.* 2012). De fato, muitos artrópodes nestes ambientes são dependentes de padrões climáticos como temperatura e precipitação, na maioria das ordens apresentando picos de abundância durante a estação chuvosa (Dunham 1978). Porém em algumas guildas ou habitats os artrópodes apresentam pico de abundância na estação seca e em outras situações pode não haver relação entre a abundância destes organismos e os fatores climáticos (Wolda 1980; Wolda & Fisk 1981; Wolda 1988). A abundância de artrópodes costuma ser maior no período chuvoso (Dobzhansky & Pavan 1950; Boinski & Fowler 1989; Ricklefs 1975; Wolda 1978; Wolda & Fisk 1981; Denlinger 1980) e cair drasticamente no período seco onde normalmente o volume hídrico é mínimo e a temperatura é muito alta nos ambientes semiáridos (Janzen & Schoener 1968; Janzen 1973; Wolda 1977). Uma vez sendo este o principal recurso alimentar de grande parte das aves que ocorrem nos ambientes tropicais sazonalmente secos (Poulin 1993; Sick 1997), é provável que exerça influência sobre aspectos biológicos como reprodução, muda de penas e migração das aves, assim como, sobre aspectos populacionais como sobrevivência, recrutamento e tamanho das populações.

Nos trópicos secos, o ciclo anual de reprodução tende a ocorrer de forma sazonal (Poulin *et al.* 1992) e as espécies de aves nestes ambientes costumam iniciar o período de reprodução logo após as chuvas (Ahumada 2001; Illera & Diaz 2006; Houston 2012). Segundo Poulin *et al.* (1994), o período reprodutivo das espécies insetívoras acontece logo após o pico da estação chuvosa e a escassez de chuvas pode provocar o adiamento ou até mesmo a suspensão da reprodução (Poulin *et al.* 1992). A maior parte dos estudos nestes ambientes, de fato, mostra alguma relação entre as chuvas e a reprodução, considerando aspectos como o tamanho do investimento e o período reprodutivo das aves (Ricklefs 1969; Rotenberry & Wiens 1991; Grant *et al.* 2000; Coe & Rotenberry, 2003; Bolger *et al.* 2005; Sarli *et al.* 2015). Nestes estudos a disponibilidade de alimento é apontada como intermediadora da relação, porém na maioria das vezes sem o apoio de dados capazes de comprovar a relação. A reprodução no período seco, onde os recursos são escassos, não seria viável devido à grande demanda de energia dessa atividade, no esforço para produção de ovos, cuidado parental e alimentação dos filhotes (Lack 1954; Perrins 1970; Ewald & Rohwer 1982; Martin 1987).

A Caatinga, apesar de apresentar variação acentuada e imprevisível no volume hídrico anual, possui as chuvas concentradas em um determinado período do ano, entre três a cinco meses (dezembro-abril), e seca entre sete a nove meses (maio-novembro). Por outro lado, a temperatura e o fotoperíodo variam pouco ao longo do ano (Nimer 1972; Velloso *et al.* 2002; Leal *et al.* 2003; Olmos *et al.* 2005) e parece não ter relação com a sazonalidade reprodutiva (Araújo, 2017). Na Caatinga, o período chuvoso é sugerido como épocas de maior disponibilidade de alimento para as aves e os períodos de seca como de escassez de alimento (Velloso *et al.* 2002; Olmos *et al.* 2005; Vasconcellos *et al.* 2010). Da mesma forma, a reprodução também é apontada como ligada ao período chuvoso (Santos 2004; Telino-Junior *et al.* 2005; Vilas-Bôas 2013). Porém, esses estudos não demonstraram as relações temporais que ligam as chuvas, a disponibilidade de alimento e a reprodução das aves. Para o entendimento desta relação em cadeia todos estes parâmetros necessitam ser avaliados simultaneamente e considerando uma escala temporal fina de distribuição das amostras (Blake *et al.* 1990; Karr & Brawn. 1990; Poulin *et al.* 1992).

Na área em que este estudo foi desenvolvido já foram apontados vários aspectos da relação em cadeia envolvendo as chuvas e aspectos da biologia e ecologia das aves.

Um estudo com *Coryphospingus pileatus* mostrou uma relação com *time lag* entre o regime hídrico, esforço reprodutivo (placas de incubação) e entrada de indivíduos na população (Moura 2016), e ainda a presença de aves migrantes e aumento da riqueza de espécies foram encontradas concentradas no período chuvoso (Paixão 2016; Silva 2016) enquanto a reprodução da comunidade de aves nesta área, também esteve correlacionada à precipitação dos dias anteriores (Cavalcante *et al.* 2016), sendo a disponibilidade de alimento sugerida como fator presente nesses processos. No entanto nenhum destes estudos demonstrou ser a abundância de artrópodes o elo que une a chuva a estes ciclos anuais das aves.

No estudo aqui apresentado consideramos as aves insetívoras de uma área de Caatinga, juntamente com dados de abundância de artrópodes e distribuição intra-anual das chuvas para avaliar a hipótese de que a oscilação anual na intensidade do investimento reprodutivo das aves está ligada a distribuição das chuvas por intermédio da disponibilidade de alimento. Para a validade desta hipótese as premissas seguintes devem ser verdadeiras: (1) A abundância de artrópodes está relacionada à distribuição e ao volume de chuvas ao longo do ano; (2) A quantidade de aves insetívoras investindo em reprodução é correlacionada com a oscilação na abundância de artrópodes.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

A Caatinga ocupa cerca de 800.000 km<sup>2</sup> do Nordeste brasileiro (Ab'Saber 1977; Fernandes 1999), possui chuvas irregulares em volume e frequência (Olmos *et al.* 2005) e é considerada uma das maiores florestas sazonalmente secas dos neotrópicos (Miles *et al.* 2006; Pennington *et al.* 2000). A área de estudo está situada na ecorregião denominada Depressão Sertaneja Setentrional, uma das maiores regiões da Caatinga, com aproximadamente 206.700 km<sup>2</sup>, onde a precipitação média anual varia de 500 a 800 mm, podendo existir extremos mais baixos, os quais são chamados de períodos de estiagem (Velloso *et al.* 2002). A área de estudo pertence à Estação Experimental Rafael Fernandes, da Universidade Federal Rural do Semiárido/UFERSA. A Estação possui cerca de 400 ha de área, sendo aproximadamente 200 ha de áreas nativas de Caatinga, e está localizada no município de Mossoró-RN, Brasil (5°03'54.45''S, 37°24'03.64''O, altitude 79 m). O local do estudo é caracterizado por uma vegetação

arbórea densa, com mata nativa de Caatinga de aspecto florestal, cuja única pressão antrópica é a presença de caçadores e retirada esporádica de madeira, porém não causando a supressão de sua vegetação (Figura 1). A precipitação acumulada durante o ano de estudo foi de 450,5 mm, valor abaixo do intervalo médio esperado para a região (Velloso *et al.* 2002).



**Figura 1:** Fotos de um local da área de estudo na Estação Experimental Rafael Fernandes nos períodos seco (A) e chuvoso (B). Fotos: Rayanison Dagner.

### **Coleta e análise de dados**

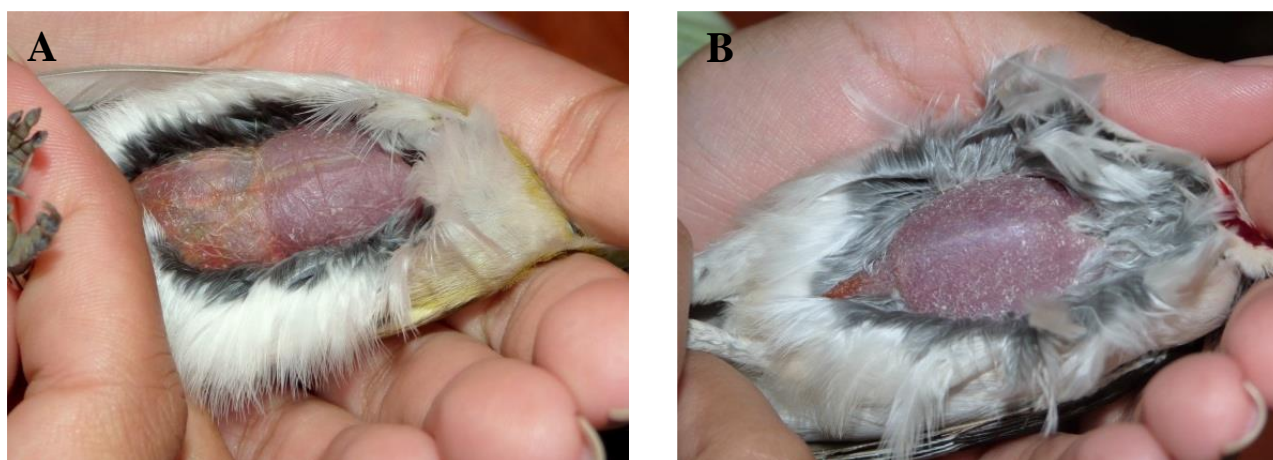
Realizamos a coleta de dados no período de outubro de 2015 a outubro de 2016 a cada 14 dias, durante dois dias consecutivos. Os dados obtidos nos dois dias consecutivos foram agrupados e considerados como uma ocasião de amostragem, totalizando 27 ocasiões durante o período de estudo.

Coletamos os dados reprodutivos durante o programa de captura e monitoramento de aves silvestres do Laboratório de Ecologia de Populações Animais. Para cada ocasião de captura utilizamos 40 redes de neblina ornitológicas (ECOTONE, 20 redes 18X3 m de malha 19 mm e 20 redes 18X2,5 m malha 17 mm) dispostas em quatro trilhas distantes 100 m uma da outra, cada trilha recebendo 10 redes de neblina. As redes foram dispostas individualmente a cada 50 m, totalizando uma distância linear de 2000 m de percurso. A cada dia de amostragem as redes foram mantidas abertas entre às 5:00h e 10:00h da manhã, sendo realizadas vistorias a cada 40 ou 60min para a retirada dos indivíduos capturados. As aves capturadas e retiradas das redes foram contidas em sacos de pano com identificação do ponto de captura e transportadas para um acampamento afastado 100 m do ponto de coleta para medições e marcação dos

indivíduos. Cada ave foi individualizada com anilhas metálicas fornecidas pelo CEMAVE/ICMBio as quais contém um código alfanumérico único de individualização dos animais.

Avaliamos a ocorrência de placa de incubação em cada ave capturada, sendo que os indivíduos registrados com “Placa Inicial” ou “Placa Final” foram considerados como portadores de placa de incubação. A placa era considerada inicial quando as aves apresentaram extrema vascularização e ausência de penas da região central abdominal, além da percepção de um fluido abaixo da pele, dando uma cor rosa opaco à pele (Figura 2A). A placa era considerada como final quando esta região abdominal se apresentava ainda com ausência de penas, mas pouca evidência de vascularização e de fluido abaixo da pele, algumas vezes com aspecto de ressecamento e descamação (Figura 2B).

Na análise dos dados o conjunto de espécies de aves capturadas foi classificado de acordo com algumas guildas alimentares (Insetívoros, Insetívoros-Frugívoros, Insetívoros-Granívoros, Insetívoros- Carnívoros, Frugívoros, Granívoros, Granívoros-Frugívoros, Nectarívoros e Onívoros), sendo utilizado para isto dados da literatura científica disponível para cada espécie em questão (Moojen *et al.* 1941; Schubart *et al.* 1965; Motta-Junior 1990; Poulin *et al.* 1993; Silva *et al.* 2003). Utilizamos nas análises apenas as aves capturadas que foram classificadas como insetívoras-restritivas. Consideramos como variável resposta a porcentagem de aves com placa de incubação. A porcentagem de indivíduos com placa foi obtida a partir da razão entre número de indivíduos com placa e número de capturas em cada ocasião de capturas.



**Figura 2:** Placa de incubação em seus estágios inicial (A) e final (B), de acordo com a classificação utilizada no estudo. Fonte: Cavalcante *et al.* 2016.

Para avaliar a abundância relativa de artrópodes utilizamos três tipos de armadilhas de captura (armadilha de queda, armadilha de janela e aparelho de sucção). Estas eram armadas a cada 14 dias no mesmo período e mesmas trilhas utilizadas no monitoramento das aves. As armadilhas do tipo janelas (*windowpane trap*; Figura 3-A) foram usadas para a amostragem de artrópodes de hábito voador no sub-bosque. Estas possuíam área de captura de 1 m<sup>2</sup> e recipiente de coleta dos artrópodes de 1 m linear. Cada conjunto de armadilha era composto de duas janelas montadas a 1 m e 2 m de altura do nível do solo. Usamos as armadilhas de queda (*pitfalls trap*; Figura 3-B) para amostragem de artrópodes da serapilheira. Cada conjunto de armadilhas era composto de cinco copos de 500 ml enterrados até o nível do solo e dispostos 5 m de distância um do outro. O recipiente de captura das armadilhas de queda e de janela foram parcialmente preenchidos com água e detergente com o objetivo de quebrar a tensão superficial da água e reter os artrópodes capturados. Estas armadilhas eram armadas e mantidas abertas por um período de 48h em cada amostragem. Utilizamos também como procedimento de captura um aparelho de sucção modelo SH56, fabricante Stihl (Figura 3-C) (baseado em, Stewart & Wright 1995) para a amostragem de artrópodes de hábito terrestre que ocorrem em folhas, galhos e troncos das árvores vivas. Consideramos como uma amostragem o processo de 10 min de sucção em uma área determinada, varrendo a vegetação na altura de 0,5 até 2,5 m de altura. Este procedimento ocorreu entre às 07:30h e 09:30h da manhã. Utilizamos três pontos de amostragem nas trilhas de monitoramento de aves para aplicar os procedimentos de amostragem de artrópodes. Em cada ponto de amostragem foram montados um conjunto de armadilha de queda, um de armadilha de janela, assim como foi executado um procedimento de sucção da vegetação. Todos os artrópodes capturados foram armazenados em álcool 70%. Posteriormente os indivíduos foram identificados até o nível de ordem, contados e tiveram sua biomassa seca registrada. Para obter a biomassa secamos os animais em uma estufa à 50 °C durante 24 h e pesamos em uma balança com precisão de 0,1 mg.



**Figura 3:** Armadilhas do tipo janela (A), queda (B) e aparelho de sucção (C) usados na amostragem de artrópodes no período de outubro de 2015 a outubro de 2016 na área natural da Estação Experimental Rafael Fernandes.

Realizamos observações focais, durante as ocasiões de captura com rede de neblina, para observar a atividade de forrageio e o padrão de alimentação das aves estudadas. Esta amostragem visou definir o tipo de hábitat de forrageio das aves e, portanto, as armadilhas mais aptas a capturar os tipos de artrópodes consumidos. Cada ocasião de avistamento teve duração de duas horas (05:30h às 07:30h) e foi feita com auxílio de binóculos. Consideramos como atividade de forrageio o comportamento de ataque descrito por Remsen & Robinson (1990). Obtivemos dados das espécies envolvidas na atividade e o substrato de forrageio das aves. Os substratos de captura considerados nas observações, foram (1) serapilheira, componente do ecossistema com material precipitado ao solo como folhas, galhos, frutos, flores, e resíduos animais; (2) árvores e arbustos de diferentes alturas, considerando troncos, galhos, flores ou folhas; e (3) ar, sendo a obtenção do alimento feita em atividade de voo.



A distribuição das chuvas foi caracterizada com base em dados de precipitação (mm) diária, disponibilizados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN- <http://www.cemaden.gov.br/mapainterativo/>) de acordo com sete pluviômetros dispostos em um raio de até 20 km da Estação Experimental Rafael Fernandes. A precipitação acumulada considerada para cada ocasião de amostragem foi calculada com base na precipitação diária durante os 14 dias anteriores a cada ocasião de capturas. Considerando o conjunto de pluviômetros estabelecemos a precipitação média acumulada.

Para determinar o grau de relação entre o número e a biomassa dos artrópodes da área de estudo, foi utilizado a Correlação Linear de Pearson, sendo considerado o nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Utilizamos a Função de Correlação Cruzada (CCF) para verificar a existência de relação e *time lag* (tempo de atraso) entre a precipitação acumulada (precipitação acumulada nos 14 dias anteriores a cada ocasião de captura) e a abundância (número e biomassa) de artrópodes, e também para testar a existência de correlação e *time lag* entre a abundância de artrópodes (número e biomassa) nos três tipos de armadilhas (janela, queda e sucção) e os registros de placa de incubação das aves insetívoras. A Função de Correlação Cruzada é usada para relacionar duas séries temporais de dados (y e x) e possibilita que sejam verificados os efeitos de diferentes *time lags* da variável-y em relação a variável-x, sendo a segunda uma potencial preditora de y. *Time lags* significativamente negativos indicam que valores da série de dados de y estão relacionados com valores anteriores da série de dados de x (Brockwell & Davis 2006).

## RESULTADOS

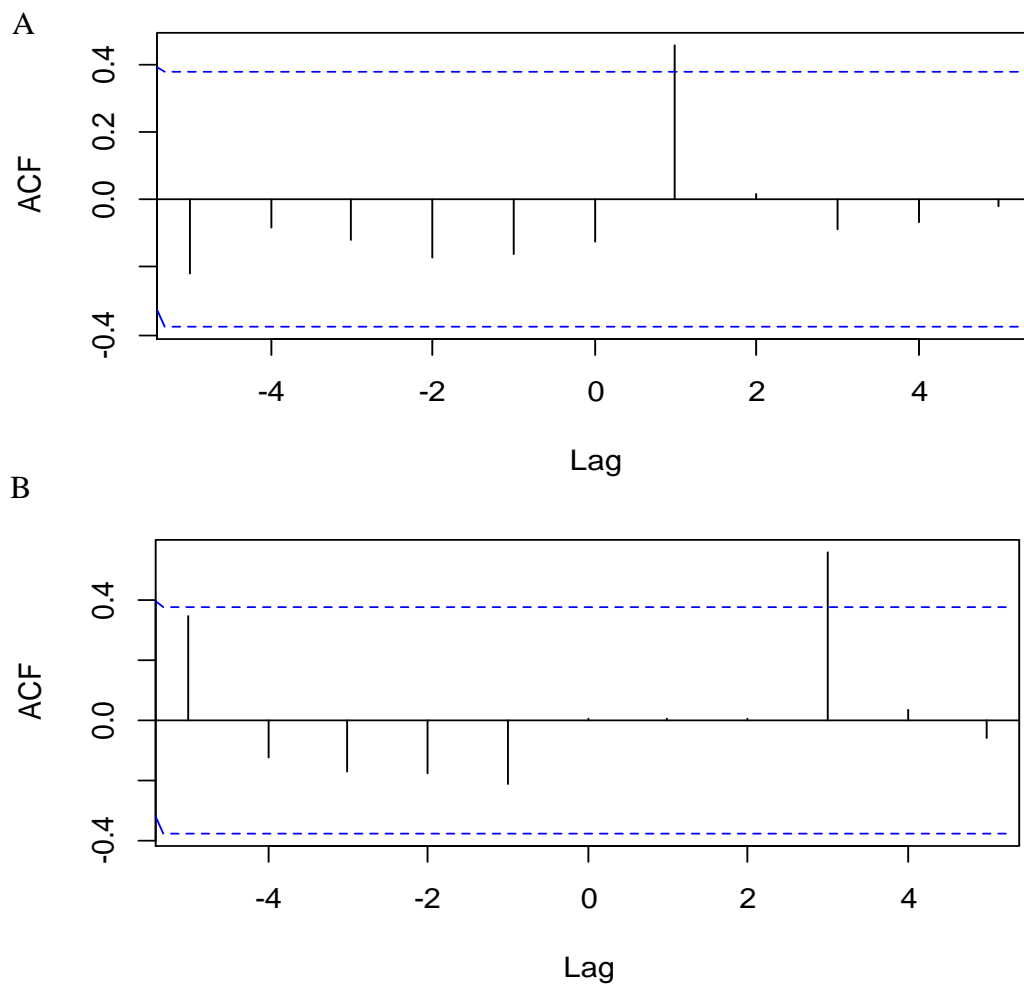
O total de artrópodes coletados nas 27 ocasiões foi de 4026 indivíduos, sendo 4019 pertencentes a 15 ordens e sete larvas de ordens não identificadas. Hymenoptera, diptera e coleoptera (três tipos de armadilha), isoptera (janela), araneae (armadilha de queda) e orthoptera (sucção) foram os grupos mais abundantes na amostragem (Tabela 1).

O número e biomassa de artrópodes ao longo dos meses foi fortemente correlacionado entre si para todos os tipos de armadilha (janela,  $r^2 = 0,77$ ,  $t = 9,17$ ,  $p < 0,001$ ; sucção,  $r^2 = 0,67$ ,  $t = 7,14$ ,  $p < 0$ ; armadilha de queda,  $r^2 = 0,48$ ,  $t = 4,87$ ,  $p < 0,001$ ).

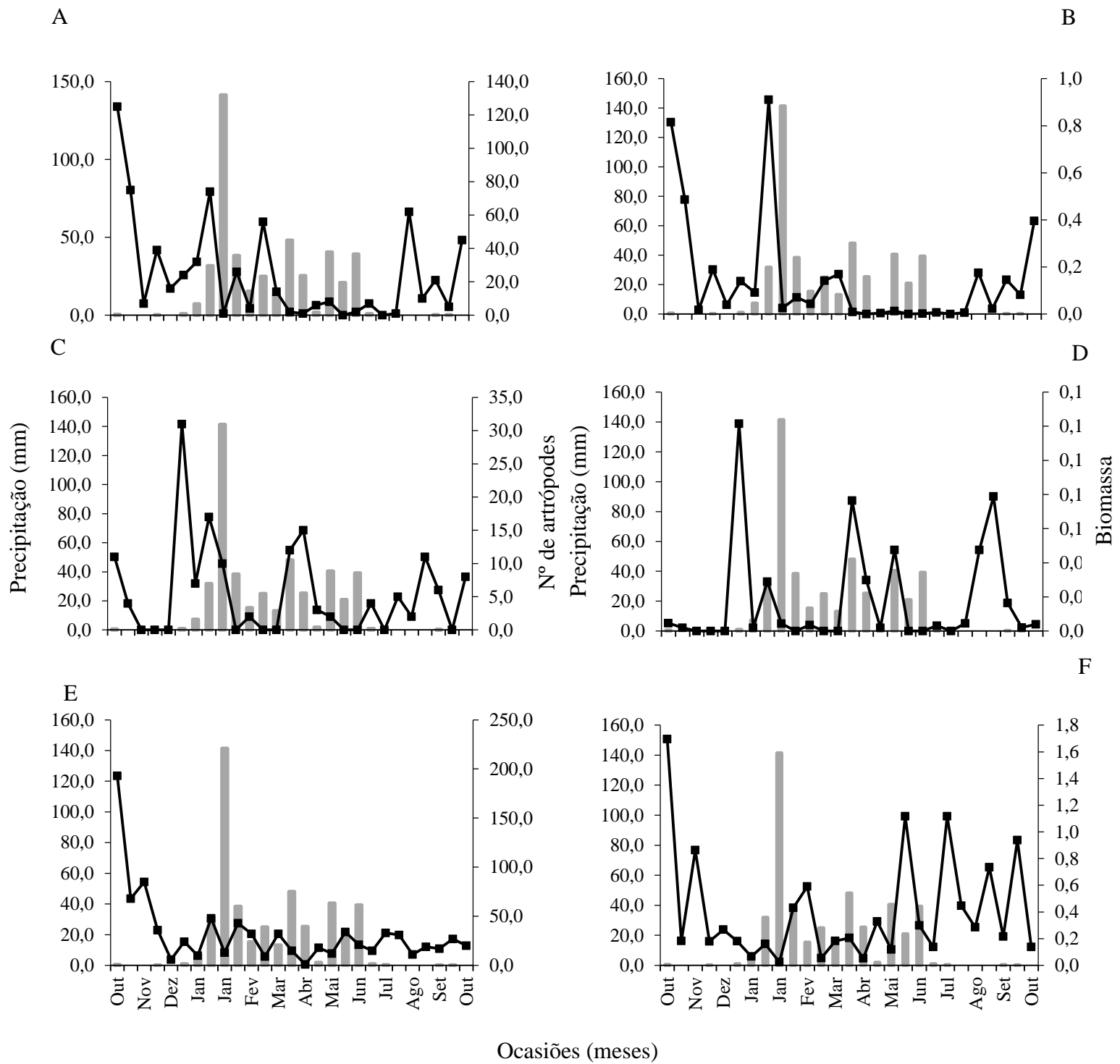
0,0001). A Função de Correlação Cruzada não detectou a existência de correlação significativa entre a precipitação e número de artrópodes independentemente do tipo de armadilha. Porém houve correlação entre a precipitação e a biomassa para os artrópodes capturados em armadilhas de janela (uma ocasião de *time lag*,  $r = 0,46$ ) e artrópodes capturados com o aparelho de sucção (três ocasiões de *time lag*,  $r = 0,56$ ) (Figura 4). O principal pico de abundância nas armadilhas de janela (uma ocasião, 14 dias) e aparelho de sucção (uma a três ocasiões) ocorreu antes do principal pico de chuvas, sendo a relação mais evidente quando considerados os dados de biomassa de artrópodes (Figura 5A, B, C e D). Nas armadilhas de queda a maior abundância de artrópodes ocorreu no auge da seca em outubro-novembro (Figura 5E). De acordo com os dados de biomassa houve aumento na abundância destes artrópodes ao longo de todo o período seco, entre outubro-novembro e entre julho-outubro (Figura 5F).

**Tabela 1:** Número de artrópodes capturados em cada tipo de armadilha. Capturas ocorridas durante 27 ocasiões de amostragem entre outubro de 2015 e outubro de 2016, na Estação Experimental Rafael Fernandes.

<b>Taxa</b>	<b>Janela</b>	<b>Queda</b>	<b>Sucção</b>	<b>Total</b>
<b>Insecta</b>				
Blattodea	1	47	4	52
Coleoptera	218	238	26	482
Diptera	254	43	38	335
Hemiptera	2	0	0	2
Hymenoptera	517	2076	21	2614
Isoptera	239	1	0	240
Lepidoptera	22	6	5	33
Mantodea	1	0	0	1
Orthoptera	5	34	32	71
Thysanura	3	1	0	4
<b>Arachnida</b>				
Araneae	12	118	21	151
Ixodida	0	20	0	20
Pseudoscorpiones	1	3	2	6
Scorpiones	0	6	0	6
<b>Chilopoda</b>				
Scutigermorpha	0	2	0	2
<b>Larva</b>	0	1	6	7



**Figura 4:** Função de Correlação Cruzada entre a precipitação acumulada e a biomassa dos artrópodes capturados nas armadilhas de janela (A) e com o aparelho de sucção (B). As linhas pontilhadas indicam os intervalos de significância. As correlações significativas estão representadas pelas barras que ultrapassaram as linhas pontilhadas.



**Figura 5:** Precipitação acumulada de 14 dias (barras) e artrópodes (linhas) capturados com armadilhas tipo janela (A, B), aparelho de sucção, (C, D) e armadilhas de queda (E, F). Capturas ocorridas durante 27 ocasiões de amostragem entre outubro de 2015 e outubro de 2016, na Estação Experimental Rafael Fernandes.

Os substratos de forrageamento mais utilizados pelas aves, de acordo com as observações comportamentais, foram troncos de árvores e arbustos, sendo raros os registros de atividade alimentar na serapilheira e durante o voo. A maioria das espécies observadas apresentaram placa de incubação durante a atividade de captura na rede (Tabela 2).

**Tabela 2:** Registros visuais de substrato de alimentação para o conjunto de espécies de aves também registradas com placa de incubação (com placa) durante o monitoramento com redes de neblina e para aves não registrada ou registrada sem placas de incubação (sem placa) durante o monitoramento.

Substrato	Nº de registros alimentares	
	Com placa	Sem placa ou não registrada
Serapilheira	4	0
Árvores/arbustos	27	4
Ar (voo)	2	0

Registramos 1683 aves de 73 espécies ao longo do estudo. Destas, 768 registros (413 capturas, 355 recapturas) de 35 espécies foram de aves estritamente insetívoras, as espécies insetívoras mais capturadas foram *Formicivora melanogaster* (Formigueiro-de-barriga-preta), *Cnemotriccus fuscatus* (Guaracavuçu) *Hemitriccus margaritaceiventer* (Sebino-de-olho-de-ouro) e *Myiarchus tyrannulus* (Maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado) (Figura 6). Esta guilda alimentar foi a mais representativa em quantidade de indivíduos e espécies (Tabela 3), assim como, em quantidade de placa de incubação (158 registros de 25 espécies). A presença de placas de incubação (período reprodutivo) ocorreu entre os meses de janeiro e junho, com maior concentração entre final de janeiro e início de abril (Figura 7A).

A Função de Correlação Cruzada detectou correlação significativa entre a porcentagem de indivíduos com placa de incubação e a precipitação acumulada de 14 dias, sendo esta relação mais forte quando consideradas duas unidades de tempo de atraso (28 dias) das placas em relação à quantidade de chuvas ( $r = 0,633$ , Figura 7B). Por outro lado, a CCF não detectou a existência de correlação significativa entre a abundância de artrópodes e os registros de placa de incubação, independentemente do tipo de armadilha, medida de abundância (número ou biomassa) ou tempo de atraso

considerado entre as covariáveis. De acordo com a análise visual dos gráficos o aumento súbito na abundância de placas ocorreu logo após um pico de abundância (número e biomassa) de artrópodes nas armadilhas do tipo janela e sucção, tanto para número de indivíduos quanto para biomassa (Figura 8A, B, C e D). A maior parte da biomassa de artrópodes foi registrada fora do período de placas de incubação (período reprodutivo = 5,3023 g; período não reprodutivo = 8,4627 g), com um pico de abundância no auge da seca (janela e queda) e outro em dezembro-janeiro logo antes do início do registro de placas (janela e sucção).

**Tabela 3:** Quantidade de capturas e recapturas de espécies de aves de acordo com nove categorias de guilda alimentar. Capturas ocorridas durante 27 ocasiões de amostragem entre outubro de 2015 e outubro de 2016, na Estação Experimental Rafael Fernandes.

<b>Espécies*</b>	<b>Capturas/Recapturas</b>
<b>Insetívoros</b>	
<i>Formicivora melanogaster</i>	80
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	80
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	70
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	69
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	42
<i>Thamnophilus capistratus</i>	38
<i>Casiornis fuscus</i>	37
<i>Veniliornis passerinus</i>	36
<i>Polioptila plumbea</i>	34
<i>Vireo olivaceus</i>	32
<i>Nystalus maculatus</i>	31
<i>Sakesphorus cristatus</i>	30
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	28
<i>Picumnus limae</i>	24
<i>Cantorchilus longirostris</i>	23
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	14
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	13
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	13
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	12
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	9
<i>Piculus chrysochloros</i>	8
<i>Troglodytes musculus</i>	7
<i>Hydropsalis parvulus</i>	6
<i>Myrmorchilus strigilatus</i>	6

<i>Colaptes melanochloros</i>	5
<i>Todirostrum cinereum</i>	5
<i>Taraba major</i>	4
<i>Tyrannus melancholicus</i>	3
<i>Coccyzus americanos</i>	2
<i>Pachyramphus validus</i>	2
<i>Casiornis rufus</i>	1
<i>Hirundo rustica</i>	1
<i>Hydropsalis albicollis</i>	1
<i>Pachyramphus viridis</i>	1
<i>Stigmatura napensis</i>	1
<b>Insetívoro; Frugívoro</b>	
<i>Turdus rufiventris</i>	51
<i>Myiodynastes maculatus</i>	47
<i>Myiopagis viridicata</i>	21
<i>Turdus amaurochalinus</i>	17
<i>Phaeomyias murina</i>	14
<i>Empidonomus varius</i>	12
<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	12
<i>Elaenia chilensis</i>	7
<i>Celeus flavescens</i>	5
<i>Camptostoma obsoletum</i>	4
<i>Elaenia flavogaster</i>	4
<i>Nemosia pileata</i>	4
<i>Myiarchus ferox</i>	3
<i>Myiophobus fasciatus</i>	2
<i>Elaenia spectabilis</i>	1
<b>Insetívoro; Granívoro</b>	
<i>Lanio pileatus</i>	433
<i>Paroaria dominicana</i>	9
<i>Volatinia jacarina</i>	8
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	5
<i>Cyanoloxia brissonii</i>	2
<i>Ammodramus humeralis</i>	1
<b>Insetívoro; Carnívoro</b>	
<i>Megascops choliba</i>	3
<b>Frugívoro</b>	
<i>Aratinga cactorum</i>	4
<i>Euphonia chlorotica</i>	3
<i>Forpus xanthopterygius</i>	2
<b>Granívoro</b>	
<i>Columbina talpacoti</i>	71
<i>Columbina picui</i>	51

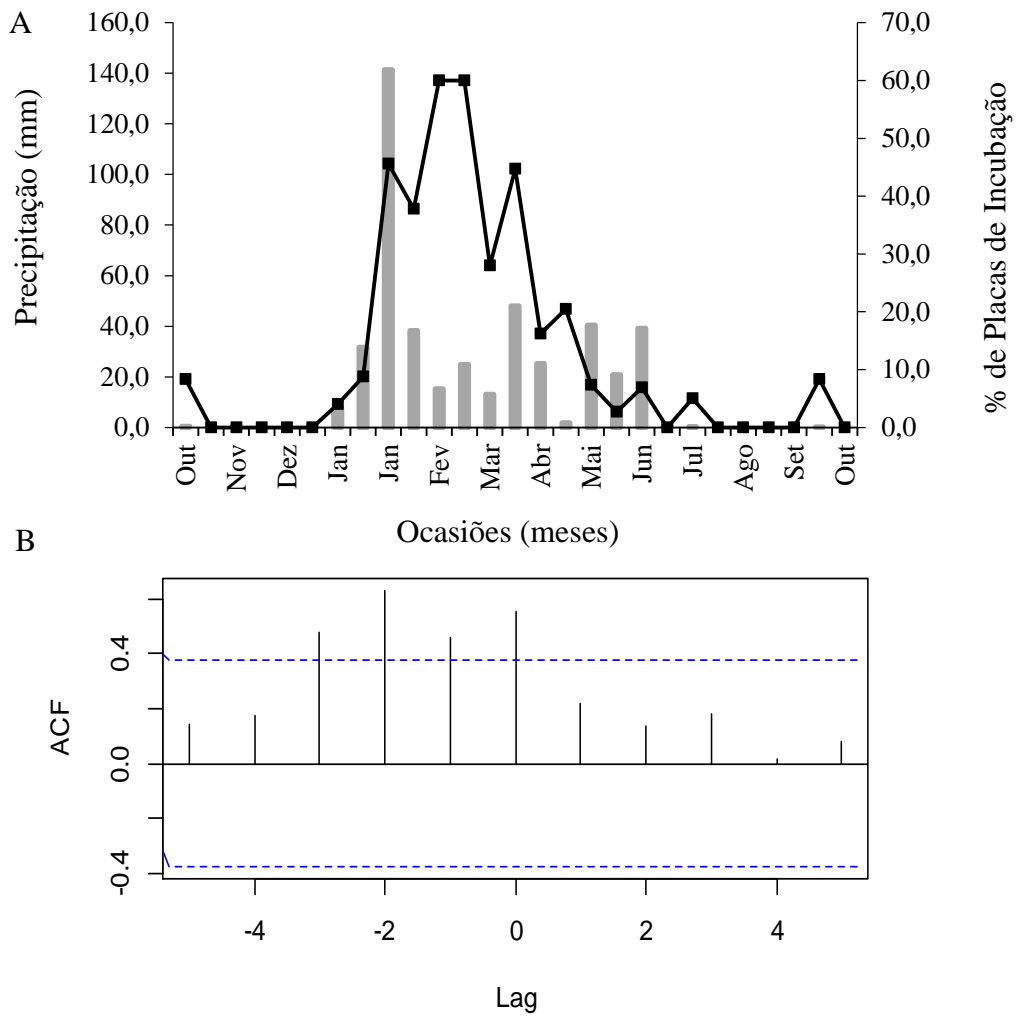
<i>Columbina minuta</i>	27
<i>Columbina passerina</i>	9
<b>Granívoro; Frugívoro</b>	
<i>Leptotila verreauxi</i>	13
<b>Nectarívoro</b>	
<i>Eupetomena macroura</i>	9
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	5
<i>Chrysolampis mosquitos</i>	1
<b>Onívoro</b>	
<i>Coereba flaveola</i>	30
<i>Cyanocorax cyanopogon</i>	15
<i>Pitangus sulphuratus</i>	7
<i>Icterus pyrrhopterus</i>	2
<i>Molothrus bonariensis</i>	1

\*Grupo trófico de cada espécie (guildas) baseado em Moojen *et al.* 1941; Schubart *et al.* 1965; Motta-Junior 1990; Poulin *et al.* 1993 e Silva *et al.* 2003.

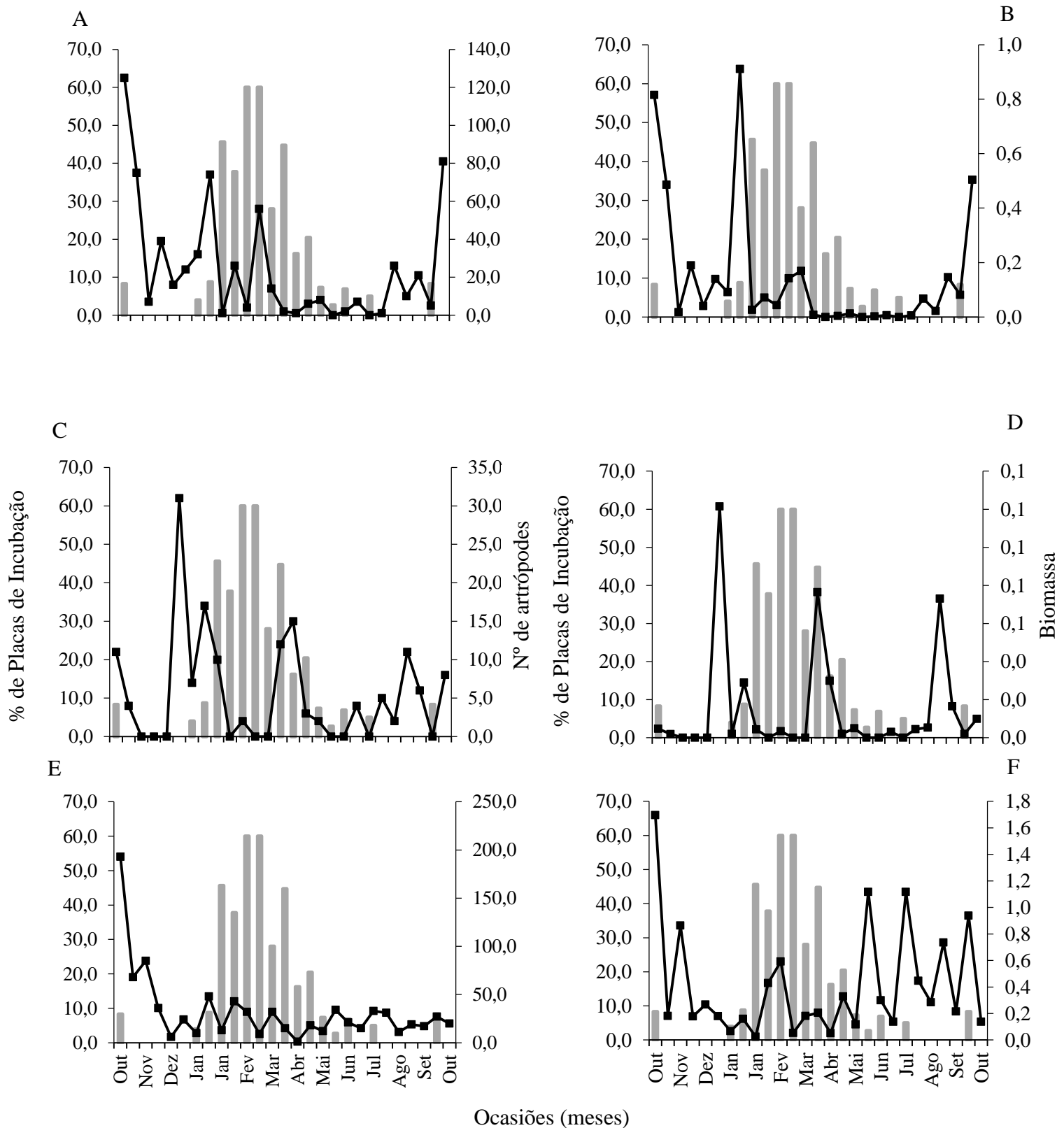


**Figura 6:** Espécies insetívoras mais capturadas no estudo: (A) *Formicivora melanogaster*, (B) *Cnemotriccus fuscatus*, (C) *Hemitriccus margaritaceiventer* e (D) *Myiarchus tyrannulus*. Fotos: Pedro Teófilo de Moura.





**Figura 7:** Precipitação acumulada de 14 dias (barras) e porcentagem de aves insetívoras com placa (linhas) (A) e Função de Correlação Cruzada entre a precipitação acumulada e a porcentagem de insetívoros com placa (B). As linhas pontilhadas indicam os intervalos de significância. As correlações significativas estão representadas pelas barras que ultrapassaram as linhas pontilhadas.



**Figura 8:** Porcentagem de aves insetívoras com placa (barras) e artrópodes (linhas) capturados com armadilhas tipo janela (A, B), aparelho de sucção, (C, D) e armadilhas de queda (E, F). Capturas ocorridas durante 27 ocasiões de amostragem entre outubro de 2015 e outubro de 2016, na Estação Experimental Rafael Fernandes.

## DISCUSSÃO

Nosso estudo apresenta uma amostragem robusta para estudos de disponibilidade de artrópodes em ambientes semiáridos, por apresentar uma resolução temporal estreita (14 dias) e incomum para ambientes semiáridos. Isto nos permitiu demonstrar a real relação temporal entre artrópodes e distribuição das chuvas. Em adição, medimos a biomassa dos artrópodes como um parâmetro de disponibilidade de alimento além do número de indivíduos, sendo esta última a única medida de abundância na maioria dos estudos (Wolda 1978; Wolda 1988; Poulin *et al.* 1993; Ahumada 2001; Pinheiro *et al.* 2002). A biomassa pode ser mais efetiva na amostragem de recursos alimentares das aves insetívoras, já que a otimização na obtenção de energia necessária para atividades com alto custo energético nesses animais, como produção de ovos e cuidado com os filhotes, os levam à busca por presas maiores, mais lucrativas energeticamente e mais nutritivas, apesar de menos abundante em número de indivíduos (Krebs & Davies 1997; Ricklefs 2003; Pough *et al.* 2003). No entanto, estes resultados se baseiam em dados coletados no período de apenas um ano, e em uma única área de amostragem, o que limita a extrapolação para o entendimento de padrões temporais e espaciais.

A antecipação (biomassa) ou ausência de relação (número) da abundância de artrópodes de sub-bosque em função das chuvas, tal como o registrado aqui, não é um padrão comumente observado nos ambientes semiáridos (Poulin *et al.* 1993; Petit *et al.* 1995; Illera & Diaz 2006). Os estudos que avaliaram esta relação nos semiáridos mostraram relação imediata ou um atraso dos artrópodes em relação aos picos de chuva (Ahumada 2001; Pinheiro *et al.* 2002; Olmos *et al.* 2005; Araújo 2017). Esta discordância surge principalmente quando comparamos a produção de artrópodes de folhas e galhos (armadilha de sucção) e de hábito alado (janela) na área de estudo com outros ambientes semiáridos, demonstrando que a chuva pode não ser o único fator imediato usado na proliferação de artrópodes de ambiente secos e controlador de sua abundância (Wolda 1988; Pinheiro *et al.* 2002).

Por outro lado, a ausência de relação entre número/biomassa de artrópodes da serapilheira e distribuição das chuvas é um padrão comum nos ambientes sazonais, demonstrando que a disponibilidade de recursos para estes artrópodes é mais constante do que a encontrada nas árvores e arbustos (Wolda 1992; Ahumada 2001). Diferentes respostas à chuva entre artrópodes de diferentes tipos de habitat já foram encontradas

em ambientes sazonais (Pinheiro *et al.* 2002; de Carvalho Lima 2008), podendo a abundância aumentar no período chuvoso (Dunham 1978), no período seco (Boinski & Scott 1988) ou não variar em relação a chuva (Denlinger 1980).

A maior parte das espécies de aves insetívoras registradas aqui se reproduziu de forma sincrônica entre janeiro e julho, sendo este também o período de registro das chuvas e, portanto, após o maior pico de abundância de artrópodes. A reprodução sincrônica e relacionada às chuvas nesta comunidade de aves é uma característica comumente retratada na área de estudo (Cavalcante *et al.* 2016). Em outras regiões da Caatinga o período reprodutivo, retratado a partir de dados de placa de incubação, se restringiu às épocas de incidência chuvosa típica (Nascimento *et al.* 2000; Tellino-Junior *et al.* 2005; Roos *et al.* 2006; Ruiz-Esparza 2012), demonstrando que a reprodução de aves nesta região é altamente relacionada às chuvas (Velloso *et al.* 2002; Prado 2003). A intensidade do registro das placas de incubação foi proporcional ao volume da chuva, relação também mostrada em outros estudos em semiáridos (Patten & Rotenberry 1999; Hau *et al.* 2004; Illera & Díaz 2006; Cavalcante *et al.* 2016). Apesar dessa intrincada relação entre chuvas e reprodução das aves na Caatinga, nossa hipótese que a sazonalidade das chuvas é usada como “fator imediato” capaz de indicar o período de maior disponibilidade de alimento e regular o período reprodutivo, mais especificamente o período de incubação e cuidado dos ninhos, não foi completamente validada pelos dados. Alguns estudos propõem que a precipitação é o principal estímulo que desencadeia a reprodução de aves nos ambientes semiáridos (Leitner *et al.* 2003; Hau *et al.* 2004), sendo a disponibilidade de alimento o fator mediador desta relação (Illera & Díaz 2006). De fato, as chuvas parecem ter sido usadas pelas aves como estímulo regulador do período e intensidade reprodutiva, tendo a abundância de placas respondido de forma atrasada (28 dias) às variações intra-anuais de precipitação. Por outro lado, os resultados indicaram não haver relação entre a disponibilidade de artrópodes e o período reprodutivo, mesmo a abundância de artrópodes tendo sido, até certo ponto, relacionada à distribuição das chuvas. A relação entre reprodução e artrópodes não foi constatada mesmo para o tipo de armadilha (aparelho de sucção) capaz de capturar os artrópodes mais registrados nas observações de consumo de alimento.

Apesar da ausência de relação entre placas de incubação e artrópodes, a reprodução das aves ocorreu logo após o principal pico em número e biomassa de artrópodes capturados com o aparelho de sucção, a armadilha mais apta a capturar

artrópodes frequentemente consumidos pelas aves. Três hipóteses de sincronização reprodutiva e disponibilidade de alimento são consideradas nos estudos que avaliam a relação entre alimento e reprodução nas aves (Lack 1954; Perrins 1970; Ewald & Rohwer 1982; Martin 1987). As aves podem ajustar o período de maior abundância de alimento com o período de engorda dos pais para a produção de ovos (Ewald & Rohwer 1982), o desenvolvimento dos ninhegos (Lack 1954) ou o de cuidado dos filhotes pós-ninho (Morton 1971). Em nosso estudo é possível que a relação tenha ocorrido entre a abundância de alimento e o período de engorda das aves, pois o maior pico de abundância de artrópodes (número e biomassa) aconteceu 42 dias antes do pico de registro de placas de incubação, portanto, a engorda pode ter sido um tipo de estímulo inicial para o começo da reprodução (Perrins 1970; Ewald & Rohwer 1982). A engorda antes da reprodução é algo substancial para o sucesso reprodutivo, em regiões com longos períodos secos, como acontece nos semiáridos. A antecipação das fêmeas na produção de ovos, antes de sua reposição nutricional e após um período de estresse fisiológico, pode limitar a produção e qualidade dos ovos (Perrins 1970; Patten & Rotenberry 1999). Após esse pico inicial de artrópodes e investimento reprodutivo (placa de incubação), a abundância de placas não acompanhou a diminuição na abundância de artrópodes, mas acompanhou a variação no volume de chuvas. Portanto, a suposta relação de causa efeito mediada pela abundância de artrópodes (Illera & Díaz 2006) pode não ser o único processo que ligou a reprodução às chuvas. Podendo haver outros fatores intermediadores da relação ou mesmo uma relação direta entre a reprodução e regime hídrico.

Um fator também potencialmente controlado pelas chuvas e que pode atuar como mediador da relação chuva-reprodução é a produção primária. Esta, é desencadeada pelas primeiras chuvas na Caatinga (Lima & Rodal 2010) e promove a formação de uma cobertura mais densa na vegetação (Pennington *et al.* 2006), por sua vez esta permite que as aves construam seus ninhos em locais de difícil acesso aos predadores e também protegidos da radiação solar direta (Grant 1982; Yanes *et al.* 1996; Rivera *et al.* 2009; Borgmann *et al.* 2013). A predação de ninhos é considerada a principal causa de perda de ninhadas de aves tropicais (Oniki 1979; Martin 1996; Stutchbury & Morton 2001; Marini *et al.* 2009). Esta parece ser uma condição comum na área de estudo, onde já foram relatadas altas taxas de predação de ninhos e sucesso reprodutivo extremamente baixo (França *et al.* 2016). A ausência de relação entre a disponibilidade de artrópode e período de reprodução das aves foi encontrado em

florestas sazonais na Austrália (Houston 2012) e no nordeste do Brasil (Araújo 2017). Portanto, o início da reprodução pode ser estimulado pela engorda, após a disponibilidade de alimento, porém a intensidade reprodutiva durante a estação pode ser controlada pela densidade da cobertura vegetal que confere proteção para os ninhos.

O período de reprodução e o investimento reprodutivo pode ser influenciado também de forma direta pela chuva, principalmente na produção e postura de ovos (Coe & Rotenberry 2003). Como o ovo é uma estrutura que contém uma grande porcentagem de água na sua composição, a busca por esse recurso aumenta no início do período reprodutivo (Reynolds & Waldron 1999), assim, quanto maior a disponibilidade de água, maior o tamanho e viabilidade dos ovos e a quantidade de filhotes. A umidade também diminui o ressecamento natural dos ovos, aumentando as chances de sobrevivência do embrião (Ar 1991) e do crescimento dos filhotes (Tieleman *et al.* 2004).

Nosso estudo mostra que a intensa relação entre chuva e reprodução sendo mediada pelo aumento dos artrópodes pode não ser tão evidente como muitas vezes já foi citado para ambientes semiáridos, e que o sucesso reprodutivo pode estar relacionado com outros parâmetros além do alimento, como umidade e cobertura vegetal, visto a importância da água para a postura de ovos e do sombreamento para a proteção contra dessecação e predação do conteúdo dos ninhos (Pleszczynska 1978; Rivera *et al.* 2009; Borgmann *et al.* 2013;). Apesar da importância da precipitação para a reprodução das aves em ambientes sazonais/imprevisíveis (Rotenberry & Wiens 1991; Grant *et al.* 2000; Leitner *et al.* 2003; Hau *et al.* 2004; Bolger *et al.* 2005) a relação pode não ser intermediada exclusivamente pela disponibilidade de alimento como tem sido pressuposto para diversos semiáridos do mundo (Immelmann 1969; Hau *et al.* 1998; Ahumada 2001; Morrison & Bolger 2002; Coe & Rotenberry 2003; Illera & Diaz 2006; Salgado-Ortiz *et al.* 2009).

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação.** Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1977.

AHUMADA, J. A. Comparison of the reproductive biology of two neotropical wrens in an unpredictable environment in northeastern Colombia. **The Auk** **118**: 191-210, 2001.

AR, A. Roles of water in avian eggs. Egg incubation: its effects on embryonic development in birds and reptiles. Cambridge University Press, **Cambridge**: 229-243, 1991.

ARAUJO, H. F. P. **Amostragem, estimativa de riqueza de espécies e variação temporal na diversidade, dieta e reprodução de aves em área de Caatinga, Brasil.** Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba, 2009. 199 p.

ARAUJO, H. F. P. *et al.* Passerine phenology in the largest tropical dry forest of South America: effects of climate and resource availability. **Emu**: 1-14, 2017.

BLAKE, J. G., B. A. LOISELLE. T. C. MOERMOND, D. J. LEVEY, & J. S. DENSLOW. Quantifying abundance of fruits for birds in tropical habitats. **Studies in Avian Biology 13**: 73-79, 1990.

BOINSKI S. & FOWLER N. L. Seasonal patterns in a tropical lowland forest. **Biotropica 21**: 223–33, 1989.

BOINSKI, S. & SCOTT, P. E. Association of birds with monkeys in Costa Rica. **Biotropica 20**: 136-143, 1988.

BOLGER, D. T. *et al.* Avian reproductive failure in response to an extreme climatic event. **Oecologia 142.3**: 398-406, 2005.

BORGMANN, K. L., CONWAY, C. J. & MORRISON, M. L. Breeding phenology of birds: mechanisms underlying seasonal declines in the risk of nest predation. **PLoS One 8.6**: e65909, 2013.

BROCKWELL, P. J. & DAVIS, R. A. **Time series: theory and methods 2.** Springer Verlag, New York, 2006. 518 p.

CAVALCANTI, L. M., de PAIVA, L. V. & FRANÇA, L. F. Effects of rainfall on bird reproduction in a semi-arid Neotropical region. **Zoologia (Curitiba) 33.6**, 2016.

CARVALHO LIMA, A. L. **Ecologia Trófica de Aves Insetívoras de Sub-Bosque em uma Área de Mata Atlântica, Minas Gerais, Brasil.** Dissertação. (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, Seropédica, 2008. 75 p.

COE, S. J., & ROTENBERRY, J. T. Water availability affects clutch size in a desert sparrow. **Ecology 84.12**: 3240-3249, 2003.

COX, D. T. C. & CRESSWELL, W. Mass gained during breeding positively correlates with adult survival because both reflect life history adaptation to seasonal food availability. **Oecologia 174**: 1197–1204, 2014.

- 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.
- DENLINGER, D. L. Seasonal and annual variation of insect abundance in the Nairobi National Park, Kenya. **Biotropica** **12**: 100-106, 1980.
- DOBZHANSKY T. & PAVAN C. Local and seasonal variations in relative frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. **Journal of Animal Ecology** **19**: 1-14, 1950.
- DUNHAM, A. E. Food availability as a proximate factor influencing individual growth rates in the iguanid lizard *Sceloporus merriami*. **Ecology** **59.4**: 770-778, 1978.
- EWALD, P. W., AND S. ROHWER. Effects of supplemental feeding on timing of breeding, clutch-size and polygyny in Red-winged Blackbirds *Agelaius phoeniceus*. **The Journal of Animal Ecology** **51**: 429-450, 1982.
- FERNANDES, A. Província das Caatingas ou Nordeste. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** **71**: 299-310, 1999.
- FOGDEN M. P. L. The seasonality and population dynamics of equatorial forest birds in Sarawak. **Ibis** **114**: 307-43, 1972.
- FRANÇA, L. F., SILVA, C. M. & de PAIVA, L. V. Effects of intrinsic and time-specific factors on daily nest survival of birds in a semiarid area of South America (Caatinga). **Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology** **24.3**: 228-234, 2016.
- GRANT, G. S. Avian incubation: egg temperature, nest humidity, and behavioral thermoregulation in a hot environment. **Ornithological monographs** **30**: iii-75, 1982.
- GRANT, P. R. *et al.* Effects of El Niño events on Darwin's finch productivity. **Ecology** **81.9**: 2442-2457, 2000.
- HAU, M. *et al.* A neotropical forest bird can measure the slight changes in tropical photoperiod. **The Royal Society B** **265**: 89-95, 1998.
- HAU, M. *et al.* Timing of reproduction in a Darwin's finch: temporal opportunism under spatial constraints. **Oikos** **106.3**: 489-500, 2004.
- HOUSTON, Wayne A. Breeding cues in a wetland-dependent Australian passerine of the seasonally wet-dry tropics. **Austral Ecology** **38.6**: 617-626, 13 nov. 2012.
- 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.
- IMMELMANN, K. Environmental factors controlling reproduction in African and Australian birds—a comparison. **Ostrich** **40**: 193-204, 1969.



- JANZEN D. H. & SCHOENER T. W. Differences in insect abundance and diversity between wetter and drier sites during a tropical dry season. **Ecology** **49**: 96–110, 1968.
- JANZEN D. H. Sweep samples of tropical foliage insects: Effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day, and insularity. **Ecology** **54**: 687–702, 1973.
- KARR. J. R., & J. D. BRAWN. Food resources of understory birds in Central Panama: quantification and effects on avian populations. **Studies in Avian Biology** **13**: 58-64, 1990.
- KARR. J. R. Ecological, behavioral, and distributional notes on some central Panama birds. **Condor** **73**: 107-111, 1971.
- KREBS, J. R. & DAVIES, N. B. The evolution of behavioural ecology. Behavioral Ecology: An Evolutionary Approach. Blackwell Science, **Oxford**: 1-12, 1997.
- LACK, D. **The natural regulation of animal numbers**. Clarendon Press, Oxford. 1954.
- LEAL, I. R. *et al.* Ecologia e Conservação da Caatinga. Recife: **Universitária da UFPE**. 2003. 822 p.
- LEITNER, S., VAN'T HOF, T. J. & GAHR M. Flexible reproduction in wild canaries is independent of photoperiod. **General and Comparative Endocrinology** **130.2**: 102-108, 2003.
- LIMA, A. L. A.; RODAL, M. J. N. Phenology and wood density of plants growing in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments** **74.11**: 1363–1373, 2010.
- MARINI, M. Â.; SOUSA, N. O. M.; BORGES, F. J. A. & SILVEIRA, M. B. Biologia reprodutiva de *Elaenia cristata* (Aves: Tyrannidae) em cerrado do Brasil central. **Neotropical Biology and Conservation** **4**: 3–12, 2009.
- MARSHALL, A. J. Food availability as a timing factor in the sexual cycle of birds. **Emu** **50.4**: 267-282, 1951.
- MARTIN T. E. Food as a limit on breeding birds: a life-history perspective. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** **18**: 453–487, 1987.
- MARTIN, T. E. Fitness costs of resource overlap among coexisting bird species. **Nature** **380**: 338–340, 1996.
- MEDEIROS, J. *et al.* Seasonal activity of *Dinoponera quadriceps* Santschi (Formicidae, Ponerinae) in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** **56**: 81–85, 2012.

- MOOJEN, J. *et al.* Observações sobre o conteúdo gástrico das aves brasileiras. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **36**: 405-444, 1941.
- MOREAU, R. E. The breeding seasons of African birds. **Ibis**: 921223-267, 1950.
- MORRISON, S. A.; BOLGER, D. T. Variation in a sparrow's reproductive success with rainfall: food and predator-mediated processes. **Oecologia** **133.3**: 315-324, 2002.
- MORTON, E. S. Food and migration habits of the Eastern Kingbird in Panama. **The Auk** **88.4**: 925-926, 1971.
- MOTTA-JR., J. C. Estrutura trófica e composição da avifauna de três habitats terrestres na região central do Estado de São Paulo. **Ararajuba**: 65-71, 1990.
- MOURA, P. T. S. **Sazonalidade e dinâmica populacional de *Lanio pileatus* (Aves: Passeriformes) na Caatinga, um Semiárido Neotropical**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2016. 38 p.
- NASCIMENTO, J. L. X. *et al.* Aves da Chapada do Araripe (Brasil): biologia e conservação. **Ararajuba** **8.2**: 115-125, 2000.
- NIMER, EDMON. Climatologia da região Nordeste do Brasil. Introdução à climatologia dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia** **34**: 3-48, 1972.
- OLMOS, F. *et al.* Aves em oito áreas de caatinga no sul do Ceará e Oeste de Pernambuco, Nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade. **Papéis Avulsos de Zoologia** **45.14**: 179-199, 2005.
- ONIKI, Y. Is nesting success of birds low in the tropics? **Biotropica** **11**: 60–6, 1979.
- PAIXÃO, V. H. F. **Período de ocorrência de aves migratórias em uma Floresta Tropical Sazonalmente Seca**. Monografia (Graduação) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, Curso de Ecologia, 2016. 34 p.
- PATTEN, M. A. & ROTENBERRY, J. T. The proximate effects of rainfall on clutch size of the California Gnatcatcher. **Condor**: 876-880, 1999.
- PENNINGTON, R. T., LEWIS, G. P & RATTER, J. A. Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation. **CRC Press**: 1–29, 2006.
- PENNINGTON, R. T., PRADO, D., AND PENDRY, C. Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. **Journal of Biogeography** **27**: 261–273, 2000.
- PERRINS C. M. The timing of birds' breeding seasons. **Ibis** **112**: 242–255, 1970.
- PETIT, L. J., PETIT, D. R. & MARTIN, T. E. Landscape-level management of migratory birds: looking past the trees to see the forest. **Wildlife Society Bulletin** **23**: 420-429, 1995.

- PINHEIRO, F., DINIZ, I. R., COELHO, D. & BANDEIRA, M. P. S. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. **Austral Ecology** **27**: 132- 136, 2002.
- PLESZCZYNSKA, W. K. Microgeographic prediction of polygyny in the Lark Bunting. **Science** **201**: 935–937, 1978.
- POUGH, F. H., JANIS, C. M. & HEISER, J. B. A vida dos vertebrados. Terceira Edição. Coord. Editorial: Ana Maria de Souza. São Paulo: **Atheneu Editora**, 2003.
- POULIN, B., LEFEBVRE, G. & MCNEIL, R. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. **Ecology** **73**: 2295–2309, 1992.
- POULIN, B. *et al.* Variations in bird abundance in tropical arid and semi-arid habitats. **Ibis** **135.4**: 432-441, 1993.
- POULIN, B. *et al.* Diets of land birds from Northeastern Venezuela. **The Condor** **96.2**: 354–367, 1994.
- PRADO, D. E. As caatingas da América do Sul. **Ecologia e conservação da Caatinga** **2**: 3–74, 2003.
- REMSEN JR, J. V. & SCOTT K. R. A classification scheme for foraging behavior of birds in terrestrial habitats. **Studies in Avian Biology** **13**: 144-160, 1990.
- REYNOLDS, S. J., & WALDRON, S. Body water dynamics at the onset of egg-laying in the zebra finch *Taeniopygia guttata*. **Journal of Avian Biology**: 1–6, 1999.
- RICKLEFS, R. E. An analysis of nesting mortality in birds. **Smithsonian Institution Press** **9**: 1–48, 1969.
- RICKLEFS, R. E. The evolution of co-operative breeding in birds. **Ibis** **117.4**: 531–534. 1975.
- RICKLEFS, R. E. A economia da natureza. **Guanabara Koogan**, 2003. 503 p.
- RIVERA, V. J. H., MONTAÑO, I. M., RAPPOLE, J. & CERDA, F. C. Testing the importance of nest concealment: does timing matter? **Journal of Field Ornithology** **80**: 303–307, 2009.
- ROOS, A. L. *et al.* Avifauna da região do Lago de Sobradinho: composição, riqueza e biologia. **Ornithologia** **1.2**: 135-160, 2006.
- ROTENBERRY, J. T., AND J. A. WIENS. Weather and reproductive variation in shrubsteppe sparrows: a hierarchical analysis. **Ecology** **72**:1325–1335, 1991.
- RUIZ-ESPARZA, J. *et al.* The birds of the Serra da Guia in the Caatinga of northern Sergipe. **Revista Brasileira de Ornithologia-Brazilian Journal of Ornithology** **20.49**: 12, 2012.

- SALGADO-ORTIZ, J. *et al.* Breeding seasonality of the mangrove warbler (*Dendroica petechia bryanti*) from southern Mexico. **Ornitol. Neotrop.** **20**: 255-263, 2009.
- SANTOS, M. P. D. As comunidades de aves em duas fisionomias da vegetação de Caatinga no estado do Piauí, Brasil. **Ararajuba** **12.2**: 113-123, 2004.
- SARLI, J. *et al.* Reproductive patterns in the Baluchistan gerbil, *Gerbillus nanus* (Rodentia: Muridae), from western Saudi Arabia: The role of rainfall and temperature. **Journal of Arid Environments** **113**: 87-94, 2015.
- SCHUBART, O. *et al.* Contribuição para o conhecimento da alimentação das aves brasileiras. **Arquivos de Zoologia** **12**: 95-249, 1965.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira. 1997. 910 p.
- SILVA, J. M. C. da; *et al.* Aves da Caatinga: status, uso do hábitat e sensibilidade. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da (Eds). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: **Universitária da Ufpe**: 237-273, 2003.
- SILVA, C. C. O. **Dinâmica sazonal e espacial da comunidade de aves em um ambiente semiárido: utilização de modelos de captura-recaptura**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2016. 38 p.
- SILVEIRA, M. H. B. & MACHADO, C. G. Estrutura da comunidade de aves em áreas de caatinga arbórea na Bacia do Rio Salitre, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia** **20**: 3 161 – 172, 2012.
- STEWART A. J. & WRIGHT A. F. A new inexpensive suction apparatus for sampling arthropods in grassland. **Ecol. Entomol.** **20**: 98–102, 1995.
- STUTCHBURY, B. J. M. & MORTON, E. S. Behavioral ecology of tropical birds. San Diego: **Academic Press**, 2001.
- TELINO-JÚNIOR, W. R. *et al.* Biologia e composição da avifauna em uma Reserva Particular de Patrimônio Natural da caatinga paraibana. **Ornithologia**:. 49-58, 2005.
- TIELEMAN, B. I. *et al.* Energy and water budgets of larks in a life history perspective: parental effort varies with aridity. **Ecology** **85.5**: 1399-1410, 2004.
- VASCONCELLOS, A. *et al.* Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** **54.3**: 471–476, 2010.
- VELLOSO, A. L.; *et al.* (Eds). **Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2002. 76 p.
- VILAS-BÔAS, M. M. **Dinâmica Reprodutiva de Aves da Caatinga em uma área próxima ao Rio São Francisco**. Tese (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Federal Sergipe, Sergipe, 2013. 86p.

WOLDA, H. Fluctuations in abundance of some Homoptera in a neotropical forest. **Geo-Eco-Trop 3**: 229-257, 1977.

WOLDA, H. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. **Journal of Animal Ecology**: 369-381, 1978.

WOLDA, H. Seasonality of tropical insects. **Journal of Animal Ecology 49**: 277-290, 1980.

WOLDA, H. & FISK, F. W. Seasonality of tropical insects. II. Blattaria in Panama. **Journal of Animal Ecology 50**: 827-838, 1981.

WOLDA, H. Insect seasonality: why? **Annual Review of Ecology and Systematics 19**: 1-18, 1988.

WOLDA, H. Trends in abundance of tropical forest insects. **Oecologia 89.1**: 47-52, 1992.

YANES, M., HERRANZ, J. & SUÁREZ, F. Nest microhabitat selection in larks from a European semi-arid shrub-steppe: the role of sunlight and predation. **Journal of Arid Environments 32.4**: 469-478, 1996.

ZANN, R. A. *et al.* The timing of breeding by zebra finches in relation to rainfall in central Australia. **Emu 95.3**: 208-222, 1995.