



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

LIANA MONIQUE PAIVA CAVALCANTI

**OSCILAÇÃO INTRA E INTERANUAL NA REPRODUÇÃO DE UMA
COMUNIDADE DE AVES NA CAATINGA, UM SEMIÁRIDO NEOTROPICAL**

MOSSORÓ

2016

LIANA MONIQUE PAIVA CAVALCANTI

**OSCILAÇÃO INTRA E INTERANUAL NA REPRODUÇÃO DE UMA
COMUNIDADE DE AVES NA CAATINGA, UM SEMIÁRIDO NEOTROPICAL**

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

Linha de Pesquisa: Ecologia de Populações.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Fernandes França.

MOSSORÓ

2016

© 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.

P142o Paiva-Cavalcanti, Liana Monique .
Oscilação intra e interanual na reprodução de uma comunidade de aves na caatinga, um semiárido neotropical / Liana Monique Paiva-Cavalcanti. - 2016.
45 f. : il.

Orientador: Leonardo Fernandes França.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, 2016.

1. Placas de Incubação. 2. Precipitação. 3. Reprodução. 4. Guilda alimentar. 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.

LIANA MONIQUE PAIVA CAVALCANTI

SAZONALIDADE CLIMÁTICA E REPRODUÇÃO EM UMA COMUNIDADE DE
AVES NA CAATINGA, UM SEMIÁRIDO NEOTROPICAL.

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

Linha de Pesquisa: Ecologia de Populações.

Defendida em: 28 / 03 / 2016.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Leonardo Fernandes França, (UFERSA)
Presidente


Prof.^a Dr.^a Milena Wachlevski Machado, (UFERSA)
Membro Examinador


Prof.^a Dr.^a Ana Cláudia Sales Rocha Albuquerque, (UERN)
Membro Examinador

*À Valquíria Cipriano de Paiva (in memoriam),
personagem de infinita bondade e amor em
minha vida. Agradecerei eternamente por todo
o tempo que me foi permitido estar ao teu
lado. Carregarei com orgulho os valores
ensinados por ti.*

A Deus, por seu amor e sua benignidade sem fim.

*A meus pais, Luiz Cláudio e Marta Paiva, por me
proporcionarem este momento.*

*A minha família, irmãos, amigos e meu
companheiro.*

A meus professores, por todos os ensinamentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por cada amanhecer que me foi proporcionado, regado de saúde e força de vontade, a qual eu atribuo principalmente a Ti, que, nos momentos de profundo cansaço, ouviu minhas orações e renovou minhas forças e meus objetivos.

Agradeço aos anjos a quem chamamos de professores, pela bondade e pela competência ao transmitirem o conhecimento adquirido com tanto esforço ao longo da vida. Obrigada por cada informação, cada ajuda e cada “puxão de orelha”. Em especial, agradeço a meu orientador, Leonardo Fernandes França, que, por diversas vezes, desempenhou a função de amigo e pai. A Luciana Vieira, por iguais funções, estando sempre à disposição em todo e qualquer momento. A Milena Wachlevski, por ter me acompanhado, desde sempre, em minhas maiores conquistas, contribuindo sempre com muita boa vontade e carinho. Deixo aqui minha sincera gratidão. Todos os demais mestres e doutores aos quais tive o privilégio de conhecer durante essa jornada, meu muito obrigada.

Agradeço infinitamente aos meus pais, Luiz Cláudio e Marta Paiva, que, cada um à sua maneira, não me deixaram desistir dos meus sonhos e sempre me proporcionaram as melhores condições para que estes fossem alcançados sem maiores dificuldades. Meus méritos são seus, e assim será diante de quantas outras conquistas eu alcançar.

Aos meus irmãos, que, pelo simples fato de estarem por perto, já são motivos de força. Meus familiares, que nunca deixaram de explicitar imenso apoio e orgulho para com minhas escolhas e conquistas. Avô, avós, tios, tias, padrinho, madrinha, primos, primas e agregados, e meus pet's, todos sendo responsáveis pela dose amor puro e gratuito. A todos, meu agradecimento. Em especial, meu Tio Marinézio, por desempenhar o papel “do que eu vou ser quando crescer” com tanto profissionalismo, seu filho iluminado, André, por sentir meus momentos mais críticos e, sempre, de alguma forma, resgatar minhas forças, com a sabedoria dos seus seis aninhos de idade, e Mirna Duarte, por me ajudar, com muita disponibilidade, sempre que precisei.

Aos meus amigos, os irmãos que Deus escolheu com muito cuidado e me presenteou, meus infinitos agradecimentos por tantas vezes importuná-los com meus medos, fraquezas, choros, decepções, irritações e muitas outras emoções. Agradeço-lhes e lhes dedico este momento.

Ao meu companheiro, Maciel Silva, pelo cuidado integral comigo ao longo dessa difícil jornada, não me deixando desistir em nenhum momento. Obrigada por todas as vezes em que acreditou em mim e no meu potencial até quando nem eu mesma acreditei. Por todas as vezes em que, pacientemente, ouviu meus lamentos e planos e me afagou em abraços apertados seguidos de seguros “vai dar tudo certo”. Obrigada por segurar minha mão e compreender meus sentimentos. Você foi imprescindível para que este momento se tornasse real. Palavras são manifestações pequenas perto do meu sentimento de gratidão.

Aos amigos que o EcoPAN me deu. Foi singular dividir tantos momentos de aprendizado, de cansaço, de conversas engraçadas nos campos e fora deles. Hoje passaremos de equipe a amigos. Obrigada por tudo.

Agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização de mais esse ciclo de aprendizado.

Por fim, agradeço à UFERSA e a todas as demais instituições em que pude trabalhar em parceria.

*É porque falta no peito
Aquele dose de amor.
Se eu tivesse botado
Ela no seu coração,
Você jamais mataria
Um pardal sem precisão,
Nem dava um tiro num pato
Apenas por diversão.”*
(Antônio Francisco)

RESUMO

Em regiões semiáridas, como a Caatinga, a distribuição das chuvas pode determinar a disponibilidade do alimento e a intensidade do estresse hídrico. Isso, com frequência, afeta aspectos reprodutivos das aves, tais como época, comprimento e intensidade da reprodução. Neste estudo, testamos as hipóteses: (1) A reprodução das espécies amostradas é restrita ao período chuvoso característico da região; (2) variações intra-anuais no volume e na frequência das chuvas estão correlacionadas com a quantidade de indivíduos e espécies se reproduzindo; (3) as espécies da comunidade se reproduzem de forma temporalmente conjunta, independentemente da guilda alimentar. O estudo foi realizado em uma região de Caatinga, com avaliações a cada 14 dias de ocorrência de placa de incubação. Três ciclos reprodutivos foram estudados entre set-2012 e out-2015. Foi utilizada a Função de Correlação Cruzada (*Cross-correlation Function* – CCF) para verificar a existência de relação entre as chuvas e a reprodução das aves. Ao todo, 46 espécies (377 registros) foram observadas com placas. A reprodução ocorreu de forma sazonal entre fevereiro e julho, com 94% dos registros de placas restritos ao período. A intensidade e a duração da reprodução (total de indivíduos e de espécies) foram significativamente correlacionadas com as chuvas, quando considerado o *time lag* de 14 dias. O comprimento (140, 168 e 154 dias) e a época (02/mar a 20/jul, 01/fev a 19/jul, 13/fev a 18/jul) da reprodução diferiram entre os três ciclos reprodutivos. As análises por guilda alimentar (insetívoro-restritivo, insetívoro-frugívoro, insetívoro-granívoros e onívoros) resultaram em padrão semelhante ao geral, principalmente quando considerada a correlação e *time lag* com as chuvas. Nosso estudo indica que a reprodução das aves na área de Caatinga estudada não só esteve, de modo geral, relacionada às épocas chuvosas, como foi deflagrada via resposta de curto prazo à intensidade da precipitação. Inclusive, tendo seus períodos, comprimentos e intensidades regulados por este fator climático ou por outros fatores correlacionados às chuvas (e.g. disponibilidade de alimento).

Palavras-chave: Guilda alimentar. Período reprodutivo. Placas de incubação. Precipitação.

ABSTRACT

In semiarid regions, as the Caatinga, the rains distribution can determine the food availability and the intensity of hydric stress. This, with frequency, affects breeding aspects of birds, as time, length and reproduction intensity. In this study we have tested the hypothesis: (1) The breeding of the sampled species is restricted to the rainy season characteristic of the region; (2) Intra-annual variations in the rains' volume and frequency are correlated with the quantity of individuals and species reproducing; (3) the species of the community reproducing in a way temporally jointly, independent of the feeding guilds. The study was accomplished in Caatinga's region, with assessments every 14 days of brood patch occurrence. Three reproductive cycles was studied between september-2012 and october-2015. It was utilized the Cross-Correlation Function – CCF to verify the relation existing between the rains and the breeding birds. Altogether, 46 species (377 records) were observed with patches. The reproduction occurred in a seasonal way between february and july, with 94% of the records of patches restricted to the period. The intensity and duration of the breeding (total of individuals and species) was significantly correlated with the rains, when considered the *time lag* of 14 days. The length (140, 168, and 154 days) and time (march/02 to july/20, February/01 to july/19, February/12 to july/18) of breeding differed between three reproductive cycles. The analysis by feeding guild (insectivore-restrictive, insectivore-frugivorous, insectivore-granivorous and omnivorous) resulted in a similar pattern to general, mainly when it's considered the correlation and *time lag* with the rains. Our study indicates that the breeding birds in the Caatinga's area studied it was not just, generally, related to rainy seasons, as it was break out via answer of short deadline to the rainfall intensity. Including having it period, length and intensity regulated by this climatic factor or by other factors correlated to rains (g.e. food availability).

Keywords: Feeding guilds. Reproductive period. Brood patch. Rainfall.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – À esquerda, mapa do Brasil destacando o Bioma Caatinga. À direita, distinção das ecorregiões do bioma, destacando a localidade do estudo com o círculo vermelho. Fonte: Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga (Velloso *et al.* 2002) 19
- Figura 2 – Imagem de satélite da Estação Experimental Rafael Fernandes (a) e fotos dos locais de coleta de dados, área natural (b) e área impactada (c). Fonte: (a) Google Earth. Fotos: (b) Thales Afonso e (c) Liana Paiva 20
- Figura 3 – Placa de incubação em seus estágios inicial (a) e final (b), de acordo com a classificação utilizada 23
- Figura 4 – Análise de correlação cruzada (CCF) entre a proporção de indivíduos ou espécies com placas de incubação e o volume ou frequência de chuvas 29
- Figura 5 – Porcentagem de indivíduos com placas de incubação (▲) e precipitação acumulada (acima) ou número médio de dias chuvosos (abaixo) a cada intervalo de 14 dias entre amostragens 31
- Figura 6 – Porcentagem de espécies com placas de incubação (◆) e precipitação acumulada (acima) ou número médio de dias chuvosos (abaixo) a cada intervalo de 14 dias entre amostragens 32
- Figura 7 – Porcentagem de indivíduos e espécies insetívoras-restritivas com a precipitação acumulada (mm) e com o número médio de dias chuvosos nos intervalos entre as amostragens (14 dias). (■) Porcentagem de indivíduos; (◆) Porcentagem de espécies; (barras) Precipitação 33
- Figura 8 – Porcentagem de indivíduos e espécies insetívoras-frugívoras com a precipitação acumulada (mm) e com o número médio de dias chuvosos nos intervalos entre as amostragens (14 dias). (■) Porcentagem de indivíduos; (◆) Porcentagem de espécies; (barras) precipitação 34

- Figura 9 – Porcentagem de indivíduos e espécies insetívoras-granívoras com a precipitação acumulada (mm) e com o número médio de dias chuvosos nos intervalos entre as amostragens (14 dias). (■) Porcentagem de indivíduos; (◆) Porcentagem de espécies; (barras) Precipitação 35
- Figura 10 – Porcentagem de indivíduos e espécies onívoras com a precipitação acumulada (mm) e com o número médio de dias chuvosos nos intervalos entre as amostragens (14 dias). (◆) Porcentagem de indivíduos; (■) Porcentagem de espécies; (barras) Precipitação 36

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Quantidade de registros por espécie (presença/ausência de placa de incubação) durante os três anos de estudo. Na listagem, estão evidenciados o total de captura-recapturas (registros), o total e a porcentagem de registros de presença de placa de incubação e as guildas alimentares de cada espécie 25
- Tabela 2 – Dados sobre período reprodutivo e precipitação coletados durante os três anos de estudo 28
- Tabela 3 – Correlações feitas a *posteriori*, entre proporção de espécies e/ou indivíduos com placas de incubação e volume ou frequência de chuvas, considerando o *time lag* de uma unidade de tempo de atraso. Todos os valores de *p* foram < 0.001 , com exceção do valor destacado (< 0.01) 30

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CEMAVE	Centro Nacional de Pesquisa para a Conservação das Aves Silvestres
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	METODOLOGIA	18
	ÁREA DE ESTUDO	18
	COLETA E ANÁLISE DE DADOS	21
3	RESULTADOS	24
4	DISCUSSÃO	36
5	REFERÊNCIAS	41

INTRODUÇÃO

A reprodução das aves pode ser estimulada sazonalmente por fatores de origem considerados endógenos, que levam a períodos reprodutivos constantes tanto em época quanto em comprimento, ou por fatores ambientais, considerados exógenos, que são percebidos em curto prazo (Hau 2001; Paiva 2008) e podem levar a estações reprodutivas temporalmente variadas (Vilas-Bôas 2013; Roos *et al.* 2006). Ao que tudo indica, as aves tropicais utilizam principalmente sinais de curto prazo, como as chuvas e a temperatura, como sinais para iniciar a reprodução, sendo esses fatores temporalmente previsíveis em algumas áreas e imprevisíveis em outras (Marchant 1959; Immelmann 1969; Hau 2001; Illera & Díaz 2006; Moore *et al.* 2006; Hau *et al.* 2008; Paiva 2008; Perfito *et al.* 2008). Esses sinais parecem ser indicadores de abundância de alimentos (Immelmann 1969; Hau *et al.* 1998), um recurso determinante do período reprodutivo e de determinação de grau de investimento reprodutivo nas aves (Illera & Díaz 2006).

Em regiões de grande variação na amplitude dos fatores climáticos, esses fatores funcionam como indicadores de períodos favoráveis à reprodução (Wikelski *et al.* 2000; Hau *et al.* 2008; Perfito *et al.* 2008). Em regiões áridas ou semiáridas, a presença de água pode ser um fator determinante da disponibilidade de alimento ou mesmo ser, em si, um fator limitante à reprodução das aves (Ahumada 2001; Morrison & Bolger 2002; Coe & Rotenberry 2003). A escolha do melhor momento para reproduzir no ambiente é relevante para as aves, pois exerce influência sobre seu sucesso reprodutivo (Hahn & MacDougall-Shackleton 2007) e sobre as taxas de sobrevivência dos adultos (Grant 1993, Cox *et al.* 2013).

A dinâmica dos ecossistemas áridos e semiáridos é altamente sazonal com elevadas temperaturas, e sua característica mais marcante é a ampla variação na intensidade e na assiduidade da precipitação, exercendo forte influência nos processos biológicos que apresentam ciclos anuais, tal como a reprodução (Bolger *et al.* 2005; Illera & Díaz 2006; Las-Casas *et al.* 2012). Estudos recentes revelam que os ambientes tropicais nem sempre são constantes, existindo ambientes com estações bem definidas de secas, chuvas, cheias e pulsos de inundação (Wikelski *et al.* 2000). Em ecossistemas áridos e semiáridos, espera-se que o período reprodutivo das aves seja coincidente com o da estação chuvosa, existindo ainda uma relação positiva e clara entre a intensidade das chuvas, o investimento reprodutivo e o sucesso

reprodutivo, (Morrison & Bolger 2002; Coe & Rotenberry 2003; Bolger *et al.* 2005). Uma vez sendo alta a imprevisibilidade climática nesses ambientes, muitas espécies respondem de forma oportunista à disponibilidade de alimento, que está ligada à precipitação, ou seja, o período e a intensidade das chuvas podem gerar reflexos sobre o tamanho do investimento e o período reprodutivo das aves (Ricklefs 1969; Bolger *et al.* 2005; Sarli *et al.* 2015). A relação entre as chuvas e a reprodução das aves em ambientes semiáridos foi demonstrada em um estudo nas Ilhas Galápagos (Lisle & Grant 1987; Grant & Grant 1987), em que foi constatado que o investimento reprodutivo foi proporcional ao volume e à frequência das chuvas (Grant *et al.* 2000). A maioria desses estudos sobre reprodução de aves em ambientes semiáridos (*e.g.* Lisle & Grant 1987; Grant & Grant 1987; Grant *et al.* 2000) visou caracterizar o efeito do volume ou a previsibilidade anual das chuvas sobre o período e a intensidade da reprodução. No entanto, quase nada foi feito sobre variações intra-anuais no período e no investimento reprodutivo.

Estudos realizados na Caatinga sugerem coincidência entre o período reprodutivo das aves e a época das chuvas, mostrando certo grau de dependência das espécies pelo período de clima mais ameno (Santos 2004; Telino-Junior *et al.* 2005; Vilas-Bôas 2013). Por outro lado, algumas espécies em outras áreas neotropicais mostraram que a temperatura também é um importante fator na tomada de decisão sobre a época da reprodução (Barrientos *et al.* 2007; Paiva 2008; Repenning & Fontana 2011). A Caatinga é uma região de clima semiárido, com período chuvoso fortemente sazonal e a pluviosidade varia entre anos (Velloso *et al.* 2002), embora as temperaturas e o fotoperíodo sejam constantes (Leal *et al.* 2003). As chuvas na região estão relacionadas ao aumento na disponibilidade de insetos (Olmos *et al.* 2005), alimento de grande parte dos passeriformes locais (Sick 1997). Esses aspectos da Caatinga indicam que a reprodução das aves deve ser, em grande parte, determinada pelas chuvas. Além disso, não devem existir grandes diferenças entre as estações reprodutivas das diferentes guildas alimentares, uma vez que, em ambientes semiáridos, o curto período de chuvas resulta em um curto período adequado de disponibilidade de alimento. Portanto, é possível que a reprodução na Caatinga, além de ser concomitante à estação chuvosa, esteja relacionada a ajustes finos nos seus comprimento e época.

Investigar as respostas das aves às variações intra e interanuais em fatores climáticos torna possível estabelecer relações de magnitude entre o ambiente e as características da biologia e a ecologia das espécies (Bolger *et al.* 2005), principalmente no que diz respeito a medidas conservacionistas diante das atuais mudanças globais (Repenning & Fontana 2011;

Mulwa *et al.* 2013). Perceber os mecanismos que motivam a estação reprodutiva das aves permite entender como as espécies se adequam às variações anuais nas condições ambientais ao se reproduzirem (Paiva 2008) e quais os efeitos disto sobre os tamanhos populacionais e as chances de persistência das espécies. Neste estudo, foram coletadas informações reprodutivas das aves de uma área de Caatinga com o fim de testar as seguintes hipóteses: (1) A reprodução das espécies amostradas é restrita ao período chuvoso característico da região; (2) variações intra-anuais no volume e na frequência das chuvas estão correlacionadas com a quantidade de indivíduos e espécies se reproduzindo; (3) as espécies da comunidade se reproduzem de forma temporalmente conjunta, independentemente da guilda alimentar.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

A região da Caatinga ocupa grande parte do Nordeste brasileiro, cobrindo uma área de aproximadamente de 800.000 km² (Ab'Saber 1977; Fernandes 1999), constituindo uma das maiores florestas secas sazonais neotropicais das Américas. Localizando-se no ponto de encontro de várias massas de ar altamente instáveis (Nimer 1969; Prado & Gibbs 1993), caracteriza-se como uma das regiões climaticamente mais complexas do mundo. Um traço marcante da região são as chuvas altamente irregulares (Olmos *et al.* 2005) em volume e frequência. A área de estudo está inserida na Ecorregião da Depressão Sertaneja Setentrional (Figura 1), considerada a maior Ecorregião da Caatinga, com aproximadamente 206.700 km², 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). Esse contexto de alta sazonalidade climática e curto período úmido pode resultar em períodos reprodutivos mais curtos que o observado para outras espécies de aves dos trópicos úmidos.

A área de estudo estava localizada na Estação Experimental Rafael Fernandes (5°3' S e 37°24' W) (Figura 2 a, b e c), uma área pertencente à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). A Estação está situada na zona rural do município de Mossoró-RN

(5°11' S e 37°20' W), aproximadamente a 14 km do centro da cidade. A paisagem da área de estudo era composta por um mosaico de ambientes que variavam desde vegetação perturbada ocasionalmente por ações antrópicas e áreas em regeneração até áreas totalmente modificadas pela ocupação humana e pelo plantio. As coletas de dados aconteceram apenas nas áreas naturais de Caatinga.

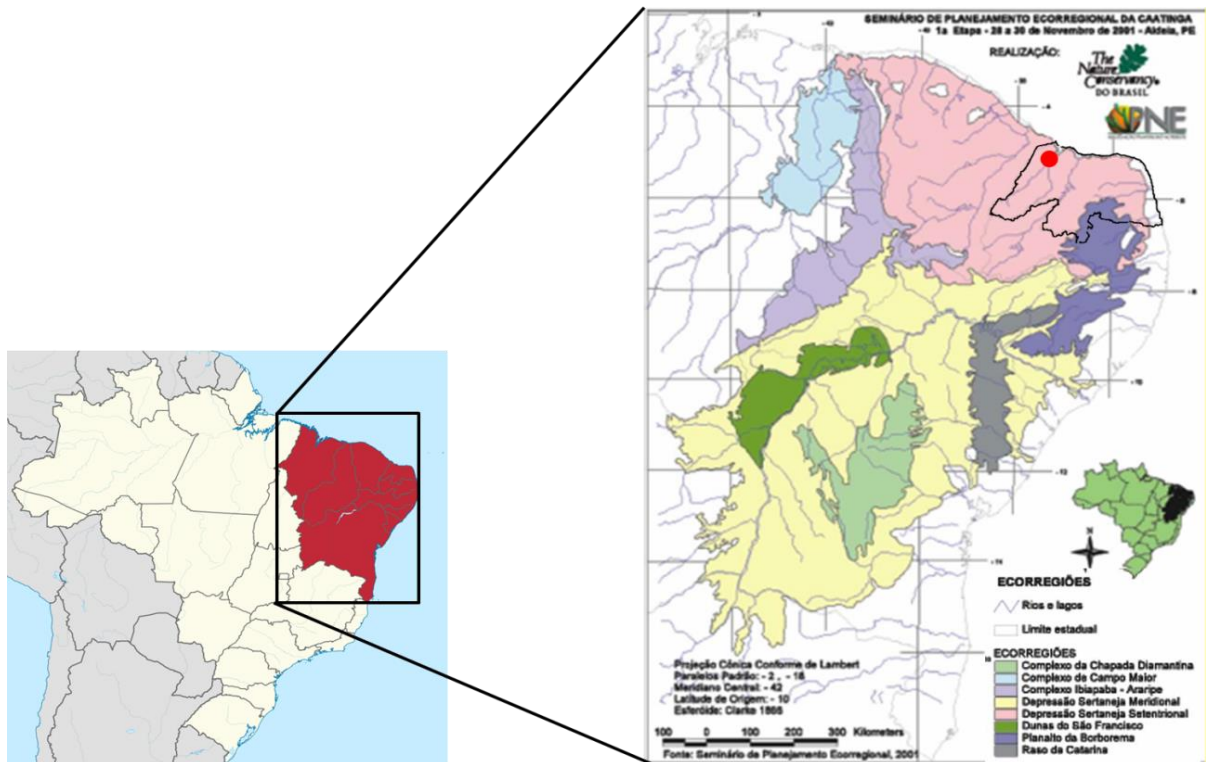


Figura 1: À esquerda, mapa do Brasil destacando o Bioma Caatinga. À direita, distinção das Ecorregiões do bioma, destacando a localidade do estudo com o círculo vermelho.

Fonte: Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga (Velloso *et al.* 2002).

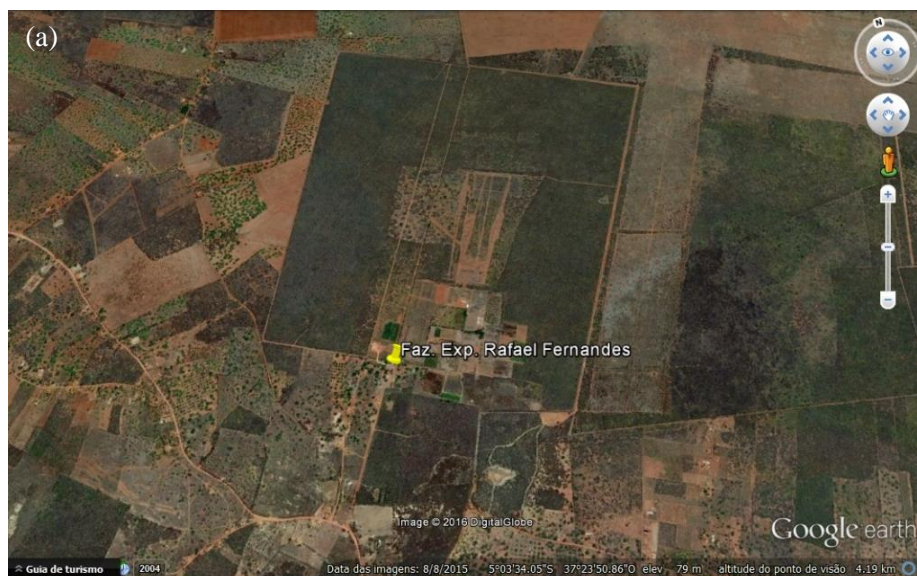




Figura 2: Imagem de satélite da Estação Experimental Rafael Fernandes (a) e fotos dos locais de coleta de dados, área natural (b) e área impactada (c). Fonte: (a) Google Earth. Fotos: (b) Thales Afonso e (c) Liana Paiva.

COLETA E ANÁLISE DE DADOS

As capturas das aves para visualização das placas de incubação foram realizadas em amostragens a cada 14 dias, durante o período de setembro de 2012 a agosto de 2015, totalizando três anos de estudo. Os anos de estudo foram divididos em ano um (setembro/2012 a agosto/2013), ano dois (setembro/2013 a agosto/2014) e ano três (setembro/2014 a agosto/2015). Cada amostragem (ocasião de captura) ocorreu durante dois dias consecutivos, sendo cada dia em um local distinto, dentro da área de estudo. Em cada ambiente, foi utilizada uma trilha para dispor 12 redes de neblina (ECOTONE, 18X3 m, cinco bolsas e malha de 19 mm), sendo uma a cada 50 m, totalizando uma distância linear de 550 m. Em cada dia, as redes foram abertas às 5h e fechadas às 10h da manhã. A revisão das redes ocorreu a cada hora, até às 8h da manhã e a cada 30 ou 40 min. a partir desta hora, visando evitar mortes por hipertermia.

As aves capturadas e retiradas das redes foram contidas em sacos de pano, transportadas para um acampamento afastado pelo menos 50m das redes de neblina, manipuladas para o procedimento de coleta de dados e soltas próximo ao local de captura, na próxima revisão de redes. Todas as aves capturadas foram identificadas quanto à espécie, com o auxílio de guias de campo (Ridgely & Tudor 1994; Erize *et al.* 2006; Sigrist 2009), bem como individualizadas com anilhas metálicas fornecidas pelo Centro de Pesquisa para a Conservação das Aves Silvestres (CEMAVE/ICMBio). As anilhas apresentam um código único de letra e números, que serve para posterior identificação dos indivíduos em casos de recaptura.

Cada indivíduo foi mensurado quanto à massa (g) e à presença de placa de incubação. Esta última foi a medida usada para caracterizar a atividade reprodutiva das aves no presente estudo. Os procedimentos de monitoramento e mensuração morfológica de aves seguiram os padrões sugeridos pelos órgãos governamentais brasileiros citados no Manual de Anilhamento de Aves Silvestres (IBAMA 1994) e também são amplamente utilizados em estudos com aves pela comunidade científica internacional (Pienkowski *et al.* 1979; Paradis *et al.* 1998). Os estágios de placa de incubação foram classificados como “Placa Inicial” ou “Placa Final”. A placa foi julgada como inicial quando as aves apresentaram 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 3a), significado que o indivíduo está em fase de incubação

dos ovos. Essas características morfológicas acontecem para a facilitação da troca de calor. A placa foi considerada como ‘final’ quando essa região abdominal se apresentou ainda com ausência de penas, mas com desaparecimento da vascularização, sumiço do fluido abaixo da pele e aspecto de ressecamento e descamação (Figura 3b). As duas fases foram consideradas aqui como período reprodutivo, pois, em ambas, os indivíduos ainda estarão em fase de cuidado dos filhotes.

A placa de incubação tem mostrado ser um bom indicador de esforço reprodutivo (Cox *et al.* 2013) e, apesar da reconhecida relação entre estágios da placa e fases da reprodução (Redfern 2010), estudos similares a este têm preferido agrupar os vários estágios ativos ao analisar o período reprodutivo (Cox *et al.* 2013). Foram excluídas dos dados as espécies não anilhadas no estudo ou espécies capturadas acidentalmente nas redes (e.g. espécies noturnas ou impróprias para as armadilhas utilizadas). Foram excluídos os beija-flores (Trochilidae), periquitos (Psittacidae) gaviões, (Accipitridae), bacurus (Caprimulgidae) e inhambus (Tinamidae).

A porcentagem de indivíduos com placas foi calculada em função do número de capturas em cada ocasião e número de indivíduos capturados com placas de incubação. Foram considerados como uma ocasião os dois dias consecutivos de amostragens. Foram considerados 90% dos registros de placas de incubação, em cada estação reprodutiva por ano, para definir o comprimento e o período da reprodução da assembleia de aves avaliadas. As espécies capturadas foram classificadas quanto às guildas alimentares, dividindo-as nas categorias insetívoras restritivas, insetívoras-frugívoras, insetívoras-granívoras, granívoras e onívoras. A classificação das espécies foi realizada tendo como base os dados da literatura sobre observações de hábitos alimentares e estudos com regurgito de cada espécie em questão (Moojen *et al.* 1941; Schubart *et al.* 1965; Motta-Junior 1990; Poulin *et al.* 1993; Silva *et al.* 2003; Olmos *et al.* 2005; Gomes *et al.* 2008; Souto 2010).

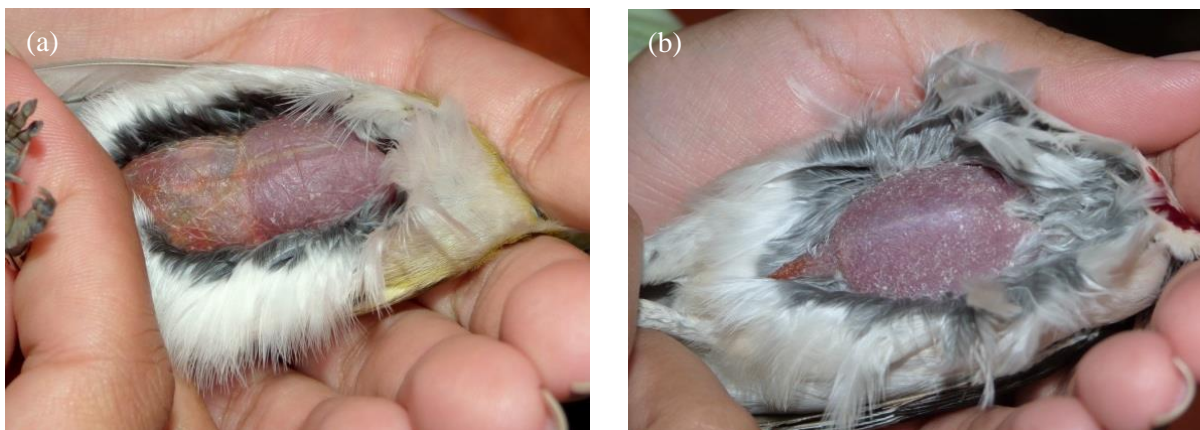


Figura 3: Placa de incubação em seus estágios inicial (a) e final (b), de acordo com a classificação utilizada no estudo. Fotos: Pedro Teófilo.

Os dados pluviométricos utilizados no estudo foram produzidos a partir de uma compilação de informações coletadas em nove diferentes estações meteorológicas ou pluviômetros, pertencentes ao CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais), INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e UERSA (Universidade Federal Rural do Semiárido), os quais se encontravam a um raio de até 20km da área de estudo. Esse procedimento foi adotado para determinar o padrão de chuvas da região, uma vez que não houve coleta de dados pluviométricos dentro da própria área de estudo. As informações do conjunto de estações meteorológicas foram usadas para determinar médias diárias de precipitação ao longo do estudo. Essas médias foram utilizadas para calcular a precipitação acumulada e a frequência de dias chuvosos nos 14 dias anteriores às ocasiões de capturas.

Foi utilizada a Função de Correlação Cruzada (*Cross-correlation Function* – CCF) para verificar a existência de relação entre as chuvas (precipitação acumulada ou frequência de dias chuvosos) e a reprodução das aves (porcentagem de indivíduos ou espécies com placa de incubação). A Correlação Cruzada é usada para relacionar duas séries temporais de dados (y e x) e possibilita que sejam verificados os efeitos de diferentes tempos de atraso (*time lag*) da variável- y em relação a variável- x , sendo esta última uma potencial preditora de y (Brockwell & Davis 1991). *Time lags* significativamente negativos indicam que valores da série de dados- y estão relacionados com valores anteriores da série de dados- x . Não foram apresentadas informações de *time lags* positivos, uma vez que não havia hipóteses lógicas para entender que a reprodução levaria à precipitação. *A posteriore*, geraram-se regressões lineares simples entre os pares de variáveis temporais, considerando-se, para tanto, as

correlações mais fortes estabelecidas pela CCF. Além disto, foram geradas Correlações de Pearson entre as covariáveis de chuva e de reprodução, considerando-se os dados agrupados de acordo com as guildas alimentares.

RESULTADOS

Foram registrados 2669 indivíduos em 3572 capturas-recapturas, totalizando 78 espécies e 21 famílias de aves durante os três anos de estudo, com um esforço amostral de 9.240 horas/rede. Dentre essas espécies, 46 foram registradas com placa de incubação durante o estudo (Tabela 1). Entre as 32 espécies registradas sem a presença de placas, 25 foram capturadas menos de 10 vezes durante o período reprodutivo. Três espécies apresentaram mais de 30 registros de placa de incubação (*Coccyzus melacoryphus* = 44; *Lanio pileatus* = 44; *Tolmomyias flaviventris* = 33), representando 34% do total de placas registradas no estudo. Outras seis espécies foram amostradas com mais de 10 registros de placas, sendo duas com mais de 50% dos indivíduos amostrados apresentando placas de incubação (*Euscarthmus meloryphus* = 21 registros de placas, representando 52,5% de indivíduos com placas e *Myiopagis viridicata* = 12 e 50%, respectivamente) e quatro com menos de 20% (*Formicivora melanogaster* = 15 registros de placas, representando 19% de indivíduos com placas; *Cnemotriccus fuscatus* = 14 e 11,1%; *Elaenia chilensis* = 24 e 8,8%; *Hemitriccus margaritaceiventer* = 11 e 7,5%), somando as seis espécies 27% dos registros totais de placas.

Ao separar as espécies registradas no estudo em função de guildas alimentares, 31 (~40% do total) foram categorizadas como insetívoras-restritivas e 19 (~24%) foram classificadas como insetívoras-frugívoras. As demais guildas foram menos representativas em número de espécies (13 insetívoras-granívoras, 10 onívoras e cinco granívoras, representando 17%, 13% e 6% do total, respectivamente). A guilda insetívora-restritiva foi mais comum em número de registros (n = 202) e de espécies (n = 19) com placas de incubação, seguidas da insetívora-frugívora, com 86 registros de placas em 13 espécies; da insetívora-granívora, com 54 placas em seis espécies; e da onívora, com 35 placas em oito espécies.

Tabela 1. Quantidade de registros por espécie (presença/ausência de placa de incubação) durante os três anos de estudo. Na listagem, estão evidenciados o total de captura-recapturas (registros), o total e a porcentagem de registros de presença de placa de incubação e as guildas alimentares de cada espécie.

Espécies	Nº de registros		Placas de incubação		Guildas*
	Total	Período reprodutivo	Nº	%	
<i>Coccyzus euleri</i>	1	1	1	100,0	Insetívoro
<i>Stigmatura napensis</i>	1	1	1	100,0	Insetívoro
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	60	60	44	73,3	Insetívoro
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	40	31	21	52,5	Insetívoro
<i>Myiopagis viridicata</i>	24	23	12	50,0	Insetívoro; frugívoro
<i>Empidonomus varius</i>	8	8	3	37,5	Insetívoro; frugívoro
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	97	49	33	34,0	Insetívoro
<i>Celeus flavescens</i>	15	11	5	33,3	Insetívoro; frugívoro
<i>Elaenia parvirostris</i>	3	3	1	33,3	Insetívoro; frugívoro
<i>Mimus saturninus</i>	3	3	1	33,3	Onívoro
<i>Volatinia jacarina</i>	14	11	4	28,6	Insetívoro; granívoro
<i>Sicalis luteola</i>	7	7	2	28,6	Insetívoro; granívoro
<i>Taraba major</i>	12	7	3	25,0	Insetívoro
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	43	23	10	23,3	Onívoro
<i>Tyrannus melancholicus</i>	39	34	9	23,1	Insetívoro; frugívoro
<i>Picumnus limae</i>	33	19	7	21,2	Insetívoro
<i>Vireo olivaceus</i>	34	31	7	20,6	Onívoro
<i>Ammodramus humeralis</i>	5	2	1	20,0	Insetívoro; granívoro
<i>Formicivora melanogaster</i>	79	38	15	19,0	Insetívoro
<i>Myiophobus fasciatus</i>	6	5	1	16,7	Insetívoro; frugívoro
<i>Elaenia spectabilis</i>	13	11	2	15,4	Insetívoro; frugívoro
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	46	42	7	15,2	Insetívoro
<i>Piculus chrysochloros</i>	8	1	1	12,5	Insetívoro
<i>Casiornis fuscus</i>	42	34	5	11,9	Insetívoro
<i>Veniliornis passerinus</i>	43	19	5	11,6	Insetívoro
<i>Phaeomyias murina</i>	79	52	9	11,4	Insetívoro; frugívoro
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	126	109	14	11,1	Insetívoro
<i>Myiodynastes maculatus</i>	46	38	5	10,9	Onívoro
<i>Coereba flaveola</i>	61	42	6	9,8	Insetívoro; frugívoro
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	102	49	10	9,8	Insetívoro; frugívoro

<i>Sakesphorus cristatus</i>	52	15	5	9,6	Insetívoro
<i>Thamnophilus capistratus</i>	67	30	6	9,0	Insetívoro
<i>Elaenia chilensis</i>	272	271	24	8,8	Insetívoro; frugívoro
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	147	62	11	7,5	Insetívoro
<i>Turdus amaurochalinus</i>	67	42	5	7,5	Onívoro
<i>Pitangus sulphuratus</i>	14	13	1	7,1	Onívoro
<i>Lanio pileatus</i>	647	367	44	6,8	Insetívoro; granívoro
<i>Turdus rufiventris</i>	81	38	5	6,2	Onívoro
<i>Cyanocorax cyanopogon</i>	18	11	1	5,6	Onívoro
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	19	6	1	5,3	Insetívoro
<i>Polioptila plumbea</i>	40	17	2	5,0	Insetívoro
<i>Paroaria dominicana</i>	26	8	1	3,8	Insetívoro; granívoro
<i>Elaenia flavogaster</i>	54	51	2	3,7	Insetívoro; frugívoro
<i>Nystalus maculatus</i>	27	12	1	3,7	Insetívoro; granívoro
<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	32	7	1	3,1	Insetívoro; frugívoro
<i>Camptostoma obsoletum</i>	11	8	0	0,0	Insetívoro; frugívoro
<i>Cantorchilus longirostris</i>	28	12	0	0,0	Insetívoro
<i>Claravis pretiosa</i>	1	1	0	0,0	Insetívoro; granívoro
<i>Coccyzus americanus</i>	3	3	0	0,0	Insetívoro
<i>Colaptes melanochloros</i>	9	7	0	0,0	Insetívoro
<i>Columbina minuta</i>	265	249	0	0,0	Granívoro
<i>Columbina passerina</i>	148	100	0	0,0	Granívoro
<i>Columbina picui</i>	144	68	0	0,0	Granívoro
<i>Columbina squammata</i>	1	1	0	0,0	Granívoro
<i>Columbina talpacoti</i>	178	77	0	0,0	Granívoro
<i>Compsothraupis loricata</i>	1	0	0	0,0	Insetívoro
<i>Conirostrum speciosum</i>	12	9	0	0,0	Insetívoro
<i>Cyanoloxia brissonii</i>	5	2	0	0,0	Onívoro
<i>Dendroplex picus</i>	3	1	0	0,0	Insetívoro
<i>Euphonia chlorotica</i>	6	3	0	0,0	Insetívoro; frugívoro
<i>Icterus pyrrhopterus</i>	2	2	0	0,0	Insetívoro; frugívoro
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	27	14	0	0,0	Insetívoro
<i>Leptotila verreauxi</i>	10	7	0	0,0	Insetívoro; granívoro
<i>Myiarchus ferox</i>	3	3	0	0,0	Insetívoro; frugívoro
<i>Myiarchus swainsoni</i>	7	7	0	0,0	Insetívoro; frugívoro
<i>Myrmorchilus strigilatus</i>	1	0	0	0,0	Insetívoro; granívoro

<i>Nemosia pileata</i>	3	3	0	0,0	Insetívoro; granívoro
<i>Pachyramphus validus</i>	1	1	0	0,0	Insetívoro
<i>Pachyramphus viridis</i>	2	2	0	0,0	Insetívoro
<i>Piranga flava</i>	1	0	0	0,0	Insetívoro; frugívoro
<i>Sicalis flaveola</i>	1	0	0	0,0	Insetívoro; granívoro
<i>Sublegatus modestus</i>	12	2	0	0,0	Insetívoro
<i>Tangara sayaca</i>	5	4	0	0,0	Onívoro
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	13	1	0	0,0	Insetívoro; granívoro
<i>Thlypopsis sordida</i>	1	1	0	0,0	Insetívoro; granívoro
<i>Todirostrum cinereum</i>	6	1	0	0,0	Insetívoro
<i>Troglodytes musculus</i>	6	4	0	0,0	Insetívoro
<i>Trogon curucui</i>	3	2	0	0,0	Insetívoro

*Classificação de guilda alimentar baseada em Moojen *et al.* 1941, Schubart *et al.* 1965, Motta-Junior 1990, Poulin *et al.* 1993, Gomes *et al.* 2008 e Souto 2010.

Os parâmetros reprodutivos que mais variaram entre anos foram o comprimento e o período da reprodução. A reprodução ocorreu ao longo de 11, 13 e 12 ocasiões de capturas nos anos 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 2). O início e o fim da reprodução aconteceu com até duas ocasiões de diferença (~28 dias) entre anos (Tabela 2). O número total de registros de placa de incubação variou pouco entre anos, porém foi maior no terceiro ano (Tabela 2). O mesmo foi válido para a proporção de indivíduos registrados com placas, porém sendo o terceiro ano o de menor frequência de registros (12,1%, 10,2% e 8,3%, nos anos 1, 2 e 3, respectivamente). A precipitação acumulada foi semelhante entre os três anos, porém, a frequência de dias com chuva no Ano-1 foi aproximadamente 13 dias menor do que no Ano-2 e 17 dias menor do que no Ano-3 (Tabela 2).

Tabela 2. Dados sobre o período reprodutivo e precipitação coletados durante os três anos de estudo.

Anos	Período reprodutivo				Precipitação		
	Início	Fim	Duração	Placas de incubação		Acumulada (mm)	Nº de dias
				N	%		
1	02/mar	20/jul	140 dias (4,7 meses)	122	12,1	473	54
2	01/fev	19/jul	168 dias (5,6 meses)	108	10,2	517	67
3	13/fev	18/jul	154 dias (5,1 meses)	125	8,3	501	71

A análise de correlação cruzada mostrou que as correlações diretas entre a proporção de indivíduos ou espécies com placas de incubação e o volume ou frequência de chuvas foram sempre significativas. No entanto, a força das correlações foi maior quando considerada uma unidade de tempo de atraso da reprodução em relação às chuvas (sem *time lag*, r_p entre 0.28 e 0.59; com um *time lag*, r_p entre 0.58 e 0.64; Figura 4). Considerando o *time lag* em questão, a intensidade da correlação entre indivíduos com placa e precipitação acumulada ($r_p = 0.62$) foi levemente mais forte que a correlação entre indivíduos e frequência de chuvas ($r_p = 0.59$). Ao contrário disto, a correlação entre espécies com placa e precipitação acumulada ($r_p = 0.58$) foi menor que a correlação entre espécies e frequência de chuvas ($r_p = 0.64$, Figura 4). Considerando os *time lags* estabelecidos pela CCF ao obter as regressões lineares, o percentual de indivíduos com placa foi significativamente dependente da precipitação acumulada (um *time lag*; $r^2 = 0,38$, $F = 46,79$, $p < 0,0001$, $\text{Placa} = 4.9 + 0.16 * \text{precipitação_acumulada}$) e o percentual de espécies com placa foi significativamente dependente da frequência de dias chuvosos (um *time lag*; $r^2 = 0,42$, $F = 53,93$, $p < 0,0001$, $\text{Placa} = 3.8 + 4.48 * \text{frequência_de_chuva}$). As correlações *a posteriori* por guilda alimentar e considerada uma unidade de tempo de atraso também foram sempre significativas e com intensidade frequentemente superior a 0,45 ($r_p > 0,45$ e $r^2 > 0,20$; Tabela 3), sendo normalmente mais fracas do que quando considerado o conjunto total de aves.

Os registros mostraram que mesmo pequenos volumes de chuva (entre cinco e 10 mm) estiveram associados ao início do período de maior intensidade reprodutiva nos três anos de estudo (02/março, Ano-1; 01/fevereiro, Ano-2; 14/fevereiro, Ano-3; Figuras 5 e 6). Da mesma

forma, os picos mais altos de proporção de indivíduos com placas aconteceram logo após (uma ocasião, 14 dias) os picos mais altos de precipitação acumulada dentro de cada ano (Ano-1, 27/abril, 272 mm de chuvas, 41% dos indivíduos; Ano-2, 12/abril, 100 mm, 43%; Ano-3, 28/março, 120 mm, 25%). Relações semelhantes ocorreram entre as demais covariáveis ambientais (precipitação acumulada e frequência de dias chuvosos) e biológicas (porcentagem de indivíduos ou espécies com placas de incubação). Durante a janela reprodutiva, os intervalos de ausência de chuva resultaram em declínio na ocorrência de placas de incubação e estas voltaram a ser registradas diante de novos registros de precipitação. Isso ocorreu na ocasião 35 (18 de janeiro de 2014, com média de 9,37 mm) e no 3º ano de estudo (2014-2015), na amostra 61 (17 de janeiro de 2015, 3º ano de estudo, com média de 9 mm).

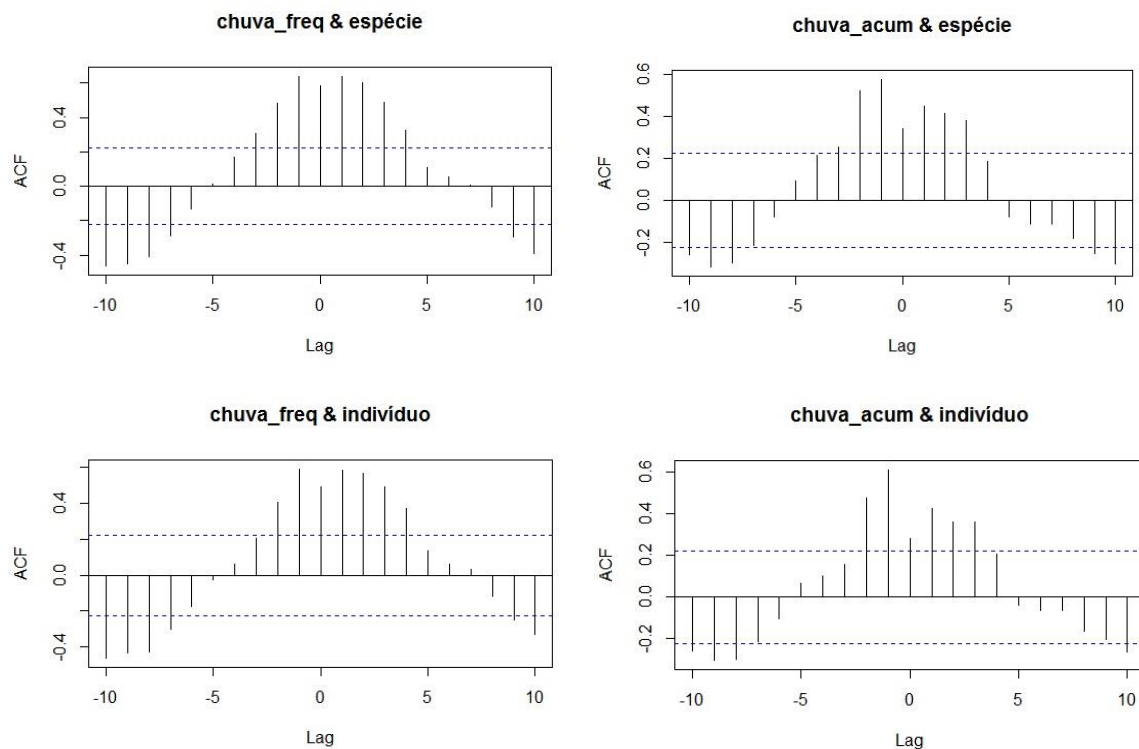


Figura 4: Análise de correlação cruzada (CCF) entre a proporção de indivíduos ou espécies com placas de incubação e o volume ou frequência de chuvas.

Tabela 3. Correlações feitas *a posteriori*, entre proporção de espécies e/ou indivíduos com placas de incubação e volume ou frequência de chuvas, considerando o *time lag* de 14 dias (um intervalo entre amstras).

Dados	Amplitude da covariável x ^a	Freq. de dias chuvosos	Precipitação acumulada
		r _p =	r _p =
Espécies			
% Spp total	0 - 78	0.65	0.59
% Spp Inset-Rest	0 - 31	0.52	0.43
% Spp Inset-Frug	0 - 19	0.60	0.47
% Spp Inset-Gran	0 - 13	0.53	0.55
% Spp Onívoros	0 - 10	0.58	0.56
Indivíduos			
% Ind total	0 - 2836	0.60	0.62
% Ind Inset-Rest	0 - 1026	0.59	0.57
% Ind Inset-Frug	0 - 738	0.45	0.33 ^b
% Ind Inset-Gran	0 - 756	0.63	0.63
% Ind Onívoros	0 - 316	0.61	0.60

^aVariação do menor ao maior número de espécies e/ou indivíduos registrados dentro de cada conjunto de dados.

^b Correlações com p-valor (< 0.01), todas as demais correlações apresentaram $p < 0.001$.

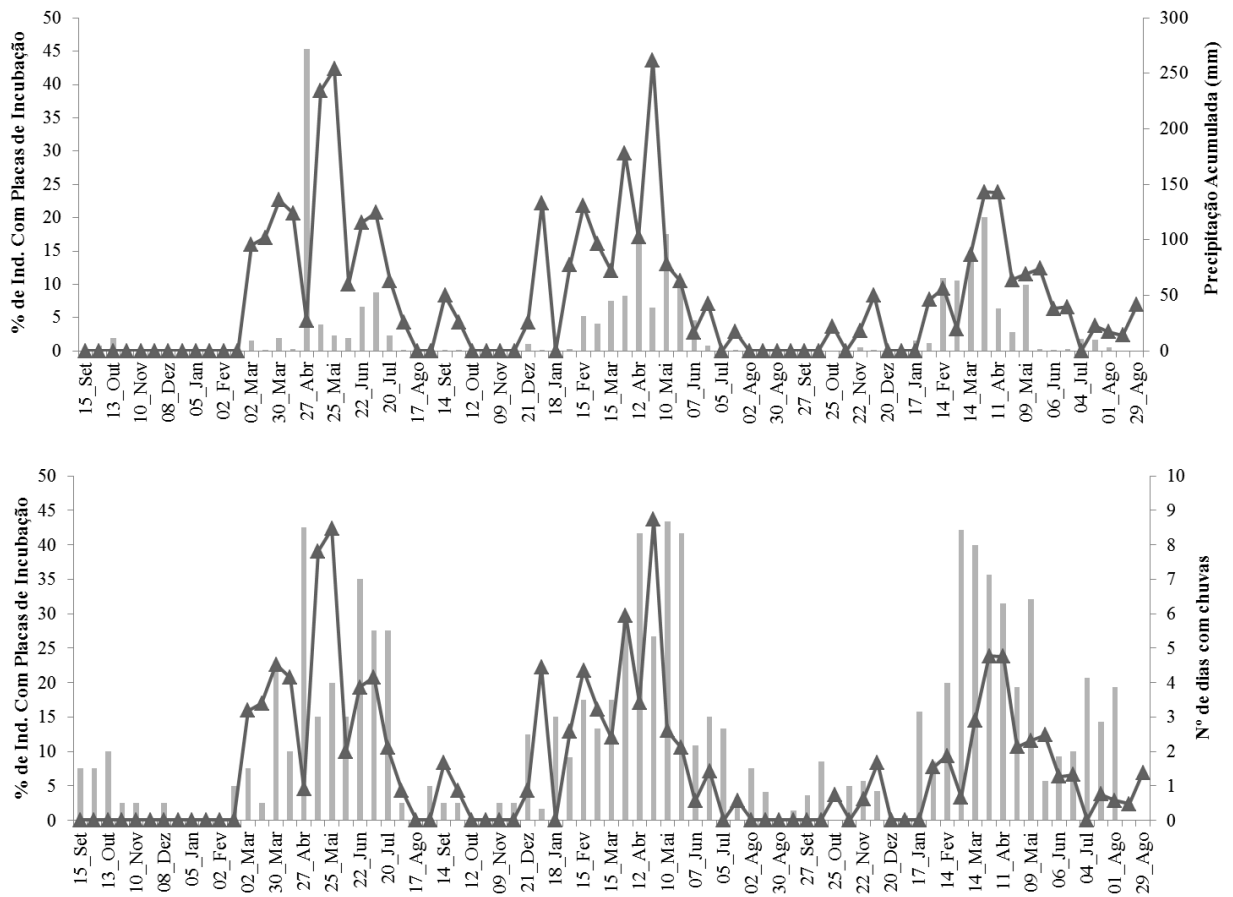


Figura 5: Porcentagem de indivíduos com placas de incubação (▲) e precipitação acumulada (acima) ou número médio de dias chuvosos (abaixo) a cada intervalo de 14 dias entre amostragens.

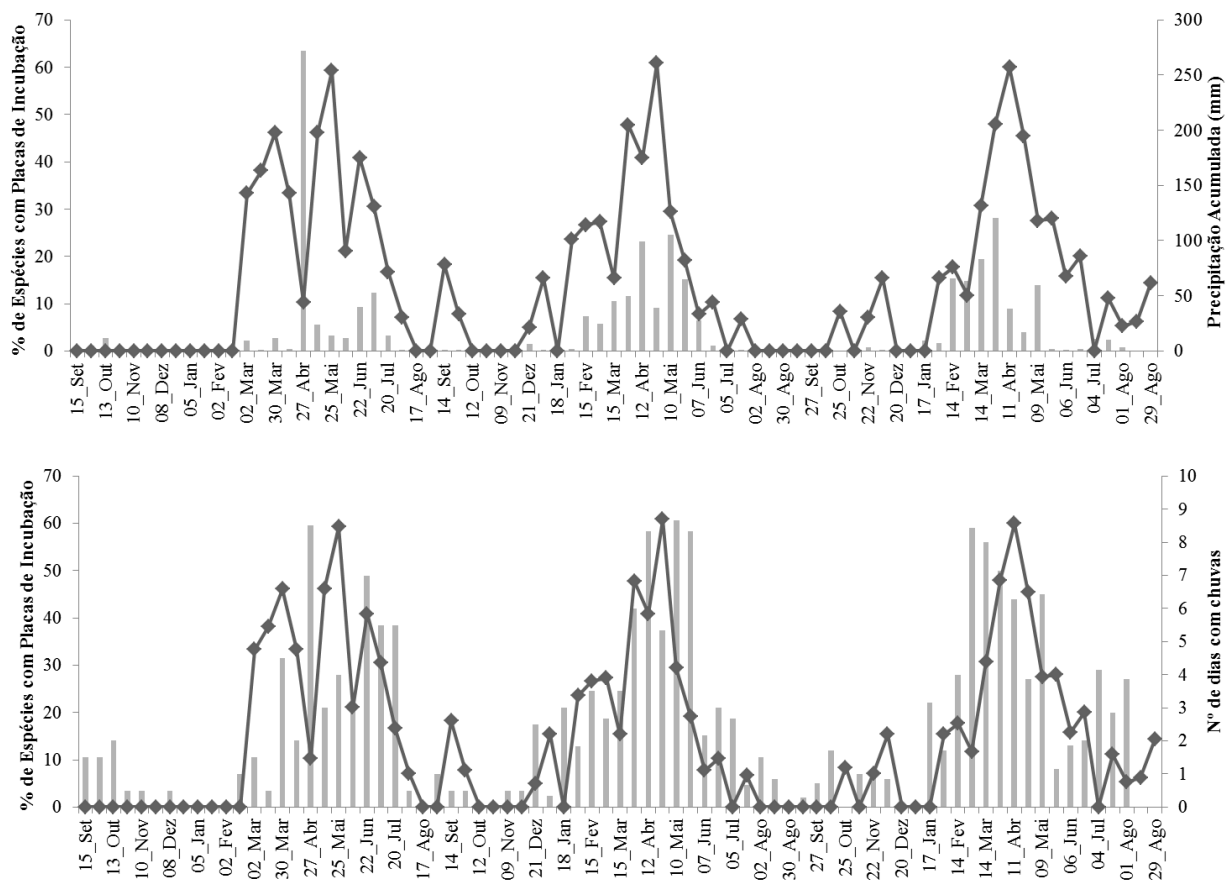


Figura 6: Porcentagem de espécies com placas de incubação (♦) e precipitação acumulada (acima) ou número médio de dias chuvosos (abaixo) a cada intervalo de 14 dias entre amostragens.

No segundo ano de estudo (2013-2014), três placas de incubação (uma placa em *Tolmomyias flaviventris*, duas placas em *Veniliornis passerinus*) foram amostradas no mês de setembro (amostras 27 e 28), sendo registradas ~40 dias após o fim da estação chuvosa do ano de 2013. Esses indícios reprodutivos representaram 2,5% do total de placas amostradas no ano, 6,3% do total de indivíduos capturados e 16,6% do total de espécies presentes nas referidas amostragens (15 e 29 de setembro de 2013). No terceiro ano de estudo (2014-2015), ocorreu um evento semelhante: quatro placas de incubação (duas placas em *Tolmomyias flaviventris*, uma placa em *Veniliornis passerinus* e uma em *Piculus chrysochloros*) nos meses de outubro a dezembro (amostras 56, 58 e 59), sendo registradas ~45 dias após o fim da estação chuvosa do ano de 2014. Os registros reprodutivos representaram 2,9% do total de placas amostradas no ano, 9,3% do total de indivíduos capturados e 17,6% do total de espécies presentes nas amostragens citadas (25 de outubro, 22 de novembro e 06 de dezembro de 2014).

A guilda alimentar que apresentou a maior proporção de placas de incubação foi a de insetívoros-restritivos, com 5,5% dos indivíduos contendo placa e 41,3% das espécies, seguidos dos insetívoros-frugívoros, com 2,4% de placas e 28,3% das espécies, insetívoros-granívoros, com 1,5% de placas e 13% das espécies e os onívoros, com 1% de placas e 17,4% das espécies. Observou-se que os insetívoros-restritivos foram os que começaram a reprodução logo que as chuvas ocorreram, estendendo a atividade até o fim da ocorrência da precipitação (Figura 7). Os insetívoros-frugívoros começaram a reprodução uma ocasião mais tarde em relação aos insetívoros-restritivos e, à medida que as chuvas se intensificaram, a reprodução também aumentou (Figura 8). Os insetívoros-granívoros e onívoros tiveram a reprodução mais tardia, encurtando o tempo de atividade reprodutiva, pois a ocorrência de placas cessou juntamente com o fim do período chuvoso (Figuras 9 e 10).

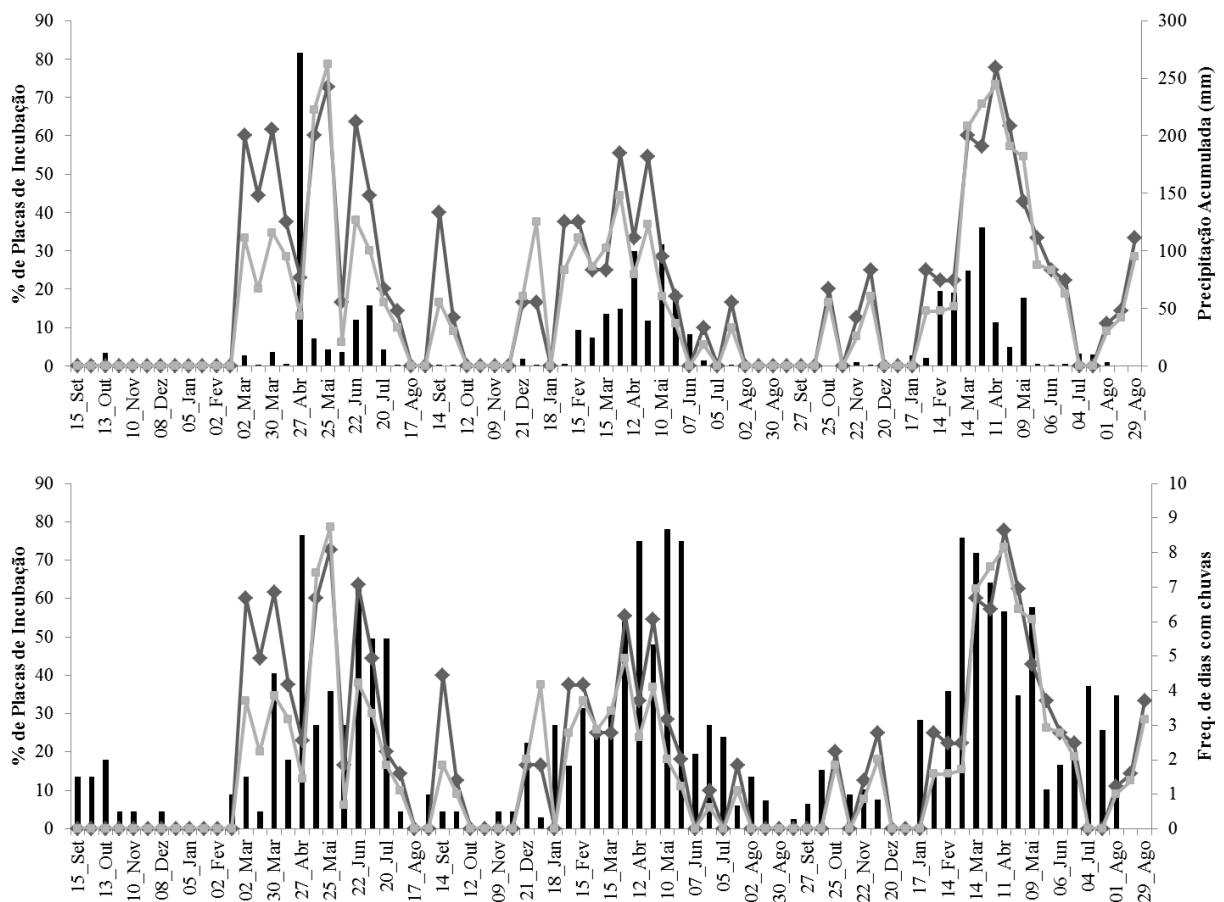


Figura 7: Porcentagem de indivíduos e espécies insetívoras-restritivas com a precipitação acumulada (mm) e com o número médio de dias chuvosos nos intervalos entre as amostragens (14 dias). (■) Porcentagem de indivíduos; (◆) Porcentagem de espécies; (barras) Precipitação.

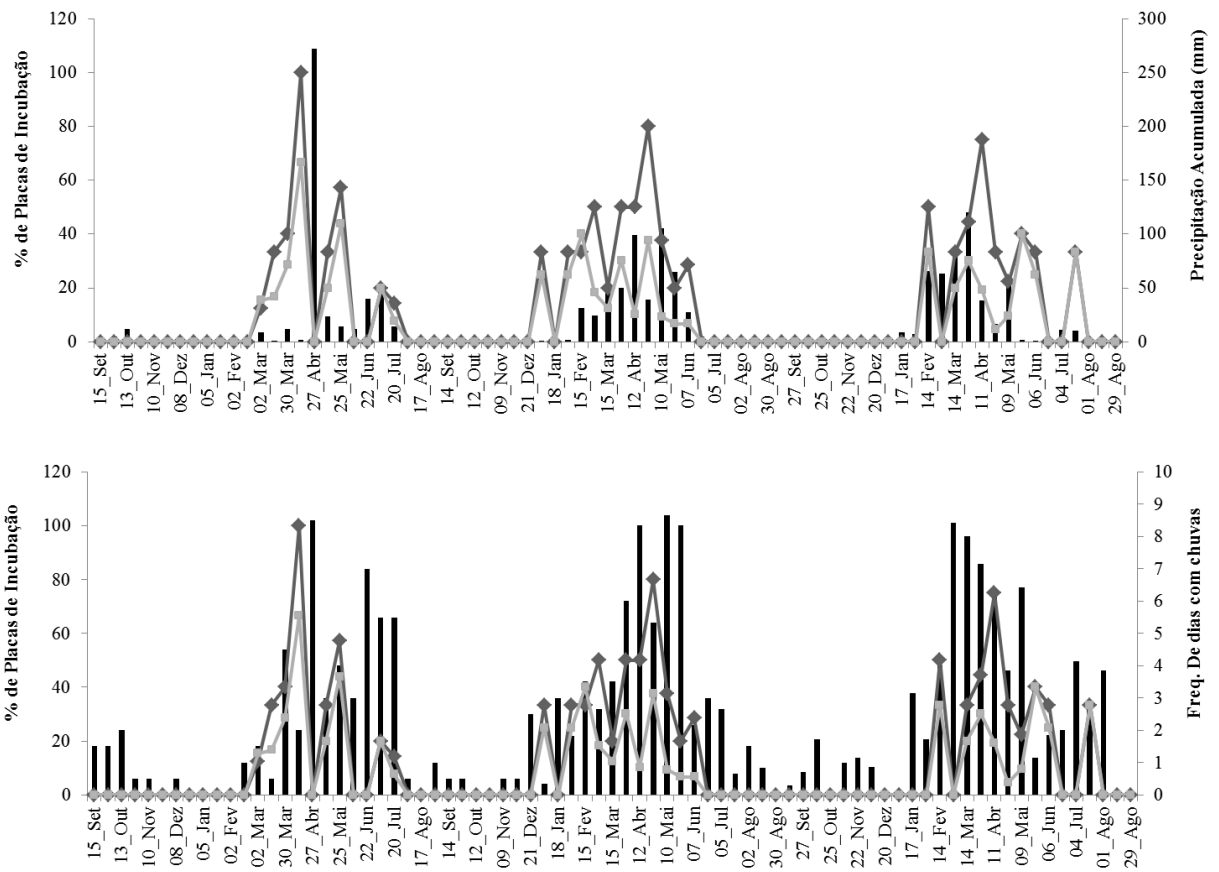


Figura 8: Porcentagem de indivíduos e espécies insetívoras-frugívoras com a precipitação acumulada (mm) e com o número médio de dias chuvosos nos intervalos entre as amostragens (14 dias). (■) Porcentagem de indivíduos; (◆) Porcentagem de espécies; (barras) Precipitação.

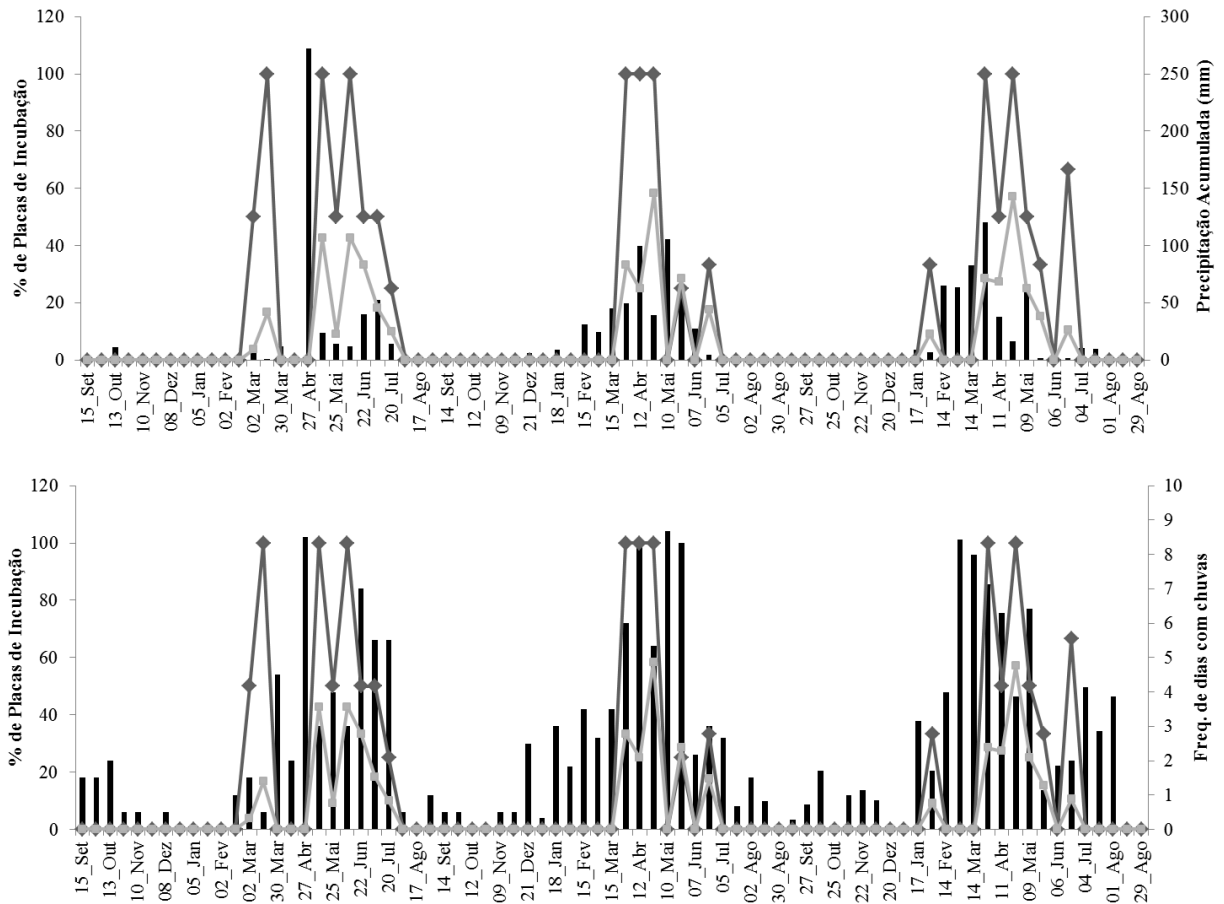


Figura 9: Porcentagem de indivíduos e espécies insetívoras-granívoras com a precipitação acumulada (mm) e com o número médio de dias chuvosos nos intervalos entre as amostragens (14 dias). (■) Porcentagem de indivíduos; (◆) Porcentagem de espécies; (barras) Precipitação.

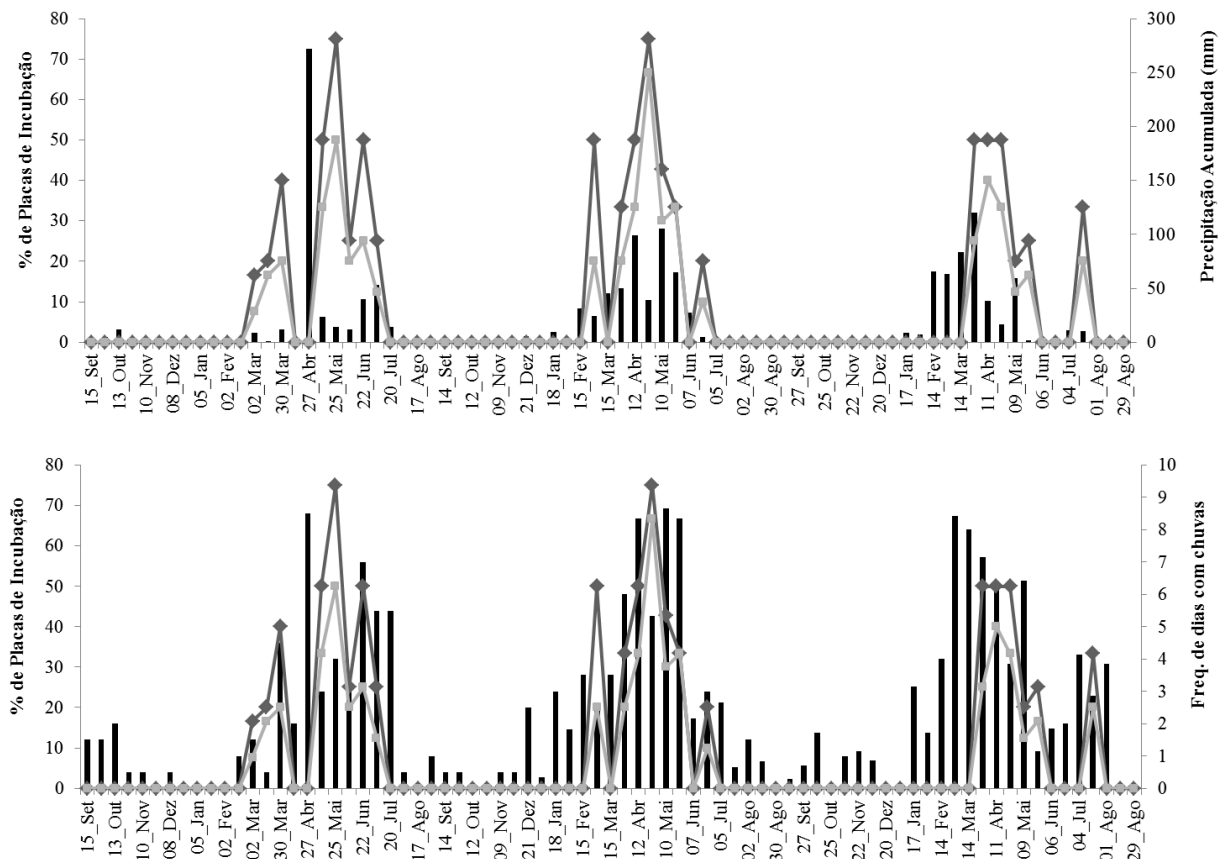


Figura 10: Porcentagem de indivíduos e espécies onívoras com a precipitação acumulada (mm) e com o número médio de dias chuvosos nos intervalos entre as amostragens (14 dias). (◆) Porcentagem de indivíduos; (■) Porcentagem de espécies; (barras) Precipitação.

DISCUSSÃO

A reprodução das aves amostradas neste estudo ocorreu de forma sazonal, e suas intensidade e duração seguiram a intensidade e a duração das chuvas locais. Foram constatadas correlações significativas entre a atividade reprodutiva (de indivíduos e espécies) e a precipitação acumulada (mm) e a frequência de dias chuvosos. Porém, essas correlações foram mais fortes quando considerado o *time lag* entre reprodução e precipitação, ou seja, parece haver um atraso de tempo entre a ocorrência de chuvas e a resposta reprodutiva. Com isto, foi possível notar um fino ajuste entre a intensidade da reprodução das aves (quantidade de indivíduos e espécies se reproduzindo) e as chuvas da região. Geralmente, um pequeno volume de chuva durante poucos dias já foi suficiente para desencadear os primeiros registros de placas de incubação, assim como os picos de reprodução vieram logo em seguida a

períodos mais intensos de precipitação e o aumento na intermitência das chuvas resultaram no declínio da abundância de placas de incubação.

Em ambientes onde a precipitação é baixa, como os áridos e semiáridos, é previsível que a reprodução esteja sincronizada com a precipitação, uma vez que a abundância de alimento responde diretamente às variações de precipitação (Cox *et al.* 2013). Normalmente, a variação na precipitação afeta significativamente a abundância de artrópodes (Illera & Diaz 2006) e é esperado que espécies que se alimentam dessa fonte de nutrientes comecem a reproduzir aos primeiros sinais de aumento de oferta deste alimento, que, por sua vez, ocorre logo após os primeiros sinais de chuva (Ahumada 2001). Além desse efeito indireto da chuva, há também uma potencial relação direta desta com a reprodução (Bolger *et al.* 2005). A água em si é um recurso de extrema necessidade para a sobrevivência e o sucesso reprodutivo dos organismos. Ambientes áridos podem apresentar maiores dependências de condições favoráveis para reprodução, levando-se em consideração que, com o aumento da aridez, há o decréscimo nas taxas de crescimento dos filhotes (Tieleman *et al.* 2004), podendo também as taxas demográficas serem afetadas negativamente (Morrison & Bolger 2002). Dessa forma, as chuvas nos ambientes áridos parecem ser responsáveis por determinar a época e a duração da reprodução (janela reprodutiva), sendo esta uma hipótese plausível para a área de estudo e promissora para este semiárido neotropical como um todo.

A maior parte das espécies e dos indivíduos se reproduziu dentro de um período fixo ao longo dos anos amostrados (fevereiro a julho), o que pode indicar a existência de uma janela reprodutiva fixa para a área de estudo. Por outro lado, registros eventuais de reprodução acompanhados de chuvas fora de seus períodos comuns, assim como variações entre anos de até três ocasiões (42 dias) no período reprodutivo (quantidade de espécies e indivíduos se reproduzindo), indicaram que a reprodução esteve mais relacionada à sazonalidade das chuvas do que a fatores endógenos fixos. Apenas alguns indivíduos de algumas espécies apresentaram evidências de reprodução fora do período de chuvas intensas (*Tolmomyias flaviventris*, *Veniliornis passerinus* e *Piculus chrysochloros*). Portanto, essas observações indicam que a reprodução das aves locais ocorre de forma sazonal, estando fundamentalmente restrita à época tipicamente chuvosa da região, porém com algum ajuste de período condicionado pela variação anual no período de ocorrência das chuvas.

Em outras regiões da Caatinga, registros ocasionais ou temporalmente restritos de evidências reprodutivas (placas de incubação) foram notados apenas em épocas de incidência típica de chuvas (Nascimento *et al.* 2000; Roos *et al.* 2006; Ruiz-Esparza 2012; Tellino-

Junior *et al.* 2005). Esses registros, associados ao do presente estudo, mostram que a reprodução nesta grande região biogeográfica pode estar sempre associada à época das chuvas e, dessa forma, ocorrer em períodos distintos do ano entre as diferentes localidades, fundamentalmente em função dos períodos chuvosos de cada local. Estudos que, de modo geral, relataram reprodução das aves em outras localidades de Caatinga mostraram que esta pode ocorrer entre junho e agosto (Paraíba), maio e setembro (Ceará), outubro e dezembro (Bahia) e abril e junho (Sergipe) (Tellino-Junior *et al.* 2005; Nascimento *et al.* 2000; Roos *et al.* 2006; Ruiz-Esparza 2012). A sincronia entre estação chuvosa local e período reprodutivo das aves parece ser um padrão comum para as mais diversas regiões semiáridas do mundo, independentemente das regiões onde essas áreas estão inseridas (Austrália, Zann *et al.* 1995; África, Scheuerlein & Gwinner 2002; Venezuela, Tarroux & McNeil 2003; México, Salgado-Ortiz *et al.* 2009; Peru, Stager *et al.* 2012). Esses relatos, associados aos registros do presente estudo em escala temporalmente fina, indicam que fatores ambientais locais influenciam diretamente a tomada de decisão de início e fim da estação reprodutiva das aves na Caatinga. É possível que, nas outras áreas de Caatinga aqui citadas, as chuvas exerçam forte efeito de regulação da intensidade e da restrição da época reprodutiva, assim como o registrado durante este estudo.

Além da restrição ao período chuvoso, foi observado um fino ajuste entre o início do período chuvoso da região e o início da reprodução das aves. No primeiro ano de estudo, as chuvas tiveram um atraso de aproximadamente 40 dias em relação aos outros dois subsequentes, e esse atraso resultou no retardo do início da reprodução, sendo este o ano mais seco do estudo e o mais seco dos últimos 30 anos. Nos demais anos de estudo, quando as chuvas se anteciparam e se aproximaram da média anual mínima, a intensidade dos registros reprodutivos respondeu à intensidade da precipitação. O mesmo fato foi observado por Illera & Diaz (2006), nas Ilhas Canárias, onde a reprodução da espécie estudada apresentou sincronia com a ocorrência das chuvas locais, havendo redução de investimento reprodutivo no ano mais seco e aumento deste nos demais anos em que a precipitação atingiu a média de longo prazo.

Quanto ao comprimento do período reprodutivo, Stutchbury & Morton (2001) calcularam uma média de 3,1 a 4,2 meses de reprodução em ambientes temperados e 6,6 a 9,8 meses para ambientes tropicais. Portanto, os resultados encontrados neste estudo se assemelharam com os comprimentos das janelas reprodutivas de zonas temperadas, impulsionando as espécies de aves a se reproduzirem em uma mesma época e durante um

tempo relativamente curto do ano. Outras áreas semiáridas ou áridas apresentaram comprimentos de janelas reprodutivas semelhantes ao encontrado aqui, com aproximadamente 3 a 4 meses de atividade reprodutiva (Best *et al.* 1996; Salgado-Ortiz *et al.* 2009). Portanto, os padrões aqui encontrados se assemelham aos de outras regiões semiáridas do mundo e são distintos dos encontrados em áreas tropicais chuvosas adjacentes à Caatinga (Amazônia). Mesmo as áreas semiáridas avaliadas estando distribuídas em diferentes continentes e estando sujeitas a diferentes caminhos evolutivos, estas parecem convergir quanto a esse aspecto reprodutivo.

A possibilidade de acontecer reprodução fora do período aqui considerado como janela reprodutiva da região é compreensível de acordo com informações da literatura. Esse fato pode advir do comportamento alimentar de algumas espécies que utilizem recursos sazonalmente menos variados que outras (Ahumada 2001; Cox *et al.* 2013). No segundo e no terceiro ano de estudo, ocorreram registros ocasionais em três espécies (*Tolmomyias flaviventris*, *Veniliornis passerinus* e *Piculus chrysochloros*) fora do período aqui estabelecido como reprodutivo. Essas espécies foram classificadas como insetívoras-restritivas de acordo com a literatura (Motta-Junior 1990, Poulin *et al.* 1993, Gomes *et al.* 2008; Souto 2010). Duas das espécies citadas eram pica-paus (*V. passerinus* e *P. chrysochloros*) e, portanto, possuem o particular comportamento alimentar de buscar insetos abaixo das cascas das árvores. Esse tipo de fonte de alimento favorece a reprodução fora da estação chuvosa, uma vez que é temporalmente menos sazonal que outros recursos, tais como insetos associados às folhas verdes das árvores (Ahumada 2001). Outra fonte de artrópodes também temporalmente mais constantes é a encontrada na serapilheira (Ahumada 2001), favorecendo *T. flaviventris*.

O tipo de fonte alimentar também é frequentemente associado às diferenças no período reprodutivo das aves. Neste estudo, foi possível perceber um discreto agrupamento das espécies de mesma guilda alimentar iniciando a reprodução em diferentes semanas, aproximadamente quatorze dias de diferença (uma ocasião), dentro da janela reprodutiva encontrada para a região. Vieram, primeiramente, os insetívoros-restritivos, seguidos dos insetívoros-frugívoros e insetívoros-granívoros quase simultaneamente e, por fim, os onívoros. No entanto, essa percepção de diferença entre início da reprodução nas diferentes guildas foi pouco marcante. O começo da estação chuvosa tende a ser abundante em insetos, seguidos da oferta de frutos e, por último, grãos (Scheuerlein & Gwinner 2002). A atividade reprodutiva das espécies, com frequência, é reflexo de seu nicho alimentar, iniciando-se de acordo com a oferta de alimento correspondente ao seu nicho (Poulin *et al.* 1993; Scheuerlein

& Gwinner 2002; Cox *et al.* 2013). Os indivíduos adultos das espécies, na maioria das vezes, têm dietas mais restritivas e especializadas, porém nem sempre alimentam sua prole com os mesmos alimentos que consomem. A dieta de ninhegos é normalmente baseada em alimentos de procedência animal, pois estes são mais ricos em nutrientes necessários para o desenvolvimento dos filhotes (Marshall 1951, Poulin *et al.* 1993). Portanto, a semelhança nos períodos reprodutivos das guildas aqui avaliadas pode ter ocorrido em decorrência da coincidente dieta rica em artrópodes durante o período reprodutivo e, além disso, em decorrência da semelhança nos tipos de itens alimentares utilizados pelas espécies, com artrópodes sendo itens comuns na dieta de todas elas.

O presente estudo indica que a reprodução nesta área de Caatinga não só foi, de modo geral, relacionada às épocas chuvosas, como pode ser deflagrada via resposta de curto prazo à intensidade da precipitação, inclusive com picos múltiplos dentro de uma mesma estação reprodutiva. Possivelmente, a reprodução nessa área tenha padrões de intensidade e duração substancialmente diferentes entre anos, dados os picos coincidentes de precipitação e indicadores reprodutivos e, também, devido às fortes variações nos padrões anuais de precipitação local. Esse padrão foi derivado de uma combinação de duas variáveis auto-correlacionadas: a quantidade de indivíduos e de espécies se reproduzindo. Não se trata, portanto, de um padrão derivado especificamente de uma ou poucas espécies de aves, mas de um padrão que emergiu da comunidade, a qual tem, na sua constituição, a relação entre riqueza de espécies e a abundância relativa de indivíduos das espécies. Em uma região árida da Austrália, Zann e colaboradores (1995) notaram que a reprodução acompanhou a ocorrência das chuvas não só quanto a sua duração, mas também quanto a sua intensidade. A relação entre intensidade de chuvas e investimento reprodutivo tem sido afirmada em diversas áreas semiáridas espalhadas pelo mundo, caracterizando, assim, um padrão comum para esse tipo de ambiente (Hau 2001; Scheuerlein & Gwinner 2002; Tarroux & McNeil 2003; Bolger *et al.* 2005; Hau *et al.* 2008; Salgado-Ortiz *et al.* 2009; Stager *et al.* 2012; Cox *et al.* 2013).

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**, v. 118, n. 1, p. 191-210, 2001.
- BARRIENTOS, R. *et al.* Temperature but not rainfall influences timing of breeding in a desert bird, the trumpeter finch (*Bucanetes githagineus*). **Journal of Ornithology**, v. 148, n. 4, p. 411-416, 2007.
- BEST, B. J. *et al.* New bird breeding data from southwestern Ecuador. **Ornitol. Neotrop**, v. 7, p. 69-73, 1996.
- BOLGER, D. T. *et al.* Avian reproductive failure in response to an extreme climatic event. **Oecologia**, v. 142, n. 3, p. 398-406, 2005.
- BROCKWELL, P. J.; DAVIS R. A. **Time Series: Theory and Methods**. Springer. 1991.
- COE, S. J.; ROTENBERRY, J. T. Water availability affects clutch size in a desert sparrow. **Ecology**, v. 84, n. 12, p. 3240-3249, 2003.
- 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**, v. 154, n. 3, p. 671-683, 2013.
- ERIZE, F. *et al.* **Birds of South America. Non-Passerines: Rheas to woodpeckers**. Princeton University Press, p. 376, 2006.
- FERNANDES, A. Província das Caatingas ou Nordestinas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 1999. N. 71, p. 299-310.
- GOMES, L. G. L. *et al.* Tolerance of frugivorous birds to habitat disturbance in a tropical cloud forest. **Biological Conservation**, v. 141, n. 3, p. 860-871, 2008.

GRANT, P. R. *et al.* Effects of El Niño events on Darwin's finch productivity. **Ecology**, v. 81, n. 9, p. 2442-2457, 2000.

GRANT, P. R. Hybridization of Darwin's finches on Isla Daphne Major, Galápagos. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 340, p. 127–139. 1993.

GRANT, P. R.; GRANT, B. R. The extraordinary El Niño event of 1982-83: effects on Darwin's finches on Isla Genovesa, Galapagos. **Oikos**, p. 55-66, 1987.

HAHN, T. P.; MACDOUGALL-SHACKLETON, S. A. Adaptive specialization, conditional plasticity and phylogenetic history in the reproductive cue response systems of birds. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1490, p. 267-286, 2007.

HAU, M. *et al.* A neotropical forest bird can measure the slight changes in tropical photoperiod. **The Royal Society B**, v. 265, p. 89–95. 1998.

HAU, M. *et al.* Timing of breeding in tropical birds: mechanisms and evolutionary implications. **Ornitologia Neotropical**, v. 19, n. suppl., p. 39-59, 2008.

HAU, M. Timing of breeding in variable environments: tropical birds as model systems. **Hormones and Behavior**. n.40, p. 281-290. 2001.

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

ILLERA, J. C.; DIAZ, M. Reproduction in an endemic bird of a semiarid island: a food-mediated process. **Journal of Avian Biology**, v. 37, n. 5, p. 447-456, 2006.

IMMELMANN, K. Environmental factors controlling reproduction in African and Australian birds—a comparison. **Ostrich**, v. 40, n. S1, p. 193-204, 1969.

LAS-CASAS, F. M. G. *et al.* Community structure and bird species composition in a caatinga of Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 20, n. 3, p. 302-311, 2012.

LEAL, I. R. *et al.* **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária UFPE, 2003, p. 806.

LISLE, H.; GRANT, R. Ecological consequences of an exceptionally strong el nino event on darwin's finches. **Ecology**, v. 68, n. 6, p. 1735-1746, 1987.

MARCHANT, S. The breeding season in SW Ecuador. **Ibis**. n.101, p. 137–152. 1959.

MARSHALL, A. J. Food availability as a timing factor in the sexual cycle of birds. **Emu**, v. 50, n. 4, p. 267-282, 1951.

MOOJEN, J. *et al.* Observações sobre o conteúdo gástrico das aves brasileiras. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 36, p. 405-444. 1941.

MOORE, I. T. *et al.* Photoperiod-independent changes in immunoreactive brain gonadotropin-releasing hormone (GnRH) in a free-living, tropical bird. **Brain, behavior and evolution**, v. 68, n. 1, p. 37-44, 2006.

MORRISON, S. A.; BOLGER, D. T. Variation in a sparrow's reproductive success with rainfall: food and predator-mediated processes. **Oecologia**, v. 133, n. 3, p. 315-324, 2002.

MOTTA-JÚNIOR, J. C. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats na região central de São Paulo. **Ararajuba**, v. 1, p. 65-71. 1990.

MULWA, R. K. *et al.* Seasonal fluctuations of resource abundance and avian feeding guilds across forest–farmland boundaries in tropical Africa. **Oikos**, v. 122, n. 4, p. 524-532, 2013.

NASCIMENTO, J. L. X. *et al.* Aves da Chapada do Araripe (Brasil): biologia e conservação. **Ararajuba**. v. 8, n. 2, p. 115-125. 2000.

NIMER, E. Clima-circulação atmosférica. Paisagens do Brasil. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**, Rio de Janeiro. 1969.

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**, São Paulo. v. 45, n. 14, p. 179-199. 2005.

PAIVA, L. V. **Fatores que determinam o período reprodutivo de *Elaenia chiriquensis* (Aves: Tyrannidae) no cerrado do Brasil Central**. 2008. 116 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

PARADIS, E. *et al.* Patterns of natal and breeding dispersal in birds. **Journal Animal Ecology**, n. 67, p. 518-536, 1998.

PERFITO, N. *et al.* Cue hierarchies and testicular development: Is food a more potent stimulus than day length in an opportunistic breeder (*Taeniopygia g. guttata*)?. **Hormones and behavior**, v. 53, n. 4, p. 567-572, 2008.

PIENKOWSKI, M. W. *et al.* Seasonal and migrational weight changes in Dunlins. **Bird Study**, v. 26, n. 3, p. 134-148, 1979.

POULIN, B. *et al.* Variations in bird abundance in tropical arid and semi-arid habitats. **Ibis**, v. 135, n. 4, p. 432-441, 1993.

PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, n. 80, p. 902-927, 1993.

REDFERN, C. P. F. Brood-patch development and female body mass in passerines. **Ringing & Migration**, v. 25, n. 1, p. 33-41, 2010.

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

RICKLEFS, R. E. An analysis of nesting mortality in birds. **Smithsonian Institution Press**, 1969.

RIDGELY, R. S.; TUDOR, G. **The birds of South America**. II. Vol. The suboscine passerines. University Of Texas Press, Austin (USA). 1994.

ROOS, A. L. *et al.* Avifauna da região do Lago de Sobradinho: composição, riqueza e biologia. **Ornithologia**, v. 1, n. 2, p. 135-160, 2006.

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**, v. 20, n. 49, p. 12, 2012.

SALGADO-ORTIZ, J. *et al.* Breeding seasonality of the mangrove warbler (*Dendroica petechia bryanti*) from southern Mexico. **Ornitol Neotrop**, v. 20, p. 255-263, 2009.

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.

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**, v. 113, p. 87-94, 2015.

SCHEUERLEIN, A.; GWINNER, E.. Is food availability a circannual zeitgeber in tropical birds? A field experiment on stonechats in tropical Africa. **Journal of Biological Rhythms**, v. 17, n. 2, p. 171-180, 2002.

SCHUBART, O. *et al.* Contribuição para o conhecimento da alimentação das aves brasileiras. **Arquivos de Zoologia**, v. 12, p. 95-249, 1965.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira. 1997. 910 p.

SIGRIST, T. **Avifauna brasileira: pranchas e mapas**. 1. Ed. São Paulo. Avis Brasilis. 2009. 492 p.

SILVA, J. M. C. *et al.* Aves da Caatinga: *Status*, uso do Habitat e Sensitividade. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da Ufpe, 2003. Cap. 5. p. 237-274.

SOUTO, G. H. B. de O. **Ecologia alimentar de aves insetívoras de um fragmento de mata decídua do extremo norte da Mata Atlântica**. 2010. 89 f. Tese (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural do Rio Grande do Norte, Natal. 2010.

STAGER, M. *et al.* Reproductive biology of a narrowly endemic *Tachycineta* swallow in dry, seasonal, forest in coastal Peru. **Ornitol. Neotrop**, v. 23, p. 95-112, 2012.

STUTCHBURY, B. J.M; MORTON, E. S. **Behavioral ecology of tropical birds**. San Diego, California, USA: Academic Press, 2001.

TARROUX, A.; MCNEIL, R. Influence of rain on the breeding and molting phenology of birds in a thorn woodland of northeastern Venezuela. **Neotropical Ornithology**, v. 14, p. 371-380, 2003.

TELINO-JÚNIOR, W. R. *et al.* Biologia e composição da avifauna em uma Reserva Particular de Patrimônio Natural da caatinga paraibana. **Ornithologia**, v. 1, n. 1, p. 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**, v. 85, n. 5, p. 1399-1410, 2004.

VELLOSO, A. L. *et al.* **Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga**. Associação Plantas do Nordeste e Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil. Recife. 2002. 76 p.

VILAS-BÔAS, M. M. **Dinâmica Reprodutiva de Aves da Caatinga em uma área próxima ao Rio São Francisco**. 2013, 86 f. Tese (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Federal Sergipe, Sergipe, 2013.

WIKELSKI, M. *et al.* Seasonality of reproduction in a neotropical rain forest bird. **Ecology**, v. 81, n. 9, p. 2458-2472, 2000.

ZANN, R. A. *et al.* The timing of breeding by zebra finches in relation to rainfall in central Australia. **Emu**, v. 95, n. 3, p. 208-222, 1995.