



**Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Universidade Federal da Paraíba, Campus I**

**AMOSTRAGEM, ESTIMATIVA DE RIQUEZA DE ESPÉCIES E VARIAÇÃO
TEMPORAL NA DIVERSIDADE, DIETA E REPRODUÇÃO DE AVES EM
ÁREA DE CAATINGA, BRASIL.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas – área de concentração em Zoologia.

Helder Farias Pereira de Araujo

Orientador: Dr. José Maria Cardoso da Silva

2ª orientadora: Dra. Maria Regina de Vasconcellos Barbosa

CE
57(043)
A663a

João Pessoa

Março 2009

UFPB / BIBLIOTECA CENTRAL	
DCI D	UFPB/CCEN/ciências
15/05/09	Biológicas
	05503

**AMOSTRAGEM, ESTIMATIVA DE RIQUEZA DE ESPÉCIES E VARIAÇÃO
TEMPORAL NA DIVERSIDADE, DIETA E REPRODUÇÃO DE AVES EM
ÁREA DE CAATINGA, BRASIL.**

HELDER FARIAS PEREIRA DE ARAUJO

Banca examinadora:

Prof.^a. Dra. Maria Regina de Vasconcellos Barbosa
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Dra. Sônia Aline Roda
Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste - CEPAN

Prof. Dr. Adrian Antônio Garda
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Prof. Dr. Daniel Oliveira Mesquita
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Prof. Dr. Fernando Zanella
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Prof. Dr. Alan Loures Ribeiro
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Prof. Dr. Gustavo H. C. Vieira
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

À minha esposa, Roberta
Ao meu Filho, Heitor
A Eunice Braz (*in memoriam*)

D*edico*

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, da Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade e apoio ao trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação o Boticário de Proteção a Natureza, pela confiança e financiamento referente ao projeto.

À Associação Brasileira Para Conservação das Aves - PROAVES pelo apoio ao projeto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq/Peld, pelo apoio e financiamento de parte do projeto.

Ao meu orientador, José Maria Cardoso, que, embora distante geograficamente, foi de extrema importância pelas contribuições, confiança e apoio ao trabalho.

À minha segunda orientadora, Maria Regina Barbosa, pelas valorosas contribuições, discussões, sugestões e acompanhamento do trabalho.

Aos alunos Arnaldo e Tarsila que acompanharam e auxiliaram constantemente o trabalho de campo, laboratório, tabulação de dados, etc, durante todo período de atividade do projeto.

Aos outros alunos, amigos e colaboradores Geadelande Júnior, Alvino, Daniele, Erich, Tiago Danilo, Berg, July, Ive, pelo apoio em algumas viagens de campo e no laboratório.

Aos professores da UFRN, Alexandre Vasconcellos e Ricardo Andreazze, seus alunos João Eduardo e os demais que identificaram o material entomológico.

Aos professores e colegas Angélica Uejima, Sônia Roda, Alfredo Langguth e Alexandre Palma, pelas conversas, discussões e sugestões ao trabalho.

Ao professor Severino Júnior, curador da coleção ornitológica da UFPE, pela permissão ao acesso e utilização da coleção e do laboratório.

Aos colegas dos laboratórios de Herpetologia e Mastozoologia, Kleber, Gindomar, Gentil e Bruno pelas conversas e discussões que contribuíram muito para o trabalho.

Aos colegas botânicos Itamar, Zelma e Roberto pela ajuda no material botânico, discussões enriquecedoras para o trabalho e apoio nas burocracias.

À minha irmã Virgínia e aos colegas Washington, Ludmila e Flávia, pelas ajudas, discussões e compartilhamento de atividade durante os campos na fazenda Almas.

Ao taxidermista Mário da UFPE, pela preparação e cuidados com as peles e materiais das aves coletadas que foram utilizados.

Ao motorista Dedé e ao pessoal da fazenda Almas, Seu Francisco, Elias, Cidinha e seus filhos pela ajuda no deslocamento, nos atoleiros, na abertura das trilhas, entre outras atividades que foram essenciais durante o campo.

À Dona Eunice Braz (*in memoriam*) pela manutenção da Fazenda Almas enquanto viva, pela permissão para trabalhar em sua propriedade e aos seus irmãos que ficaram responsáveis pela fazenda após seu falecimento.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, pela emissão da licença nº 1347-1 referente ao projeto.

Ao Centro de Pesquisa para a Conservação de Aves Silvestres – CEMAVE/ICMBio, pelo apoio com as anilhas, trabalho dos membros do SNA e pelas discussões com Andrei, Elivan e Emanuel que contribuíram para enriquecimento do trabalho.

Aos membros da banca, por aceitarem revisar, discutir e colaborar com o trabalho.

À minha esposa/amiga/pesquisadora/dona-de-casa Roberta, pelas discussões, revisões de texto, ajuda em campo, compreensão e, principalmente, por cuidar de Heitor quando eu estava fora envolvido com o projeto.

Ao meu filho Heitor que, apesar de ter apenas quatro anos, compreende a necessidade da ausência do pai durante os trabalhos de campo e, ainda, diz que quer trabalhar com passarinho junto ao pai quando crescer.

Aos meus pais pelo apoio e por dar uma grande força cuidando de Heitor durante a ausência minha e de Roberta e durante todos os momentos de corre-corre em relação ao projeto.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	8
INTRODUÇÃO	10
PERGUNTAS E HIPÓTESES	14
ÁREA DE ESTUDO	18
CAPÍTULO 1: AS AVES E OS AMBIENTES QUE ELAS OCORREM EM UMA ÁREA DE CAATINGA	25
CAPÍTULO 2: AMOSTRANDO E ESTIMANDO RIQUEZA DE ESPÉCIES DE AVES COM PONTOS DE CONTAGEM, NA CAATINGA	59
CAPÍTULO 3: VARIAÇÃO SAZONAL DE UMA COMUNIDADE DE AVES NA CAATINGA	91
CAPÍTULO 4: VARIAÇÃO TEMPORAL NA DIETA DE AVES EM UMA ÁREA DE CAATINGA	117
CAPÍTULO 5: ATIVIDADE REPRODUTIVA E CICLO DE MUDAS DE AVES EM UMA ÁREA DE CAATINGA	178

APRESENTAÇÃO

A caatinga, que recobre a maior parte do nordeste brasileiro, é composta por um mosaico de formações vegetais constituídas por árvores e arbustos característicos de uma região semi-árida. A estação chuvosa na região concentra-se em três ou quatro meses consecutivos, contudo é a ausência de chuvas que determina a estação seca característica. Essa estacionalidade climática marcante torna a região da caatinga um laboratório natural para estudos que buscam entender processos evolutivos, ecológicos e fisiológicos de organismos que sobrevivem na região e apresentam estratégias diversas para obter sucesso no seu desenvolvimento e reprodução.

As aves compõem um dos grupos de vertebrados ideais para estudos biológicos em diversas regiões, inclusive na caatinga, pois formam um grupo diversificado, com espécies endêmicas da região e espécies de ampla distribuição, e que apresenta respostas a estímulos ambientais que podem ser visivelmente observados por humanos. No entanto, as estratégias que as espécies de aves adotam para sobreviver num ambiente com condições muito distintas sazonalmente, como a caatinga, não foram ainda bem averiguadas.

Tendo em vista a complexidade da história natural da avifauna na caatinga, objetiva-se, nesse trabalho, contribuir para sua compreensão com a descrição geral da dinâmica temporal de uma comunidade de aves em uma área da caatinga paraibana.

Após 24 meses consecutivos de coleta de dados no campo, apresentam-se os resultados do trabalho com a seguinte estrutura: Capítulo 1, descrição da avifauna de uma área de caatinga e sua contribuição para o entendimento das preferências das espécies pelos ambientes distintos; Capítulo 2, uma avaliação metodológica de uma técnica de

amostragem da avifauna, a qual foi utilizada para coleta de dados; Capítulo 3, outra avaliação metodológica referente a análises estatísticas de estimativas de riqueza de espécies; Capítulo 4, uma avaliação da variação sazonal da diversidade e composição da avifauna em uma área de caatinga arbórea densa; Capítulo 5, dados de composição da dieta e variação temporal de itens alimentares consumidos por aves; e, por fim, o Capítulo 6, que demonstra o período de ocorrência de atividades reprodutivas e mudas, extremamente importantes no ciclo vital de aves.

INTRODUÇÃO

A caatinga abrange uma área de cerca de 735.000 Km² localizada entre as latitudes 2°54'S e 17°21'S. A região compreende a maior parte do nordeste brasileiro, estendendo-se até uma faixa no vale seco da região média do rio Jequitinhonha, no estado de Minas Gerais. Sua vegetação é caracterizada por formações com componentes arbóreos e arbustivos, que apresentam em geral espinhos, microfilia e alguns, xerofilia (Prado 2003, Leal *et al.* 2005).

A média pluviométrica anual varia de 240 a 1.500mm, com 50% da região recebendo menos que 750mm e em algumas áreas centrais menos que 500mm (Sampaio 1995, Prado 2003, Leal *et al.* 2005). A maior parte da precipitação (50-70%) concentra-se em três meses consecutivos, contudo é a ausência de chuvas, determinando a estação seca, que caracteriza a região (Nimer 1972).

Prado & Gibbs (1993) caracterizaram as caatingas do nordeste brasileiro como uma das maiores áreas de Florestas Neotropicais Estacionais Secas (FNES) da América do Sul, em conjunto com duas áreas definidas pelos núcleos Misiones e Piedmont, e regiões das costas caribenhas da Colômbia e Venezuela. Outras áreas com limites extensos de FNES estão na costa do Equador adjacente ao norte do Peru, em Mato Grosso no Brasil Central e na periferia do Cerrado em áreas de solos férteis (Ratter *et al.* 1978). Áreas menores e mais isoladas ocorrem nos vales secos nos Andes no norte da Bolívia, Peru, sul do Equador e Colômbia. As FNES ocorrem ainda na América Central e na Flórida (Pennington *et al.* 2006) (Figura 01).

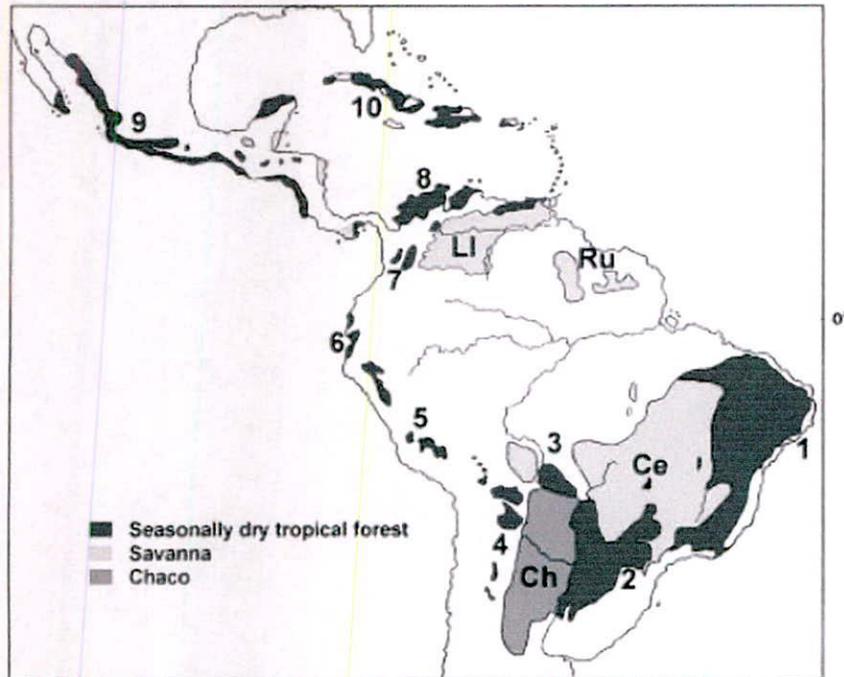


Figura 01. Distribuição da vegetação estacional seca no Neotrópico. Florestas Estacionais Secas: 1. Caatinga; 2. Núcleo de Misiones; 3. Chiquitano Boliviano; 4. Núcleo de Piedmont; 5. vales bolivianos e peruanos InterAndinos; 6. costa pacífica do Equador; 7. vales colombianos Interandinos; 8. costa caribenha da Colômbia e Venezuela; 9. América Central; 10. Antilhas. Savanas: Ce. Cerrado; LI. Llanos; Ru, Rupunumi; Ch, Chaco (modificado de Pennington *et al.* 2000)

De acordo com as revisões de Monney *et al.* (1995) e Pennington *et al.* (2006), as Florestas Neotropicais Estacionais Secas (FNES) são ecossistemas essencialmente dominados por árvores, com copa contínua ou quase contínua e na superfície do solo as ervas são os elementos de menor quantidade. Segundo Gentry (1995) e Graham & Dilcher (1995), essas florestas secas ocorrem onde a precipitação é menor que 1600 mm/ano, com um período de no mínimo 5-6 meses recebendo menos que 100 mm. No entanto, Rodal *et al.* (2008) demonstraram que, no nordeste do Brasil, as florestas secas estacionais estão localizadas onde o limite máximo de precipitação é 1000 mm e no mínimo oito meses do ano recebem menos 100 mm. Esses autores verificaram que as florestas estacionais da

região compõem dois grupos florísticos, um associado com a floresta atlântica costeira e outro com o domínio das caatingas, e que o Planalto da Borborema, uma série de maciços direcionados na posição norte-sul, funciona como uma barreira geográfica que separa as duas floras.

A diversidade, a riqueza de espécies e o número de endemismos da caatinga foram, por muito tempo, considerados baixos (e.g. Vanzolini *et al.* 1980, Andrade-Lima 1982, Prance 1987). Estudos recentes citaram números expressivamente superiores aos desses trabalhos e acabaram com o “mito” da baixa biodiversidade na região da caatinga (Leal *et al.* 2003, Silva *et al.* 2004, Leal *et al.* 2005). No entanto, acredita-se que ainda pode haver um aumento no número de espécies conhecidas, visto que cerca de 40% da região nunca foi estudada e 80% do que já amostrado apresenta um esforço pouco representativo (Tabarelli & Vicente 2004).

Mares *et al.* (1985) consideram a mastofauna registrada na caatinga como uma fauna métrica em um ambiente semi-árido, pois essa não possui adaptações fisiológicas às condições de semi-aridez. Segundo a proposta desses autores, a caatinga se retraiu em refúgios quando a savana e a floresta se expandiram durante os períodos métricos do Quaternário, o que inibiu o desenvolvimento de uma fauna de vertebrados adaptada ao ambiente seco. Por outro lado, os enclaves úmidos serviram de refúgios para essa fauna durante o máximo glacial e continuam ainda servindo durante o período de estiagem na caatinga. Para verificar se a hipótese de Mares *et al.* (1985) pode ser aplicada para a avifauna, são necessários estudos que detalhem a origem das espécies de aves da caatinga, bem como as respostas dessas à semi-aridez regional (Silva *et al.* 2003).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é compreender a dinâmica temporal de uma comunidade de aves na caatinga, observando as flutuações temporais e as disponibilidades de recursos regidas por essas flutuações.

PERGUNTAS E HIPÓTESES

Considerando-se que: quase dois terços das espécies de aves residentes no domínio da caatinga são dependentes ou semi-dependentes de florestas (Silva *et al.* 2003); apenas 14% dessa região era coberta originalmente por florestas (IBGE 1993), mas que a mesma encontra-se cercada pelos três ecossistemas com maior riqueza de aves no Brasil (amazônia, floresta atlântica e cerrado) (Marini & Garcia 2005); e que existem vários enclaves úmidos e brejos florestados no interior da região que também podem servir de refúgio para as espécies por causa da forte sazonalidade climática; serão testadas hipóteses para responder as seguintes perguntas:

1) Existe diferença significativa na composição da avifauna na caatinga entre a estação seca e chuvosa?

H0: Não existe. Algumas poucas espécies, já conhecidas, realizam deslocamentos sazonais, mas isso não influencia expressivamente em modificações de toda estrutura da avifauna, entre os períodos. A maioria das espécies que aí reside apresenta adaptações ecológicas, as quais lhe permitem aproveitar os recursos existentes nas duas estações climáticas distintas.

H1: Sim, existe. No período seco, com os recursos mais escassos, várias espécies realizam deslocamentos para áreas diferenciadas e se ausentam da região devido às possíveis dificuldades na obtenção dos recursos. A presença de espécies que permanecem durante o período seco não é responsável por uma

similaridade equivalente à composição avifaunística presente na estação chuvosa.

2) Existe diferença significativa na abundância da avifauna na caatinga entre a estação seca e chuvosa?

H0: Não existe. Além de poucas espécies realizarem deslocamentos sazonais, a abundância delas não influencia expressivamente em modificações na abundância de toda comunidade. Como a maioria das espécies apresenta adaptações ecológicas que permitem aproveitar os recursos existentes nas estações climáticas distintas, não há variação marcante no número de indivíduos presente na comunidade.

H1: Sim, existe. No período de estiagem, um número expressivo de indivíduos representantes das populações das espécies migratórias se desloca para áreas diferenciadas, outros realizam deslocamentos locais para áreas com maiores concentrações de umidade e oferta de recursos. Essa flutuação no número de indivíduos é responsável por uma forte variação estrutural na abundância da comunidade de aves.

3) Ocorre variação significativa na estrutura trófica da avifauna na caatinga entre a estação seca e chuvosa?

H0: Não ocorre. O mesmo número de espécie por categoria trófica é observado nas duas estações. Existem os mesmos tipos de recursos disponíveis entre essas estações, embora distribuídos de modos distintos.

H1: Ocorre. Um maior número de espécies frugívoras é observado no período que surge a maioria dos frutos como consequência do aproveitamento das chuvas. O número de insetívoros aumenta na estação chuvosa como resposta ao aumento na abundância da entomofauna, e isso se repete para outras categorias tróficas, numa correlação positiva com a disponibilidade do respectivo recurso.

H2: Não existem categorias tróficas definidas para a maioria das espécies de aves da caatinga. A plasticidade na obtenção de recurso é alta, de modo que as espécies alimentam-se do recurso disponível em determinado período. Pode até existir uma distinção na estrutura trófica entre as estações, mas não pela presença ou ausência de espécies representantes de determinadas categorias, mas sim pela alteração no hábito alimentar das espécies de acordo com a disponibilidade dos recursos.

4) O período reprodutivo das espécies de aves na caatinga se restringe à estação chuvosa?

H0: Não, assim como as espécies residentes no domínio da caatinga podem variar a preferência alimentar de acordo com disponibilidade de recursos, o mesmo pode ocorrer com suas proles.

H1: As espécies de aves residentes no domínio da caatinga reproduzem-se na estação chuvosa, com os recursos alimentares mais abundantes e os ambientes

mais fechados, possibilitando maior segurança nos processos de nidificação no interior de uma vegetação mais densa.

H2: Ocorrem variações inter-específicas no período reprodutivo. Muitas espécies se reproduzem durante a estação chuvosa, mas outras evitam competições de recursos nessa estação e optam por reproduzirem-se fora do período em que essa atividade ocorre para a maioria das espécies.

ÁREA DE ESTUDO

A atividade de campo foi desenvolvida na Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Almas (7°28'15''S e 36°52'51''W), a qual possui uma extensão de 3.505 ha. A RPPN localiza-se nos municípios de São José dos Cordeiros e Sumé, distantes cerca de 300 Km da capital João Pessoa (Lima 2004).

A reserva está situada no Cariri Paraibano, onde se encontra o registro mais baixo de chuvas da Caatinga (município de Cabaceiras: 252,4 mm/ano; Figueiredo-Gomes 1981). De acordo com Veloso *et al.* (2002), a unidade de conservação está inserida na ecorregião da caatinga denominada Depressão Sertaneja Setentrional, na porção limite desta com a ecorregião Planalto da Borborema (Figura 02).

Segundo Lima & Heckendorff (1985), o município de São José dos Cordeiros possui uma pluviosidade variando entre 400-800 mm anuais, com o período chuvoso concentrado entre os meses de dezembro e janeiro. O município de Sumé, de acordo com o Núcleo de Meteorologia Aplicada (1987), possui uma precipitação média anual de 560 ± 230 mm que se concentra nos meses de fevereiro, março e abril. Apenas nesses três meses chove cerca de 330 mm, que correspondem a 59% do total anual, acarretando uma estação seca muitas vezes superior a oito meses de duração.

A vegetação da RPPN Fazenda Almas varia de uma caatinga arbórea aberta a uma caatinga arbórea densa, entremeadas pelos lajedos com flora peculiar (Barbosa *et al.* 2007). Foram inventariadas, até o momento, 195 espécies vegetais na reserva, das quais, 30 são endêmicas da caatinga (Lima 2004). A temperatura e umidade médias anuais são de 25°C e

65%, respectivamente. A RPPN possui solo arenoso, com diversos afloramentos rochosos, denominados localmente de lajedos.

A região do Cariri Paraibano, onde predominam as formações vegetais altamente impactadas pela caprinocultura e pelo corte de madeira, está inserida entre as áreas de extrema importância biológica e prioridade de conservação (Veloso *et al.* 2002, Tabarelli & Silva 2003). A RPPN Fazenda Almas representa um remanescente em excelente estado de conservação nesta região, quando comparado ao seu entorno.

A RPPN está representada esquematicamente por três fragmentos inseridos na área da fazenda (Figura 02), um a sudoeste cortado por duas estradas e a área sede da fazenda, outro a leste e outro na área norte. As áreas vizinhas, no interior da fazenda, já foram utilizadas para o pastoreio de bovinos e caprinos (Lima 2004), no entanto encontram-se, na sua maioria, em um avançado estado de regeneração.

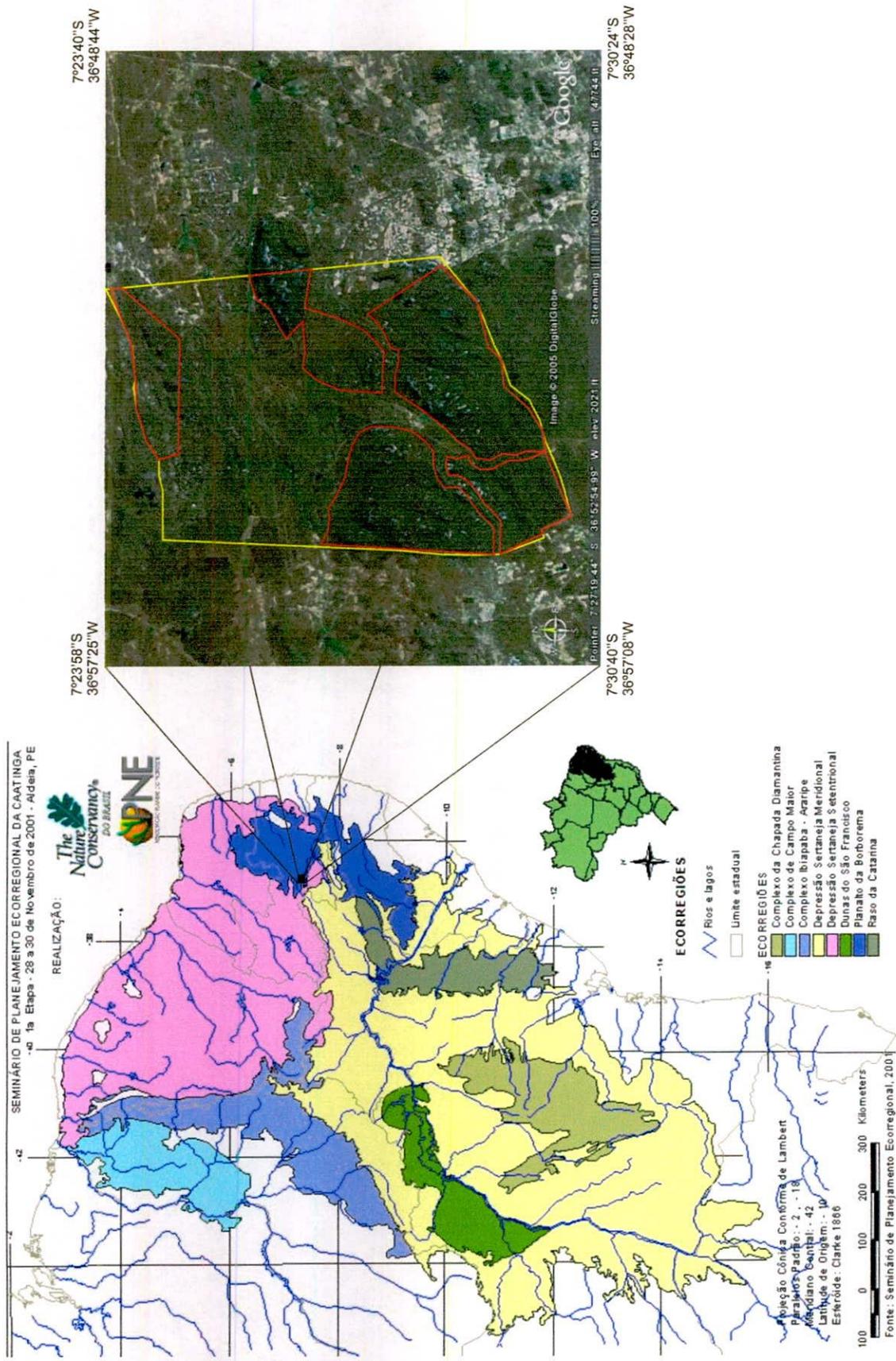


Figura 02. Localização da RPPN Fazenda Almas. Contorno amarelo: perímetro da Fazenda Almas; contorno vermelho: perímetro dos fragmentos que compõem a RPPN. Obs. Os limites desenhados na foto são meramente ilustrativos, visto que foi baseado no único mapa (não georreferenciado) existente no IBAMA-PB e na posse da proprietária da fazenda, que mostra a delimitação da reserva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade-Lima D. 1982. Present-day Forest refuges in northeastern Brazil. In: Prance (ed.). *Biological diversification in the tropics*. Columbia Univ. Press, New York. p. 123-135.
- Barbosa M.R.V., I.B. Lima, J.R. Lima, J.P. Cunha, M.F. Agra & W.W. Thomas. 2007. Vegetação e flora no Cariri Paraibano. *Oecologia Brasiliensis* 11(3): 313-322.
- Figueredo-Gomes M.A. 1981. *Padrões de Caatinga nos Cariris Velhos, Paraíba*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.
- Gentry A.H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. In: Bullock S.H., H.A. Mooney & E. Medina. *Seasonally Dry Tropical Forests*. p.146
- Graham A. & D. Dilcher. 1995. The Cenozoic record of tropical dry forest in northern Latin America and the southern United States. In: Bullock S.H., H.A. Mooney & E. Medina. *Seasonally Dry Tropical Forests*. p.124.
- IBGE 1993. Mapa de Vegetação do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro.
- Leal I.R., M. Tabarelli & J.M.C. Silva. 2003. *Ecologia e conservação da Caatinga*. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
- Leal I.R., J.M.C. Silva, M. Tabarelli & T.E. Lacher. 2005. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of Northeastern Brazil. *Conservation Biology*, 19(3): 701-706.
- Lima I.B. 2004. *Levantamento Florístico da Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Almas, São José dos Cordeiros – PB*. Monografia. Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

- Lima P.J. & W.O. Heckendorff. 1985. Climatologia. In: *Atlas geográfico do estado da Paraíba*. Secretaria de Educação. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: Grafset.
- Mares M.A., M.R. Willig & T.E. Lacher. 1985. The Brazilian Caatinga in South America zoogeography: tropical mammals in dry region. *Journal of Biogeography*. 12: 57-69.
- Marini M.A. & F.I. Garcia 2005. Bird Conservation in Brazil. *Conservation Biology*. 19(3): 665-671.
- Monney H.A., S.H. Bullock & E. Medina. 1995. Introducion. In: Bullock S.H., H.A. Mooney & E. Medina. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Nimer E. 1972. Climatologia da região Nordeste do Brasil. Introdução à climatologia dinâmica. *Revista Brasileira de Geografia*. 34: 3-51.
- Núcleo de Meteorologia Aplicada, 1987. *Atlas climatológico do Estado da Paraíba*. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.
- Pennington R.T., D. Prado & C. Pendry. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Peistocene vegetation changes. *Journal of Biogeography*. 27: 261 – 276.
- Pennington R.T, G.P. Lewis & J.A. Ratter. 2006. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests. In: Pennington R.T., G.P. Lewis and J.A. Ratter. *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: plant diversity, biogeography and conservation*. CRC Press Taylor & Francis Group, New York. p.1-29.
- Prado D. 2003. As caatingas da América do Sul. In: Leal, I.R., Tabarelli, M. e Silva J.M.C. *Ecologia e conservação da Caatinga*. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. p. 3-73.

- Prado D. E. & P. E. Gibbs. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 80: 902-927.
- Prance G.T. 1987. Vegetation. In: Whitmore, T.C. & Prance, G. T. (eds.). *Biogeography and Quaternary history in tropical America*. Oxford Science Publications. p. 28-45.
- Ratter J.A., G.P. Askew, R. Montgomery & D.R. Gifford. 1978. Observations on forests of some mesotrophic soils in central Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*. 1: 47-58.
- Rodal M.J.N., M.R.V Barbosa & W.W. Thomas. 2008. Do the seasonal forests in northeastern Brazil represent a single floristic unit? *Brazilian Journal Biology* 68(3): 467-475.
- Sampaio E.V.S.B. 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. In: Bullock, S.H., Mooney, H.A. & Medina E. (eds). *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge. p. 35-63.
- Silva J.M.C., M.A. Souza, A.G.D. Bieber & C. J. Carlos. 2003. Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade. In: Leal I. R., M. Tabarelli & J. M. C. Silva. *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Ed Universitária da UFPE. p. 237-273.
- Silva J.M.C., M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L. Lins. 2004. *Biodiversidade da Caatinga: áreas prioritárias para conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Tabarelli M. & J.M.C. Silva. 2003. Áreas e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da Caatinga In: Leal, I. R., Tabarelli, M. & Silva, J. M. C. 2003. *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Ed Universitária da UFPE. p. 777-796.

- Tabarelli M. & A. Vicente. 2004. Conhecimento sobre plantas lenhosas da Caatinga: lacunas geográficas e ecológicas. In: Silva, J.M.C., Tabarelli, M. Fonseca, M.T., Lins, L. *Biodiversidade da Caatinga: áreas prioritárias para conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. p.101-111.
- Vanzolini P.E., A.M.M Ramos-Costa, & L.J. Vitt. 1980. *Répteis das Caatingas*. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro.
- Veloso A. L., E. V. S. B. Sampaio & F. G. C. Pareyn. 2002. *Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga*. Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil.

CAPÍTULO 1

AS AVES E OS AMBIENTES QUE ELAS OCORREM EM UMA ÁREA DE CAATINGA

Resumo: Apesar da caatinga ter sido caracterizada como uma importante área de endemismo para as aves sul-americanas, pouco se tem avançado em estudos sobre distribuição, evolução e ecologia. O entendimento de como os ambientes mantêm a diversidade da avifauna regional é de extrema contribuição para esses estudos. Este capítulo mostra o resultado de um inventário, com amostragens mensais durante 24 meses consecutivos, em área de caatinga no interior do estado de Paraíba, bem como discute sobre a composição da avifauna nos diferentes ambientes encontrados. Foram registradas 162 espécies de aves, com estimativas entre 165 e 171 espécies, utilizando os estimadores Chao 2 e Jack 1, respectivamente. 20 espécies com distribuição restrita ao Brasil foram registradas, com 10 endemismos do nordeste brasileiro. Considerações sobre ampliação de distribuição e migração de algumas espécies foram discutidas. Nas áreas de formação de caatinga arbórea aberta foram registradas 107 espécies, na caatinga arbórea densa 101, no campo aberto 104 e associados aos corpos aquáticos 22 espécies. O fato de algumas aves endêmicas da caatinga não ocorrerem em formações arbóreas densas, e sim em formações ou ambientes abertos, sugere que o mosaico de áreas florestais densas e ambientes naturais mais abertos, como ocorre atualmente, não é uma caracterização recente na caatinga.

Palavras-chave: Riqueza de espécies, endemismo, distribuição geográfica, floresta estacional seca.

A caatinga tem sido apontada como uma importante área de endemismo para as aves sul-americanas (Muller 1973, Cracraft 1985, Haffer 1985, Rizzini 1997), porém, a distribuição, evolução e ecologia da avifauna da região continuam ainda muito pouco investigadas (Silva *et al.* 2003).

Alguns autores buscaram demonstrar o número de espécies endêmicas da caatinga: Cracraft (1985) e Stotz *et al.* (1996) listaram 20 táxons endêmicos e Haffer (1985) apontou 10. O problema observado nessas indicações refere-se aos limites da região propriamente ditos. Olmos *et al.* (2005) asseguram que 23 espécies que podem ser caracterizadas como endêmicas da caatinga, considerando as matas secas e outras formações decíduas, como as florestas estacionais das áreas de contato. Esse número é menor que os registrados nos biomas adjacentes, amazônia, mata atlântica e cerrado. No entanto, destacam-se como gêneros endêmicos na caatinga: *Cyanopsitta*, *Anopetia*, *Gyalophylax*, *Megaxenops* e *Rhopornis*.

Silva *et al.* (2003) apontaram 510 espécies de aves que habitam a região da caatinga, um número bem superior às referências anteriores com 347 espécies (*e.g.* Pacheco & Bauer 2000). Nesse total os autores incluíram também as espécies registradas apenas nos enclaves úmidos que ocorrem no domínio da caatinga, e optaram por essa inclusão por entender que não há razão biogeográfica para tratar tais enclaves como não pertencentes a região na qual estão inseridos (Ab' Saber 1970, 1977), e ainda devido a importância desses enclaves na manutenção de um número representativo de espécies e processos ecológicos regionais, tais como migrações intra-regionais durante o período de estiagem (Mares *et al.* 1985, Ceballos 1995, Silva *et al.* 2003).

De acordo com Silva *et al.* (2003) o intercâmbio biótico com as regiões adjacentes (amazônia, cerrado e mata atlântica) foi um processo biogeográfico muito

mais expressivo do que a especiação intra ou inter-regional na formação da avifauna da caatinga. Silva (1995a), baseado em relações filogenéticas das aves do cerrado, suporta a hipótese de fortes conexões históricas entre o cerrado e a vegetação aberta da região do chaco, mas não tão fortes entre o cerrado e a caatinga. Porzencanski & Cracraft (2005), utilizando análise cladística de distribuição de endemismo, mostram que as aves do cerrado são mais proximamente relacionadas com as do chaco, que ambos com a caatinga.

Embora as características de especificidade de habitats possam auxiliar nas discussões de análises históricas, como o exemplo citado das conexões entre cerrado e vegetação aberta do chaco, pouco se tem disponível sobre habitats preferenciais das aves na caatinga. Santos (2004) avalia diferenças da avifauna entre caatinga arbórea e arbustiva no estado do Piauí, Olmos *et al.* (2005) fazem comentários sobre aves em áreas abertas e áreas florestais em Pernambuco e Ceará, e Araujo & Rodrigues (submet.) demonstram diferenças entre áreas abertas na caatinga do estado de Alagoas. No entanto, ainda há necessidade de entender melhor como os diferentes ambientes encontrados na caatinga mantêm a diversidade de sua avifauna, frente a variedade de ambientes existentes e a contínua e vasta alteração antrópica na região.

Esse capítulo descreve a composição da comunidade de aves na Fazenda Almas, no Cariri Paraibano, e os habitats nos quais as espécies ocorrem.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de dados

Foram realizadas 24 excursões mensais com duração de seis dias cada, de dezembro de 2006 a novembro de 2008. A amostragem da avifauna foi realizada através

de captura com redes de neblina, pontos de contagem e observações assistemáticas, com gravações de vocalizações, como sugerido por Whitman *et al.* (1997).

Foram aplicados, em cada expedição, 36 pontos de contagem organizados em seis transectos numa área com vegetação de caatinga arbórea densa. Todos os pontos estavam distanciados por cerca de 200m e tiveram 10 minutos de observação. Observações assistemáticas também foram efetivadas em outras áreas da reserva, totalizando cerca de quatro horas por dia de amostragem. Foi efetivado, portanto, um esforço de cerca de 396 horas de observação somando a amostragem assistemática e de pontos de contagem.

A captura de aves foi realizada com a utilização de 12 redes de neblina (malha 36mm e tamanho 12 X 2,5m) distendidas 24h em cada expedição. As redes foram montadas em linhas com quatro redes em cada transecto no período de 5h as 11h, somando 12h.rede por transecto. Portanto, o esforço total de captura foi de 6.912 hs.rede.

Após a captura e identificação, os espécimes foram marcados com anilhas metálicas fornecidas pelo CEMAVE/ICMBio (Centro Nacional de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres). A nomenclatura utilizada nesse trabalho segue o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO 2008).

Coletas foram realizadas para compor o material de referência da área de estudo (licença de Captura/Coleta/Transporte nº 193/2006-CGFAU/IBAMA). Este material está mantido na Coleção de Mastozoologia da Universidade Federal da Paraíba até o término desse estudo e posteriormente será depositado na coleção ornitológica da Universidade Federal de Pernambuco.

As espécies registradas foram categorizadas quanto à sua dependência de florestas em três categorias: independente (IND): espécie associada apenas a formações abertas; semidependente (SMD): espécie que ocorre nos mosaicos formados pelo contato entre formações florestais e formações vegetais abertas e semi-abertas; dependente (DEP): espécie que só ocorre em ambientes florestais. Tal classificação foi baseada em informações contidas na literatura (Silva 1995b, Stotz *et al.* 1996, Silva *et al.* 2003).

Uma atualização da distribuição dessas espécies na região Nordeste foi realizada a partir dos registros na área de estudo, de observações pessoais em outras áreas, de espécimes da Coleção Ornitológica da Universidade Federal de Pernambuco e de informações bibliográficas (Olmos 1993, Nascimento 2000, Nascimento *et al.* 2000, Roda 2003, Roda & Carlos 2004, Santos 2004, Olmos *et al.* 2005, Telino-Júnior *et al.* 2005, Cabral *et al.* 2006, Farias *et al.* 2006, Roos *et al.* 2006, Farias 2007).

Uma categorização dos diferentes habitats encontrados na fazenda foi realizada, e estes referenciados para cada espécie registrada. Foram classificados quatro ambientes: MD: caatinga arbórea densa; MA: caatinga arbórea aberta; CA: campo aberto; AQ: corpos aquáticos (Figura 1.1). A vegetação encontrada na maior parte da área de estudo corresponde à caatinga arbórea densa (MD) e a caatinga arbórea aberta (MA). O campo aberto refere-se a poucos locais antropizados, utilizados geralmente para criação de gado caprino e bovino e para plantação de subsistência, localizados principalmente em meio a áreas de caatinga. Os corpos aquáticos citados referem-se a dois açudes localizados na sede da fazenda, cujas margens intermedeiam áreas de campo aberto e de caatinga, e aos rios e riachos que cruzam a fazenda e a lagoas temporárias. As espécies categorizadas nesses corpos d'água correspondem a espécies

essencialmente aquáticas ou associadas a esses ambientes. É importante citar que existem outros habitats abertos mais específicos inseridos em meio às áreas de caatinga, decorrentes da presença de afloramentos rochosos (lajedos), com sua vegetação peculiar em fendas e ilhas arenosas, estas últimas chamadas localmente de campestre (Figura 1.2). Os campestres são locais de solo raso cobertos por Ciperáceas no período chuvoso e/ou vegetação arbustiva, dependendo da profundidade do solo, situados em depressões oriundas da desagregação da rocha sobre os lajedos.



Figura 1.1: Ambientes encontrados na Fazenda Almas, nos quais as aves foram categorizadas de acordo com sua ocorrência: A: mata de caatinga densa; B: mata de caatinga aberta; C: campo aberto; D: corpos aquáticos.



Figura 1.2: Habitats abertos encontrados nas áreas de mata de caatinga: A: afloramentos rochosos (lajedos) com vegetação peculiar e B: pequenos campos arenosos chamados localmente de campestre.

Análise dos dados

Foram elaboradas curvas acumulativas e de rarefação de espécies a partir de dados de presença e ausência da avifauna na área de estudo obtidos durante as observações diárias. Uma estimativa de riqueza de espécies foi realizada com os estimadores Chao 2 e Jack 1, os quais apresentaram melhor performance em testes preliminares realizados na área (Capítulo 2). As análises referentes à curva de rarefação e estimativa de riqueza de espécies foram realizadas utilizando o software EstimateS 7.5 (Colwell 2005). A curva dos “uniques” e “duplicates” foi também demonstrada no gráfico (ver Capítulo 2 para conceitos).

Estatísticas descritivas foram utilizadas para comparar a avifauna e a distribuição da porcentagem das categorias de uso de habitat nos ambientes registrados.

RESULTADOS

Riqueza de espécies

Foram registradas 162 espécies de aves na fazenda Almas (Tabela 1.1). Das 43 famílias registradas, Tyrannidae foi a mais representativa com 30 espécies, seguida por Columbidae e Emberizidae (10 spp).

A curva de rarefação demonstra uma estabilização próxima, com um desvio padrão reduzido, e as curvas dos “uniques” e “duplicates” estão decrescentes (Figura 1.3). Os valores das estimativas de Chao 2 e Jack 1 são 165 e 171 espécies, respectivamente.

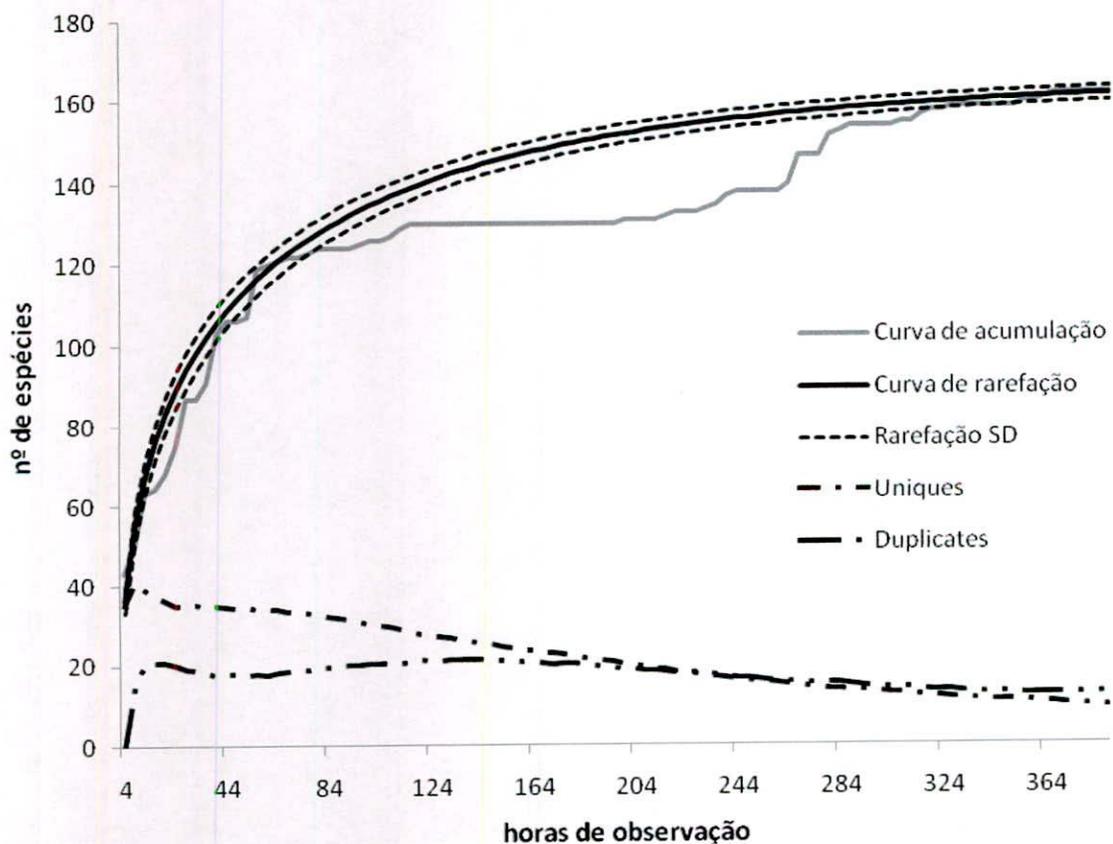


Figura 1.3. Curvas de acumulação espécies, rarefação e dos “uniques” e “duplicates” da avifauna registrada na Fazenda Almas, PB.

Tabela 1.1: Lista da avifauna registrada na Fazenda Almas, PB. Registro: S. sonoro, V. visual, Ca. Captura, Co. Coleta; Uso do habitat: IND. Independente de floresta, SMD. Semi-dependente de floresta, DEP. Dependente de floresta. Habitats encontrados na fazenda: MA: caatinga arbórea aberta; MD: caatinga arbórea densa; CA: campo aberto; AQ: corpos aquáticos.

Nome do táxon	Registro	Uso habit.	Habitat
Tinamidae Gray, 1840			
<i>Crypturellus parvirostris</i> (Wagler, 1827)	S	IND	CA
<i>Crypturellus tataupa</i> (Temminck, 1815)	VSCaCo	DEP	MA MD
<i>Nothura boraquira</i> (Spix, 1825)	VSCo	SMD	MA MD CA
<i>Nothura maculosa</i> (Temminck, 1815)	V	IND	CA
Anatidae Leach, 1820			
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	VS	IND	AQ
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	V	IND	AQ
<i>Sarkidiornis sylvicola</i> Ihering & Ihering, 1907	V	IND	AQ
<i>Anas bahamensis</i> Linnaeus, 1758	V	IND	AQ
Cracidae Rafinesque, 1815			
<i>Penelope jacucaca</i> Spix, 1825	VS	DEP	MA MD
Podicipedidae Bonaparte, 1831			
<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	VS	IND	AQ
<i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758)	VS	IND	AQ
Anhingidae Reichenbach, 1849			
<i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766)	V	IND	AQ
Ardeidae Leach, 1820			
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	VS	IND	AQ
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	V	IND	AQ
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	VS	IND	AQ
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	V	IND	CA
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	V	IND	AQ
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	V	IND	AQ
Cathartidae Lafresnaye, 1839			
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	V	IND	MA MD CA
<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845	V	IND	MA MD CA
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	V	IND	MA MD CA
Accipitridae Vigors, 1824			
<i>Gampsonyx swainsonii</i> Vigors, 1825	VCo	IND	CA
<i>Geranospiza caerulescens</i> (Vieillot, 1817)	VS	SMD	MA MD
<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790)	V	IND	MA
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	VSCa	IND	MA MD CA
<i>Buteo melanoleucus</i> (Vieillot, 1819)	V	IND	MA MD
<i>Buteo brachyurus</i> Vieillot, 1816	VSCa	SMD	MA MD
Falconidae Leach, 1820			
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	VS	IND	MA MD CA
<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus, 1758)	VS	SMD	MA MD
<i>Micrastur ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	VS	DEP	MD
<i>Micrastur semitorquatus</i> (Vieillot, 1817)	S	SMD	CA
<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	VS	IND	MA CA
Rallidae Rafinesque, 1815			
<i>Aramides mangle</i> (Spix, 1825)	VSCo	DEP	MA MD
<i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758)	VS	IND	AQ
Cariamidae Bonaparte, 1850			

(continuação)

Nome do táxon	Registro	Uso habit.	Habitat
<i>Cariama cristata</i> (Linnaeus, 1766)	VS	IND	MA MD
Charadriidae Leach, 1820			
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	VS	IND	MA MD CA
Jacanidae Chenu & Des Murs, 1854			
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	VS	IND	AQ
Columbidae Leach, 1820			
<i>Columbina minuta</i> (Linnaeus, 1766)	VSCaCo	IND	MA MD CA
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	VSCo	IND	CA
<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	VSCa	IND	MA MD CA
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	VSCaCo	IND	MA MD CA
<i>Claravis pretiosa</i> (Ferrari-Perez, 1886)	VSCaCo	SMD	MA MD CA
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	VS	SMD	MA MD CA
<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonnaterre, 1792)	VS	DEP	MA
<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	VCo	IND	MA MD CA
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	VS	SMD	MA MD CA
<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	VSCa	DEP	MA MD CA
Psittacidae Rafinesque, 1815			
<i>Aratinga cactorum</i> (Kuhl, 1820)	VSCaCo	SMD	MA MD CA
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	VSCaCo	IND	MA MD CA
<i>Amazona aestiva</i> (Linnaeus, 1758)	VS	DEP	MA MD
Cuculidae Leach, 1820			
<i>Coccyzus melacoryphus</i> Vieillot, 1817	VSCaCo	SMD	MA MD CA
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	VSCa	SMD	MA MD CA
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	VS	IND	CA
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	VS	IND	CA
<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	S	IND	MA CA
Tytonidae Mathews, 1912			
<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)	S	IND	CA
Strigidae Leach, 1820			
<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	VS	SMD	MA MD CA
<i>Glauclidium brasiliannum</i> (Gmelin, 1788)	VSCa	SMD	MA MD
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	VS	IND	CA
<i>Rhinoptynx clamator</i> (Vieillot, 1808)	S	IND	MA MD
Nyctibiidae Chenu & Des Murs, 1851			
<i>Nyctibius griseus</i> (Gmelin, 1789)	S	SMD	MA MD CA
Caprimulgidae Vigors, 1825			
<i>Caprimulgus parvulus</i> Gould, 1837	VCa	IND	CA
<i>Caprimulgus hirundinaceus</i> Spix, 1825	VSCo	IND	MA MD CA
<i>Hydropsalis torquata</i> (Gmelin, 1789)	VS	IND	MA MD CA
Trochilidae Vigors, 1825			
<i>Anopetia gounellei</i> (Boucard, 1891)	VSCaCo	DEP	MA MD
<i>Phaethornis ruber</i> (Linnaeus, 1758)	VSCa	DEP	MD
<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	VS	IND	MA MD CA
<i>Chrysolampis mosquitus</i> (Linnaeus, 1758)	VS	IND	MA MD CA
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	VSCaCo	SMD	MA MD CA
<i>Heliomaster squamosus</i> (Temminck, 1823)	VSCaCo	DEP	MA MD CA
Alcedinidae Rafinesque, 1815			
<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	VS	IND	AQ
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	V	SMD	AQ
Galbulidae Vigors, 1825			

(continuação)

Nome do táxon	Registro	Uso habit.	Habitat
<i>Galbula ruficauda</i> Cuvier, 1816	VS	SMD	MD
Bucconidae Horsfield, 1821			
<i>Nystalus maculatus</i> (Gmelin, 1788)	VSCaCo	SMD	MA MD CA
Picidae Leach, 1820			
<i>Picumnus fulvescens</i> Stager, 1961	VSCaCo	SMD	MA MD
<i>Veniliornis passerinus</i> (Linnaeus, 1766)	VSCaCo	SMD	MA MD
<i>Piculus chrysochloros</i> (Vieillot, 1818)	VSCaCo	DEP	MA MD
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	V	SMD	CA
<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus, 1766)	S	SMD	MD
Thamnophilidae Swainson, 1824			
<i>Taraba major</i> (Vieillot, 1816)	VS	SMD	MA MD CA
<i>Sakesphorus cristatus</i> (Wied, 1831)	SCaCo	SMD	MD
<i>Thamnophilus capistratus</i> Lesson, 1840	VSCaCo	SMD	MA MD CA
<i>Myrmorchilus strigilatus</i> (Wied, 1831)	VSCaCo	SMD	MA MD CA
<i>Formicivora melanogaster</i> Pelzeln, 1868	VSCaCo	SMD	MA MD CA
Dendrocolaptidae Gray, 1840			
<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818)	VSCaCo	DEP	MA MD
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i> Spix, 1825	CaCo	DEP	MD
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i> (Vieillot, 1818)	VSCaCo	IND	MA MD CA
Furnariidae Gray, 1840			
<i>Furnarius figulus</i> (Lichtenstein, 1823)	VSCa	IND	MA CA
<i>Furnarius leucopus</i> Swainson, 1838	VSCa	SMD	MA MD
<i>Synallaxis frontalis</i> Pelzeln, 1859	VSCaCo	DEP	MA MD
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	VSCo	SMD	CA AQ
<i>Pseudoseisura cristata</i> (Spix, 1824)	VSCo	IND	MA CA
Tyrannidae Vigors, 1825			
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	VSCaCo	SMD	MA MD CA
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	VSCaCo	SMD	MA MD CA
<i>Phyllomyias fasciatus</i> (Thunberg, 1822)	VS	SMD	MA MD
<i>Myiopagis viridicata</i> (Vieillot, 1817)	VSCaCo	DEP	MA MD
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	VS	SMD	CA
<i>Elaenia spectabilis</i> Pelzeln, 1868	VSCaCo	DEP	MA MD CA
<i>Elaenia albiceps</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	VSCaCo	IND	MA MD
<i>Elaenia cristata</i> Pelzeln, 1868	S	IND	MA
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	VSCaCo	IND	MA MD CA
<i>Phaeomyias murina</i> (Spix, 1825)	VSCaCo	IND	MA MD CA
<i>Euscarthmus meloryphus</i> Wied, 1831	VS	SMD	MA MD CA
<i>Stigmatura napensis</i> Chapman, 1926	VSCo	IND	CA
<i>Sublegatus modestus</i> (Wied, 1831)	SCo	SMD	MA CA
<i>Tolmomyias flaviventris</i> (Wied, 1831)	VSCaCo	DEP	MA MD CA
<i>Hirundinea ferruginea</i> (Gmelin, 1788)	VSCo	SMD	MA MD CA
<i>Cnemotriccus fuscatus</i> (Wied, 1831)	VSCa	DEP	MA MD CA
<i>Knipolegus nigerrimus</i> (Vieillot, 1818)	V	SMD	MD
<i>Xolmis irupero</i> (Vieillot, 1823)	V	IND	CA
<i>Fluvicola albiventer</i> (Spix, 1825)	V	IND	CA AQ
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	VSCaCo	IND	CA AQ
<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus, 1764)	V	IND	AQ
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	VS	IND	CA
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	VSCo	SMD	CA
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	VSCo	IND	MA CA

(continuação)

Nome do táxon	Registro	Uso habit.	Habitat
<i>Myiodinastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	VSCaCo	DEP	MA MD CA
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	VSCa	SMD	MA MD
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	VSCaCo	SMD	MA MD CA
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	VSCo	IND	MA MD CA
<i>Casiornis fuscus</i> Sclater & Salvin, 1873	VSCaCo	DEP	MA MD
<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius Muller, 1776)	VSCaCo	SMD	MA MD CA
Tityridae Gray, 1840			
<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	VSCaCo	SMD	MA MD
<i>Pachyramphus validus</i> (Lichtenstein, 1823)	VSCo	DEP	MA MD
Vireonidae Swainson, 1837			
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	VSCaCo	SMD	MA MD CA
<i>Vireo olivaceus</i> (Linnaeus, 1766)	VSCaCo	DEP	MA MD
<i>Hylophilus amaurocephalus</i> (Nordmann, 1835)	VSCaCo	DEP	MA MD
Corvidae Leach, 1820			
<i>Cyanocorax cyanopogon</i> (Wied, 1821)	VSCaCo	SMD	MA MD CA
Hirundinidae Rafinesque, 1815			
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	V	IND	AQ
<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	VS	IND	MA MD CA
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	V	IND	CA
Troglodytidae Swainson, 1831			
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	VSCaCo	IND	MA MD CA
<i>Cantorchilus longirostris</i> (Vieillot, 1819)	VSCaCo	DEP	MA MD CA
Poliophtilidae Baird, 1858			
<i>Poliophtila plumbea</i> (Gmelin, 1788)	VSCa	SMD	MA MD CA
Turdidae Rafinesque, 1815			
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	VSCaCo	IND	MA MD CA
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	VSCaCo	SMD	MA MD
Mimidae Bonaparte, 1853			
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	VS	IND	CA
Coerebidae d'Orbigny & Lafresnaye, 1838			
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	VSCaCo	SMD	MA MD CA
Thraupidae Cabanis, 1847			
<i>Compsothraupis loricata</i> (Lichtenstein, 1819)	VSCo	SMD	MA MD CA
<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783)	VSCa	DEP	MA MD CA
<i>Tachyphonus rufus</i> (Boddaert, 1783)	VSCa	DEP	MD
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	VSCa	SMD	MA MD CA
<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	VSCa	IND	MA MD
<i>Conirostrum speciosum</i> (Temminck, 1824)	VSCaCo	DEP	MA MD CA
Emberizidae Vigors, 1825			
<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)	VSCo	IND	MA CA
<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	VSCo	IND	CA
<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	V	IND	CA
<i>Sicalis luteola</i> (Sparman, 1789)	VS	IND	CA
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	VSCo	IND	CA
<i>Sporophila lineola</i> (Linnaeus, 1758)	VS	IND	MA CA
<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	VSCo	IND	MA MD CA
<i>Sporophila albogularis</i> (Spix, 1825)	VSCo	IND	MA CA
<i>Coryphospingus pileatus</i> (Wied, 1821)	VSCaCo	SMD	MA MD CA
<i>Paroaria dominicana</i> (Linnaeus, 1758)	VSCaCo	IND	MA CA
Cardinalidae Ridgway, 1901			

(continuação)

Nome do táxon	Registro	Uso habit.	Habitat
<i>Cyanoloxia brissonii</i> (Lichtenstein, 1823)	VSCaCo	DEP	MA MD CA
Icteridae Vigors, 1825			
<i>Icterus cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	VSCaCo	SMD	MA MD CA
<i>Icterus jamacaii</i> (Gmelin, 1788)	VS	SMD	CA
<i>Gnorimopsar chopi</i> (Vieillot, 1819)	VS	IND	CA
<i>Chrysomus ruficapillus</i> (Vieillot, 1819)	VS	IND	CA AQ
<i>Agelaioides fringillarius</i> (Spix 1824)	VSCo	IND	MA CA
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	VSCo	IND	MA MD CA
Fringillidae Leach, 1820			
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	VS	IND	MA MD CA

Endemismos e distribuição geográfica

Entre as espécies de aves que possuem distribuição restrita ao Brasil, de acordo com Ridgely & Tudor (1994), Sick (1997), Ridgely *et al.* (2005) e Sigrist (2006), foram registradas 20 espécies.

Doze espécies ocorre principalmente no nordeste brasileiro: *Penelope jacucaca*, espécie bastante terrícola com distribuição nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Paraíba, Alagoas e Bahia (categorizada como vulnerável na lista de espécies ameaçadas); *Aratinga cactorum*, psitacédeo endêmico das caatingas nordestinas registrado também em Arinos, Minas Gerais (Silva 1995b); *Caprimulgus hirundinaceus*, um bacurau típico da caatinga, com um registro no norte do Espírito Santo (Ribon 1995); *Anopetia gounellei*, um beija-flor também restrito à caatinga nordestina; *Picumnus fulvescens*, endêmico da região Nordeste com registros em Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Ceará e Piauí; *Pseudoseisura cristata*, endêmico do nordeste brasileiro ocorrendo do Maranhão e Piauí até Minas Gerais, foi separada da antiga subespécie *unirufa* que ocorre no Pantanal e na Bolívia (Zimmer & Whittaker 2000); *Sakesphorus cristatus*, que ocorre no Piauí, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Bahia e norte de Minas Gerais; *Thamnophilus capistratus*, que foi recentemente validado dentro do complexo de *T. doliatus*, e ocorre no Nordeste e no norte do estado de Minas Gerais

(Assis *et al.* 2007); *Compsothraupis loricata*, um dos maiores traupíneos existentes, ocorre nos estados do Maranhão a Alagoas, Bahia, Minas Gerais (rios Jequitinhonha, São Francisco e Pirapora) e Goiás; *Sporophila albogularis*, espécie endêmica do Nordeste e do norte de Minas Gerais e Espírito Santo; *Paroaria dominicana* ocorre do Maranhão a Bahia, entretanto são encontradas populações no sudeste do Brasil de espécimes oriundos de cativeiro (Sick 1997, Sigrist 2006); e *Agelaioides fringillarius*, que era uma subespécie com ocorrência no Nordeste até Minas Gerais e foi recentemente separada de *A. badius* que ocorre no sul e oeste do Brasil, Uruguai, Argentina, Paraguai, Bolívia e Chile, com poucos registros.

Três espécies são restritas ao Brasil oriental: *Heliomaster squamosus*, que ocorre do estado do Maranhão até São Paulo e Goiás; *Knipolegus nigerrimus* com ocorrência em Pernambuco, Alagoas, Bahia, Sudeste, Paraná e Rio Grande do Sul; e *Thryothorus longirostris*, com ocorrência do Piauí à Santa Catarina.

Quatro espécies apresentam distribuição meridional: *Nystalus maculatus*, que ocorre no Nordeste, Mato Grosso, Minas Gerais, nordeste de São Paulo e no Pará; *Furnarius figulus*, de ocorrência do Nordeste a Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo e nas margens do baixo Amazonas; *Casiornis fuscus*, espécie com ocorrência no Nordeste, no sul do baixo Amazonas, em Goiás, Minas Gerais e norte de Mato Grosso; e *Cyanocorax cyanopogon*, que ocorre no Brasil leste-setentrional e centro-oriental.

Seis espécies tiveram sua distribuição geográfica ampliada, comparando-se com as descrições da literatura (Ridgely & Tudor 1994, Ridgely *et al.* 2005 e Sigrist 2006): *Amazona aestiva*, *Anopetia gounellei*, *Picumnus fulvescens*, *Sakesphorus cristatus*, *Stigmatura napensis* e *Knipolegus nigerrimus*.

Amazona aestiva possui uma distribuição geográfica ampla, com registros na Bolívia, Paraguai, Argentina, e sul, sudeste e centro-oeste do Brasil. No nordeste sua distribuição descrita compreende os estados da Bahia, Piauí, Pernambuco, sul do Ceará e extremo sudoeste da Paraíba. Vários espécimes foram visualizados na área de estudo, em bandos com até 35 indivíduos no período seco e casais no período chuvoso. A documentação da espécie foi feita através de gravações e o seu registro na Fazenda Almas compreende o ponto mais leste da sua distribuição (Figura 1.4).

Embora endêmico da caatinga, *Anopetia gounellei* não tem sua distribuição descrita para toda a região. O limite proposto de sua distribuição no estado da Paraíba é a porção oeste do Estado. Um espécime foi coletado na fazenda Almas e seu registro compreende também o ponto mais leste de sua distribuição. Dados da literatura também atualizam a distribuição dessa espécie com registros mais a oeste no estado do Ceará (Figura 1.4).

Picumnus fulvescens é uma espécie que ocorre no nordeste brasileiro, ao norte do rio São Francisco. Já foi considerada endêmica da caatinga com distribuição restrita nos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí, mas outros registros apontaram sua ocorrência na mata atlântica em Alagoas e Pernambuco. Há uma variação na plumagem dos indivíduos que ocorrem na fazenda Almas. Foram verificados indivíduos com coloração mais intensa e outros com coloração pouco intensa (Figura 1.5), semelhante à coloração da plumagem de *P. limae*. Uma distribuição atualizada com os dados de observação pessoal, disponíveis na literatura e de espécimes depositados na Coleção Ornitológica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), compreende desde a margem norte do rio São Francisco, nos estados de Alagoas, Pernambuco e Bahia, até áreas dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. Pode-se considerar o

leste de sua distribuição o litoral atlântico, devido aos registros na floresta atlântica e restingas desde Alagoas até a Paraíba e Rio Grande do Norte (Figura 1.6).

Sakesphorus cristatus é outra espécie endêmica da caatinga que tem registros recentes mais ao leste da sua distribuição conhecida. O espécime coletado na fazenda Almas e os registros descritos por Farias *et al.* (2006) no norte do estado da Paraíba ampliam sua distribuição leste.

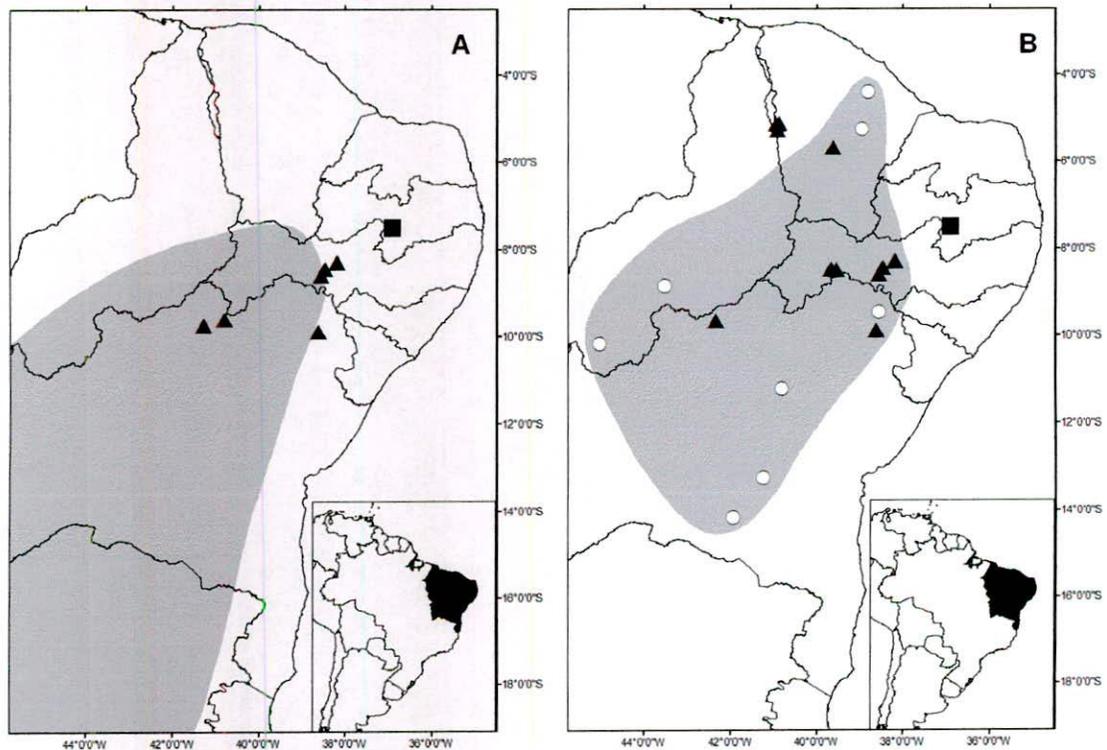


Figura 1.4. Distribuição atualizada de *Amazona aestiva* (A) e *Anopetia gounellei* (B) no nordeste brasileiro. A região e cinza e os círculos brancos correspondem aos dados disponíveis em Ridgely *et al.* (2005). Triângulos pretos correspondem aos dados da literatura e da Coleção Ornitológica da UFPE. Quadrado preto indica o registro na fazenda Almas, PB.



Figura 1.5. Espécimes de *Picumnus fulvescens* capturados na RPPN Fazenda Almas, no Cariri Paraibano. Superior: macho, Inferior: fêmea.

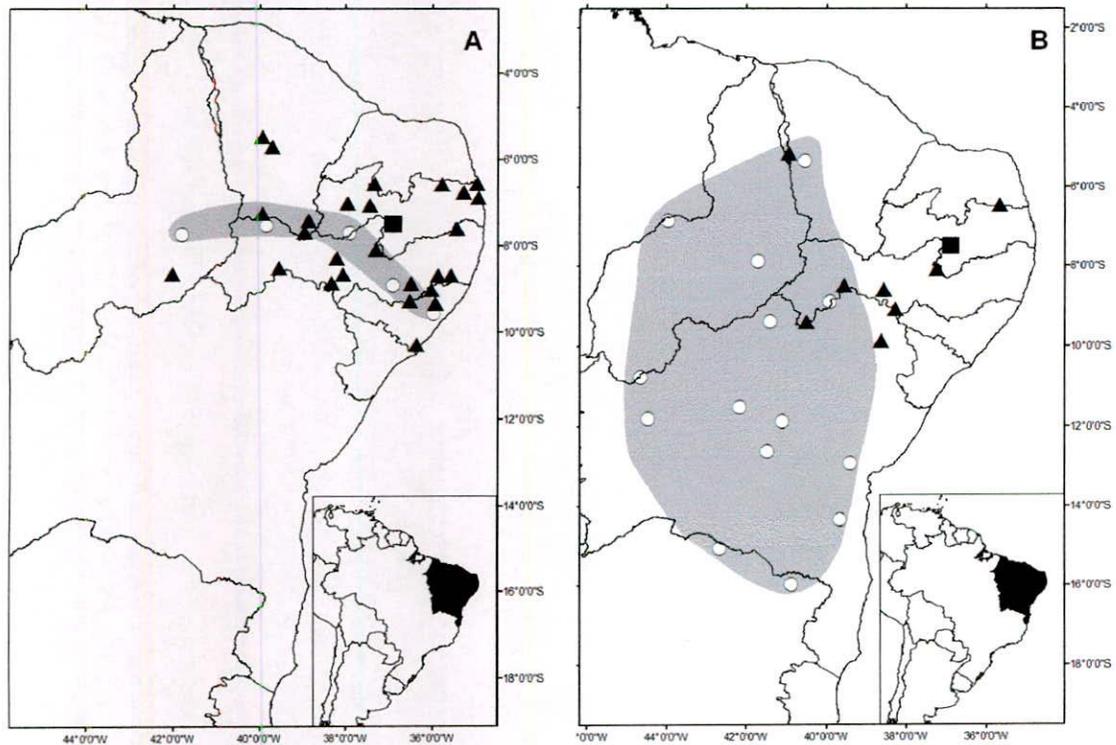


Figura 1.6. Distribuição atualizada de *Picumnus fulvescens* (A) e *Sakesphorus cristatus* (B) no nordeste brasileiro. A região e cinza e os círculos brancos correspondem aos dados disponíveis em Ridgely *et al.* (2005). Triângulos pretos correspondem aos dados da literatura e da Coleção Ornitológica da UFPE. Quadrado preto indica o registro na fazenda Almas, PB.

Stigmatura napensis tem sua distribuição conhecida no nordeste brasileiro, nos estados da Bahia, sudeste do Piauí e sudoeste de Pernambuco, e uma disjunção em ilhas e margens de rios amazônicos. Com o espécime coletado na fazenda Almas, espécimes da Coleção Ornitológica da UFPE e dados da literatura, a distribuição da espécie no nordeste brasileiro tem uma amplitude maior a leste e ao norte, com registros nos estados de Sergipe, Alagoas, centro de Pernambuco, Paraíba e Ceará (Figura 1.7).

Knipolegus nigerrimus tem descrita uma distribuição disjunta no território brasileiro, uma porção no sul e sudeste e outra no nordeste. A distribuição no nordeste era conhecida no estado da Bahia, Alagoas e sul de Pernambuco. Apenas um indivíduo foi observado na fazenda Almas, associado a ambientes rochosos em uma serra.

Recentemente, em 2008, foram coletados e depositados na Coleção Ornitológica da UFPE exemplares da espécie no norte de Pernambuco (Las-Casas & Azavedo Júnior 2008), a cerca de 80 Km da fazenda Almas, em ambiente semelhante ao observado na fazenda Almas. Confirma-se, portanto, a extensão ao norte da distribuição da espécie (Figura 1.7).

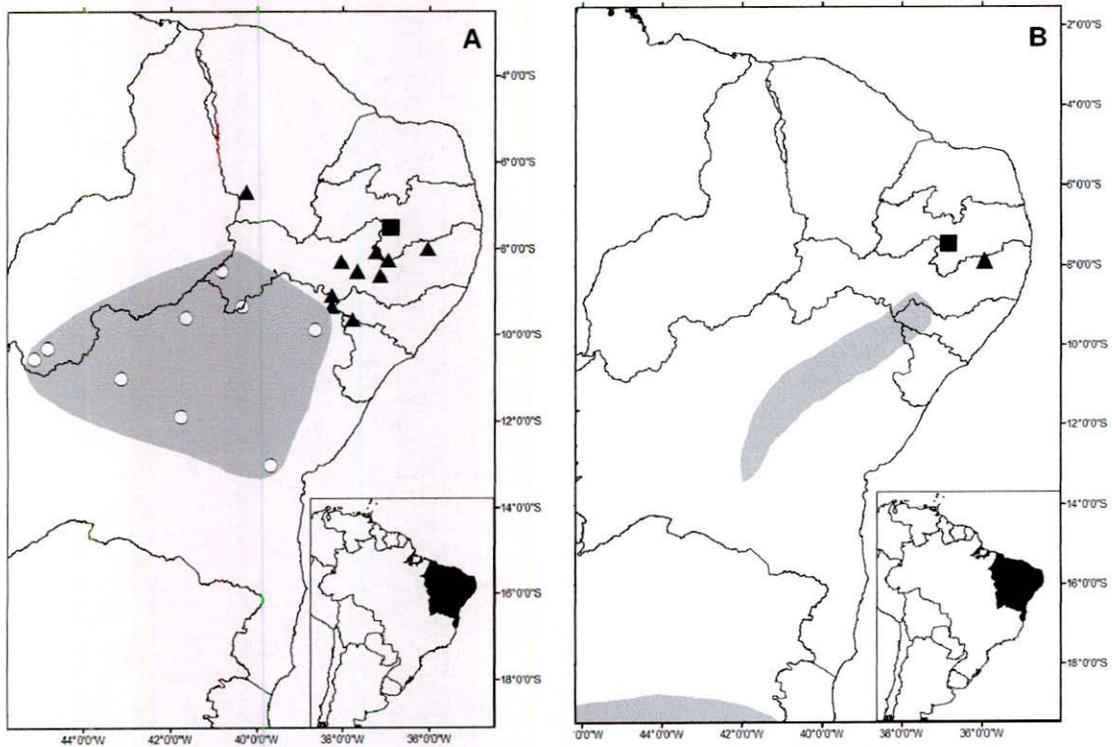


Figura 1.7. Distribuição atualizada de *Stigmatura napensis* (A) e *Knipolegus nigerrimus* (B) no nordeste brasileiro. A região e cinza e os círculos brancos correspondem aos dados disponíveis em Ridgely *et al.* (2005). Triângulos pretos correspondem aos dados da literatura e da Coleção Ornitológica da UFPE. Quadrado preto indica o registro na fazenda Almas, PB.

Espécies migratórias

A falta de conhecimento sobre as migrações intertropicais e outros deslocamentos de menor escala torna difícil alocar espécies em grupos migratórios de amplos ou pequenos deslocamentos sazonais na caatinga (Olmos *et al.* 2005). De

qualquer forma, foram registradas 49 espécies migratórias ou que realizam deslocamentos relacionados à disponibilidade de água.

19 espécies estão associadas à ambientes aquáticos e ocorreram na área de estudo quando os corpos d'água estavam cheios. As espécies das famílias Anatidae, Podicipedidae, Anhingidae, Ardeidae (exceto *Tigrisoma lineatum*), Rallidae, Jacanidae, Alcedinidae e *Tachycineta albiventer* compreendem esse grupo. No entanto, os deslocamentos dessas espécies para a área de estudo parecem não ocorrer num ciclo sazonal anual. No primeiro ano, mesmo no período chuvoso, apenas cinco dessas espécies foram registradas, o restante foi registrado apenas após as chuvas do segundo ano. Vale ressaltar que no segundo ano de amostragem a precipitação pluviométrica foi quase o dobro do primeiro e todos os corpos d'água acumularam muita água, o que não ocorreu no primeiro ano. Além disso, mesmo no período seco após a estação chuvosa do segundo ano, várias dessas espécies foram ainda registradas nos corpos d'água que continuaram cheios devido ao grande acúmulo de água.

Entre os representantes dos Accipitridae, *Gampsonyx swainsonii* só ocorreu na área de estudo durante o período chuvoso do segundo ano de amostragem; e *Geranospiza caerulescens* ocorreu no final do período chuvoso e permaneceu na área quatro meses no primeiro ano e seis meses no segundo ano de amostragem.

Claravis pretiosa, *Zenaida auriculata* e *Chrysolampis mosquitus*, tiveram poucos indivíduos registrados no período de chuvas do primeiro ano comparando-se com o número de registros no segundo ano de amostragem.

Coccyzus melacoryphus, *Myiopagis viridicata*, *Elaenia spectabilis*, *Elaenia albiceps*, *Phaeomyias murina*, *Cnemotriccus fuscatus*, *Myiodinastes maculatus*, *Empidonomus varius*, *Casiornis fuscus*, *Pachyramphus polychopterus*, *Pachyramphus*

validus, *Vireo olivaceus*, *Turdus amaurochalinus*, *Nemosia pileata*, *Conirostrum speciosum*, *Volatinia jacarina*, *Chrysomus ruficapillus*, *Agelaioides fringillarius* e *Molothrus bonariensis* tiveram ocorrência relacionada com o período chuvoso nos dois anos de amostragem.

Euscarthmus meloryphus, *Sporophila lineola* e *Gnorimopsar chopi* tiveram registros de ocorrência relacionados ao período de chuvas apenas do segundo ano de amostragem.

Progne tapera e *Progne chalybea* foram registradas em bandos apenas em janeiro de 2007 e janeiro de 2008, sugerindo que a área de estudo está apenas na rota de deslocamento dessas espécies.

Uso de habitat

Nas áreas de caatinga arbórea aberta foram registradas 107 espécies, na caatinga arbórea densa 101, no campo aberto 104 e, associadas aos corpos aquáticos, 22 espécies. Quanto a categorização de uso de habitat, 50,6% das espécies registradas na Fazenda Almas são independentes de ambientes florestais e 49,4% apresentam alguma dependência, sendo 32,1% semi-dependentes e 17,3 dependentes de vegetação florestal. A porcentagem de espécies com alguma dependência de floresta decresce dos ambientes de caatinga para campo aberto, ao passo que a porcentagem de espécies independentes aumenta (Figura 1.8).

Dentre as espécies associadas aos ambientes aquáticos, apenas três foram registradas durante todo período de amostragem, *Tigrisoma lineatum*, *Certhiaxis cinnamomeus* e *Fluvicola nengeta*.

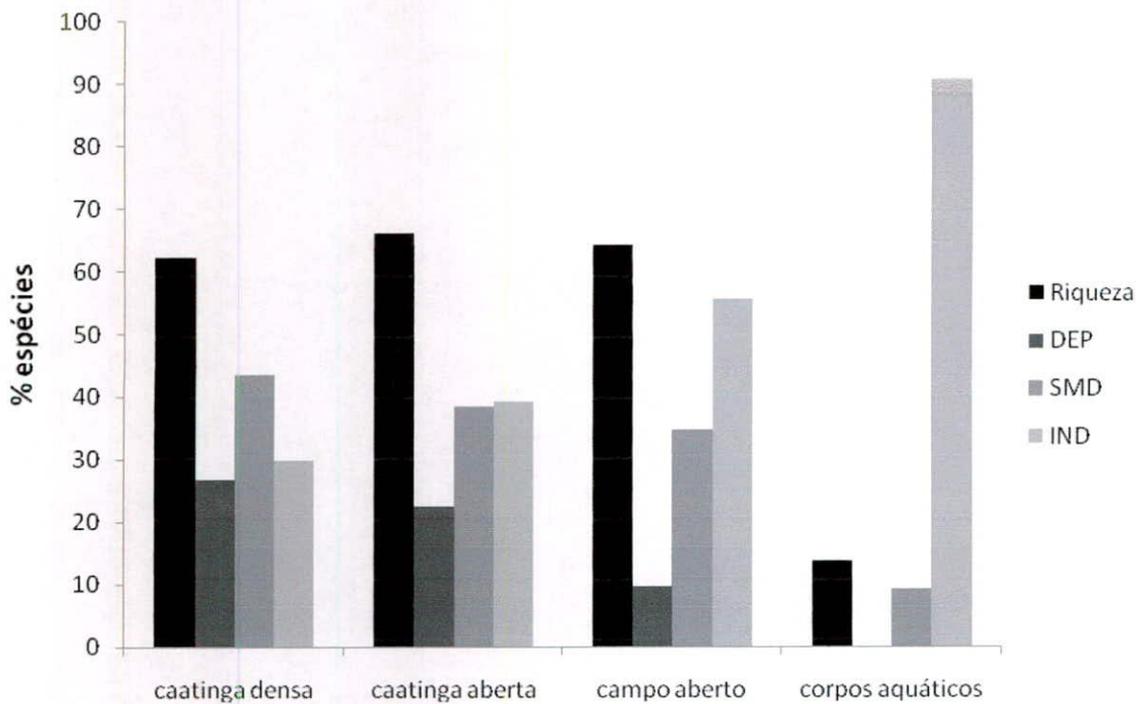


Figura 1.8. Distribuição percentual da riqueza de espécies e suas respectivas categorias de uso de habitat nos ambientes registrados na Fazenda Almas. Categorias de uso do hábitat: IND. Independente de formações florestais, SMD. Semi-dependente, DEP. Dependente de formações florestais.

DISCUSSÃO

Riqueza de espécies

As maiores representatividades das famílias Tyrannidae, Columbidae e Emberizidae observadas na fazenda Almas, em relação ao número de espécies, são semelhantes às observadas em outras áreas da caatinga. Telino-Júnior *et al.* (2005), Roos *et al.* (2006) e Araujo & Rodrigues (submet.) observaram essa mesma seqüência de representatividade; Nascimento *et al.* (2000) e Santos (2004) observaram Tyrannidae e Emberizidae entre as três famílias com mais espécies, entretanto Thamnophilidae, Furnariidae, Trochilidae e Accipitridae no primeiro, e Thamnophilidae, Furnariidae no segundo, foram mais representativas que Columbidae; em Olmos *et al.* (2005) Trochilidae é mais representativa que Emberizidae e Columbidae. Em todos esses

exemplos, apenas a Chapada do Araripe - CE (Nascimento *et al.* 2000) e áreas no Piauí (Santos 2004) apresentaram um padrão de famílias mais diversas próximo ao encontrado para toda região da caatinga (Silva *et al.* 2003). Dessa forma, algumas espécies parecem ocorrer atualmente apenas em determinadas áreas e isso implica em um investimento na proteção destas, pois a presença de espécies, mesmo que não endêmicas ou ameaçadas, pode determinar representações restritas da riqueza de toda região.

A riqueza de 162, com estimativa de até 171 espécies, na Fazenda Almas é comparável a outros estudos localizados na caatinga. Em áreas de reservas, em geral, a riqueza de espécies registrada é maior ou próxima a observada nesse estudo: Olmos (1993) registrou 208 espécies na Serra da Capivara, Piauí; Nascimento *et al.* (2000) registraram 193 espécies na Chapada do Araripe, CE; Nascimento (2000) registrou 154 na Estação Ecológica de Aiuaba, CE; Lima *et al.* (2003) registraram 191 no Raso da Catarina, BA; Telino-Júnior *et al.* (2005) registraram 145 espécies numa reserva particular no sertão da Paraíba, e Farias *et al.* (2006) registraram 193 na Serra das Almas, CE. Já na Estação Ecológica do Seridó, RN, Nascimento (2000) registrou 116 espécies de aves, um número bem inferior ao observado neste trabalho.

Embora não sejam áreas de reservas, valores próximos de riqueza também foram mencionados por Santos (2004), com 155 espécies em áreas no Piauí; por Roos *et al.* (2006), com 145 espécies na região de Sobradinho, BA; e Farias *et al.* (2006), com 165 na região de Betânia, PE.

Por outro lado, quando comparamos a riqueza de espécies registrada aqui com a de outras localidades marcadas pela antropização, observamos valores menores nessas áreas. Olmos *et al.* (2005) inventariaram oito áreas no Ceará e oeste de Pernambuco e

observaram riquezas de 96, 109, 102, 101, 72, 93, 94 e 125 espécies respectivamente; Farias *et al.* (2006) contabilizaram 94 no Curimataú, PB; e Farias (2007) listou 106 em Caraibas, 92 em Brígida, 58 em Icó Mandante e 56 em Apolônio Sales, todas no centro-oeste de Pernambuco; Araujo & Rodrigues (submet.) estimaram a ocorrência de 120 espécies em áreas no sertão de Alagoas.

Embora essas comparações não sejam precisas devido à diferenças no esforço e/ou estimativas em vários dos trabalhos citados, é possível ter uma visão geral da riqueza em relação a posição geográfica e em relação ao status de conservação das diferentes áreas (Araujo & Rodrigues submet.).

Endemismos e distribuição geográfica

Além das espécies endêmicas, outras espécies também merecem destaque e alguns comentários quanto sua ocorrência na área de estudo. *Dendrocolaptes platyrostris* e *Piculus chrysochloros*, são exemplos de insetívoros com hábitos especializados que estão associados a formações florestais ou com muitos elementos arbóreos. Grandes frugívoros, como *Amazona aestiva*, são representantes do grupo das primeiras espécies que são prejudicadas com a fragmentação florestal, assim como os insetívoros anteriormente citados (Aleixo 1999, 2001), e sofrem também com a pressão da caça, tanto com a finalidade de comercialização quanto para suprimento alimentar. Outras espécies aqui registradas são também comumente prejudicadas por essas atividades, como por exemplo: os grandes columbídeos, os psitacídeos, os sabiás *Turdus* spp., o azulão *Cyanocopsa brissonii*, os emberezideos *Sporophila* spp., *Sicalis* spp. e *Icterus* spp. Essas ocorrências, bem como os endemismos e a ocorrência de

Penelope jacucaca inserida na lista nacional de espécies ameaçadas (MMA 2003), são evidências da necessidade de contínuos investimentos para proteção da área.

A expansão da distribuição de espécies endêmicas do nordeste na região semi-árida suporta a relação histórica e ecológica da ocorrência das espécies com o ambiente. No caso de *Knipolegus nigerrimus* essa associação parece estar relacionada com ambientes de serra com agregações rochosas, como observado na fazenda Almas, em Pernambuco, na Chapada Diamantina, BA (observações pessoais) e na Cadeia do Espinhaço, MG (Vasconcelos & D'Ângelo Neto 2007).

Olmos *et al.* (2005) também relatam a ocorrência de espécimes de *Picumnus fulvescens* com coloração pouco intensa das partes inferiores, co-ocorrendo com aves de coloração mais intensa no sul do Ceará. As populações de *P. fulvescens* e *P. limae* têm sido tratadas como disjuntas, entretanto, a distribuição geográfica de *P. fulvescens* é bem mais ampla que a divulgada na literatura e há uma variação latitudinal na coloração de sua plumagem, com maior frequência de indivíduos com coloração mais intensa na porção setentrional de sua distribuição e menos intensa na porção norte (Araujo e colaboradores, em preparação), onde são simpátricos e sintópicos com *P. limae* (Ciro Albano: com. pess.). Essas observações fomentam a discussão sobre a diferenciação específica de *P. limae* e *P. fulvescens*, suportando que ambas podem ser parte de uma clina, como já apontados por alguns autores (Olmos *et al.* 2005).

Espécies migratórias

A variação anual na precipitação pluviométrica pode favorecer ou não a formação e manutenção de corpos d'água e ser um fator que influencie a diversidade de espécies aquáticas em uma dada localidade. Como observado neste trabalho, não só

espécies aquáticas ocorreram na área de estudo no ano com maior precipitação pluviométrica, mas também outras espécies de ambientes abertos ou florestais foram registradas ou tiveram abundâncias maiores nesse mesmo ano. Com isso, pode-se verificar que a diversidade α em áreas de caatinga varia de acordo com a precipitação pluviométrica anual.

Zenaida auriculata é uma espécie tipicamente migratória no domínio das caatingas, realizando deslocamentos de acordo com o ritmo das chuvas (Azevedo Júnior & Antas 1990). Outras espécies registradas são citadas na literatura como migratórias, porém com pouco conhecimento sobre suas rotas (eg. Marini & Cavalcanti 1990, Silva 1995c, Olmos *et al.* 2005). No entanto, variações temporais que sugerem deslocamentos sazonais não são comumente citadas em áreas de caatinga para *Gamponyx swainsonii*, *Geranospiza caerulescens*, *Claravis pretiosa*, *Chrysolampis mosquitus*, *Myiopagis viridicata*, *Cnemotriccus fuscatus*, *Casiornis fuscus*, *Pachyramphus validus*, *Nemosia pileata*, *Conirostrum speciosum*, *Gnorimopsar chopi*, *Chrysomus ruficapillus*, *Agelaioides fringillarius* e *Molothrus bonariensis*.

Recentemente, Araujo & Rodrigues (submet.) comentam sobre as ocorrências sazonais de *Chrysolampis mosquitus* e *Agelaioides fringillarius* em áreas do estado de Alagoas e sugerem que os deslocamentos de *A. fringillarius* devem ser locais ou regionais, visto que a espécie tem ocorrência restrita ao nordeste do país.

Uso de habitat

O fato de cerca de 30% das espécies registradas na caatinga densa serem independentes de formações florestais pode ser explicado pela grande quantidade de afloramentos rochosos e campestres inseridos nesse ambiente; quinze dessas espécies

são encontradas mais freqüentemente nesses habitats. Os lajedos e adjacências são os locais que mantêm o maior número de espécies nos ambientes de caatinga arbórea. Nas margens de um único lajedo pode ser encontrada vegetação arbórea densa com porte florestal, arbórea aberta, campestres com tapetes de Cyperaceae e/ou vegetação arbustiva e poças temporárias que acumulam água por algum tempo após as chuvas. Exemplos de espécies com especificidade de habitats antagônica associadas aos lajedos podem ser citados com o registro de *Dendrocolaptes platyrostris* e *Amazona aestiva* na vegetação arbórea marginal ao lajedo, de *Euscarthmus meloryphus* em arbustos no campestre e de *Vanellus chilensis* numa poça temporária, também em margens de lajedos durante o período de chuvas. Esses resultados reforçam a necessidade de investimentos de conservação em ambientes com formações mais similares às vegetações típicas de caatinga, tanto pela manutenção da diversidade α como de possíveis espécies exclusivas desses ambientes (Araujo & Rodrigues submet.).

A área de campo aberto na fazenda encontra-se ilhada entre ambientes de mata e nela estão inseridas manchas de vegetação arbustiva/arbórea, além de árvores esparsas. Essa característica justifica a riqueza encontrada nesse ambiente, bem como a presença de várias espécies dependentes de florestas nessa área, o que não ocorre em outros locais antropizados dominados por campo aberto na caatinga (Araujo & Rodrigues submet.). Mesmo assim, algumas espécies consideradas endêmicas ou que possuem uma maior representatividade de sua distribuição na caatinga, adaptaram-se perfeitamente aos ambientes antropizados e apresentam densidades populacionais maiores nesses locais, quando comparados a caatinga arbórea densa, como *Sporophila albogularis*, *Paroaria dominicana* e *Agelaioides fringillarius*, citados também por Olmos *et al.* (2005) e Araujo & Rodrigues (submet.).

Esses resultados também sugerem tratamentos diferenciados para trabalhos que busquem avaliar dados de riqueza ou similaridades da composição da avifauna em escala regional, com o intuito de avaliar aspectos históricos entre áreas. Algumas localidades na caatinga podem estar alteradas de forma a não manter mais comunidades de aves que detenha a informação necessária para essas avaliações (Araujo & Rodrigues submet.).

Estudos botânicos, que buscam reconstituir a história da vegetação Neotropical, indicam que a caatinga tem sua origem associada as florestas secas neotropicais que desenvolveram-se no Terciário (Prado & Gibbs 1993, Pennington *et al.* 2000, 2004, 2006). O fato de algumas aves endêmicas do nordeste, como *Pseudoseisura cristata*, *Paroaria dominicana* e *Sporophila albogularis*, não ocorrerem em caatingas densas, e sim em ambientes mais abertos, sugere que o mosaico de áreas florestais densas e ambientes naturais mais abertos, como ocorre atualmente, não é um evento recente na caatinga.

Contudo, outros endemismos da caatinga, como por exemplo: *Penelope jacucaca*, *Anopetia gounellei* e *Sakesphorus cristatus*, estão intimamente relacionados com ambientes florestados e atualmente são observados mais freqüentemente em áreas de matas localizadas descontinuamente na região, descontinuidade essa causada principalmente pela antropização. Portanto, os habitats relacionados a espécies de aves endêmicas na caatinga, em conjunto com os dados biogeográficos demonstrados com plantas, sugerem a presença de uma área dominada por florestas secas e/ou matas de caatinga arbórea mais densa, assim como a existência de ambientes com vegetação mais aberta tanto no Terciário, período em que se sugere a origem da caatinga (Pennington *et*

al. 2004), quanto no Pleistoceno, período em que se sugere expansões de florestas secas (Pennington *et al.* 2000).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Saber A.N. 1970. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. *Geomorfologia*. 20: 1-26.
- Ab'Saber A.N. 1977. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul por ocasião dos períodos glaciais Quaternários. *Revista do Instituto de Geografia - Série Paleoclimas*. 3:1-18.
- Aleixo A. 1999. Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian Atlantic Forest. *The Condor*. 101: 537-548.
- Aleixo A. 2001. Conservação da avifauna da floresta Atlântica: Efeitos da fragmentação e a importância de florestas secundárias. In: Albuquerque, J. L. B.; J. F. Cândido JR; F. C. Straube & A.L. Roos. *Ornitologia e Conservação: das ciências às estratégias*. Tubarão: Editora UNISUL. 324p
- Araujo H.F.P. & R.C. Rodrigues (submet.) Birds of caatinga open environments in State of Alagoas, northeast Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*.
- Assis C.P, M. Raposo, R. Stopiglia & R. Parrini. 2007. Validation of *Thamnophilus capistratus* Lesson, 1840 (Passeriformes: Thamnophilidae). *Auk*. 124(2): 665 – 676.
- Azevedo Júnior S.M & P.T. Antas. 1990. Novas informações sobre a alimentação de *Zenaida auriculata* no Nordeste do Brasil. *Anais do IV Encontro Nacional dos Anilhadores de Aves*, Recife. 59–64.

- Cabral S.A S., S.M. Azevedo Júnior & M.E. Larrazábal. 2006. Levantamento de Aves da Área de Proteção Ambiental de Piaçabuçu, no litoral de Alagoas, Brasil. *Ornithologia*. 1: 161-167.
- CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. 2008. *Listas das aves do Brasil*. Versão 05/10/2008. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 04/12/2008.
- Ceballos G. 1995. Vertebrate diversity, ecology and conservation in neotropical dry forests. In: *Seasonally dry tropical forests*, ed. S.H. Bullock, H.A. Moneey & E. Medina. Cambridge University Press, Cambridge.
- Colwell R.K. 2005. User's guide to EstimateS7.5 statistical. Estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. Copyright 2005, 22 p.
- Cracraft J. 1985. Historical Biogeography and Patterns of Differentiation Within The South American Avifauna: Areas of Endemism. *Ornithological Monographs*. 36: 49-84.
- Farias G. B. 2007. Avifauna em quatro áreas de caatinga *strictu senso* no centro-oeste de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 15: 53-60.
- Farias G. B., Girão e Silva, W.A. & Albano, C.G. 2006. Diversidade de aves em áreas prioritárias para conservação de aves da Caatinga. In: Araujo, F.S., Rodal, M.J.N. & Barbosa, M.R.V. *Análise das variações da biodiversidade do bioma caatinga. Suporte a estratégias regionais de conservação*. MMA. p. 204-226. CD ROM
- Haffer J. 1985. Avian Zoogeography of the Neotropical Lowland. *Ornithological Memographys* 39:113-146

- Las-Casas F.M. & S. M. Azevedo Júnior. 2008. Ocorrência de *Knipolegus nigerrimus* (Vieillot,1818) (Aves, Tyrannidae) no distrito do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil. *Ornithologia* 3: 18-20.
- Lima C.P., S.S. Santos & R.C. Lima. 2003. Levantamento e Anilhamento da Ornitofauna na Pátria da Arara-Azul-de-Lear (*Anodorhynchus leari*, Bonaparte, 1856): um complemento ao Levantamento realizado por H. Sick, L. P. Gonzaga e D. M. Teixeira, 1987. *Atualidades Ornitológicas* 112: 11-22
- Mares M.A., Willig, M.R. & Lacher T.E. 1985. The Brazilian Caatinga in South America zoogeography: tropical mammals in dry region. *Journal of Biogeography*. 12: 57-69.
- Marini M. A. & R. B. Cavalcanti. 1990. Migrações de *Elaenia albiceps chilensis* e *Elaenia chiriquensis albivertex* (Aves: Tyrannidae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. 6: 59-67.
- MMA. 2003. Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm>>. Acesso em: 23 fev. 2006.
- Muller P. 1973. Dispersal Centers of Terrestrial Vertebrates in the Neotropical. *Biogeografica*. 2:1-244.
- Nascimento J.L.X. 2000. Estudo comparativo em duas Estações Ecológicas da Caatinga: Aiuaba e Seridó. *Melopsittacus*. 3:12-35.
- Nascimento J.L.X., Nascimento. L.S., Azevedo-Júnior, S.M. 2000. Aves da Chapada do Araripe (Brasil): biologia e conservação. *Ararajuba*. 8: 115-125.
- Olmos F. 1993. Birds of Serra da Capivara National Park, in "caatinga" of north-eastern Brazil. *Bird Conservation International*. 3:21-36.

- Olmos F., Girão e Silva W.A. & Albano C.G. 2005. Aves de oito áreas de Caatinga no sul do Ceará e oeste de Pernambuco, Nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade. *Papeis Avulsos de Zoologia*. 45(14): 179-199.
- Pacheco J.F. & Bauer C. 2000. As aves da Caatinga – Apreciação histórica do processo de conhecimento. In: Workshop *Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga*. Documento Temático, Seminário Biodiversidade da Caatinga. Petrolina.
- Pennington R.T., D. Prado & C. Pendry. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Peistocene vegetation changes. *Journal of Biogeography*. 27: 261 – 276.
- Pennington R.T., M. Lavin, D. Prado, C. Pendry, F.P. Susan & A. Charles. 2004. Historical Climate Change and Speciation: Neotropical Seasonally Dry Forest Plants Show Patterns of Both Tertiary and Quaternary Diversification *Philosophical Transactions: Biological Sciences*. 359: 515-537.
- Pennington R.T., G.P. Lewis & J.A. Ratter. 2006. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests. In: Pennington R.T., G.P. Lewis and J.A. Ratter. *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: plant diversity, biogeography and conservation*. CRC Press Taylor & Francis Group, New York. p.1-29.
- Porzencanski A.L. & J. Cracraft. 2005. Cladistic analysis of distributions and endemism (CADE): using raw distributions of birds to unravel the biogeography of the South American aridlands. *Journal of Biogeography*. 32:261 – 275.
- Prado D. E. & P.E. Gibbs. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 80: 902-927.

- Ribon, R. 1995. Nova subespécie de *Caprimulgus* (Linnaeus) (Aves, Caprimulgidae) do Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 12, n. 2, p. 229-232.
- Ridgely, R. S. & G. Tudor. 1994. *The Birds of South America: The Suboscine Passerines*. Vol. 2. Austin: University Texas Press.
- Ridgely, R. S., T. F. Allnutt, T. Brooks, D. K. McNicol, D. W. Mehlman, B. E. Young, and J. R. Zook. 2005. *Digital Distribution Maps of the Birds of the Western Hemisphere*, version 2.1. NatureServe, Arlington, Virginia, USA.
- Rizzini, C. T. 1997. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*. 2º Ed. Editora Âmbito Cultural Ltda, Rio de Janeiro
- Roda S. 2003. *Aves do Centro de Endemismo Pernambuco: Composição, Biogeografia e Conservação*. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Pará. 535p.
- Roda S. A. & C.J. Carlos J. 2004. Composição e sensibilidade da avifauna dos brejos de altitude do estado de Pernambuco. In: Porto K., J. Cabral & M. Tabarelli. *Brejos de altitude: história natural, ecologia e conservação*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. p. 211-228.
- Roos, A.L., Nunes, M.F.C., Souza, E.A., Souza, A.E.B.A., Nascimento, J.L.X. & Lacerda, R.C.A. 2006. Avifauna da região do Lago de Sobradinho: composição, riqueza e biologia. *Ornithologia*.1(2): 135-160.
- Santos, M.P.D. 2004. As comunidades de aves em duas fisionomias da vegetação da Caatinga no estado do Piauí, Brasil. *Ararajuba*. 12(2): 113-123.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira.
- Sigrist, T. 2006. *Aves do Brasil. Uma visão artística*. 2ª ed. São Paulo: Fosfertil, 2006.
- Silva J.M.C. 1995a. Biogeography analysis of the South American Cerrado avifauna. *Steenstrupia*. 21: 49-67.

- Silva J.M.C. 1995b. Birds of the Cerrado Region, South America. *Steenstrupia*. 21:69-92.
- Silva, J.M.C. 1995c. Seasonal distribution of the Lined Seedeater *Sporophila lineola*. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*. 115:14-21.
- Silva, J. M. C., Souza, M. A., Bieber, A. G. D. & Carlos, C. J. 2003. Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade. In: Leal, I. R., Tabarelli, M. & Silva, J. M. C.. 2003. *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Ed Universitária da UFPE. p. 237-273.
- Stotz B.F., J.W. Fitzpatrick, T.A. Parker III, & D.K. Moskovitz. 1996. *Neotropical birds: Ecology and Conservation*. Univ. Chicago Press, Chicago.
- Telino-Júnior, W.R., Lyra-Neves, R.M. & Nascimento, J.L.X. 2005. Biologia e composição da avifauna em uma Reserva Particular de Patrimônio Natural da caatinga paraibana. *Ornithologia*. 1(1): 49-57.
- Vasconcelos M.F & S. D'Ângelo Neto. 2007. Padrões de distribuição e conservação da avifauna na região central da Cadeia do Espinhaço e áreas adjacentes, Minas Gerais, Brasil. *Cotinga* 28:27-24.
- Whitman, A.A., Hagan III, J.M. & Brokaw, N.V.L. 1997. A comparasion of two bird survey techniques used in a subtropical forest. *The Condor*. 99: 955-965.
- Zimmer K.J. & A. Whittaker. 2000. The Rufous Cacholote (Furnariidae: *Pseudoseisura*) is two species. *The Condor* 102: 409-422.

CAPÍTULO 2

AMOSTRANDO E ESTIMANDO RIQUEZA DE ESPÉCIES DE AVES COM PONTOS DE CONTAGEM, NA CAATINGA

Resumo: Como uma das características marcantes da caatinga é a sazonalidade climática que influencia tanto a riqueza local como a distribuição da abundância das espécies durante os ciclos anuais, os objetivos desse capítulo foram verificar o efeito da duração da contagem e comprimento de raio sobre a detectabilidade de aves em pontos de contagem e determinar o(s) estimador(es) de riqueza de espécies que melhor represente(m) estudos de comunidades de aves em ambiente de caatinga. O período de 10 min de duração da contagem foi apto para detectar mais de 75% das observações em 20 min. A riqueza de espécies registrada nos pontos com raio de 25 m foi significativamente menor que a observada nos raios 50 m e raio ilimitado, mas essa diferença não foi observada entre esses últimos. Todas as espécies registradas nos 25 m ocorreram em 50 m, entretanto, 26 espécies não foram detectadas numa distância maior de 50m. Nós recomendamos, portanto, pontos de contagem de 10 min de duração e que demonstrem índices em raios fixos de 50 m, nas avaliações de comunidades de aves na caatinga. Chao 2 e Jack 1 estavam entre os estimadores que melhor demonstraram performances das medidas de tendência e acurácia em todas das situações. Esses dois estimadores também apresentaram resultados de estimativas semelhantes à riqueza total na maioria das diferentes situações temporais testadas. Um esforço mínimo de pontos de contagem também foi sugerido para aplicações em estudos de avaliação ecológica rápida de aves na caatinga.

Palavras-chave: Abundância relativa, amostragem, comunidade de aves, detectabilidade, estimador de riqueza.

Contagens de aves através de contato visual, sonoro ou até mesmo capturas são comumente utilizadas para elucidar relações da avifauna entre habitats, alterações ambientais, variações temporais e monitoramento de tendências populacionais (Ralph *et al.* 1995, Thompson III *et al.* 2002, Thompson 2002). Os pontos de contagem, ou outros métodos baseados em contagens para estimar abundância, partem do pressuposto que o número de indivíduos detectados apresenta uma proporção constante com a densidade real das aves em determinado espaço e tempo (Rosenstock *et al.* 2002, Thompson 2002). No entanto, essa proporcionalidade já foi questionada há algum tempo (Burnham 1981), pois vários fatores podem afetar a probabilidade de detecção dos indivíduos, seja entre habitats, numa variação temporal ou até mesmo entre espécies (Rosenstock *et al.* 2002, Thompson 2002).

Métodos de amostragem com avaliações de distância (Burnham *et al.* 1980, Buckland *et al.* 1993) providenciam estimativas diretas da densidade de populações e corrigem o problema da detectabilidade, quando aplicados corretamente (Rosenstock *et al.* 2002, Thompson 2002). No entanto, existe um problema quando o objetivo é amostrar as espécies raras, no caso de estudos de comunidade (Rosenstock *et al.* 2002). Uma precisa estimativa de densidade, com coeficiente de variação de 0,15, é obtida com um n de 60-100 observações (Rosenstock *et al.* 2002), porém, dependendo da estrutura da comunidade, esse número é muito difícil ou quase impossível de ser atingido para muitas espécies, de modo que não se pode estimar a densidade para toda comunidade.

Métodos de levantamento (*survey*), entre os quais se inserem os pontos de contagem, são apropriados para avaliações em grandes áreas, com esforço extensivo, e com foco em todas ou na maioria das espécies de comunidades ricas (Bibby 2004), o que acontece em vários estudos na região tropical. Embora essas características dificultem a utilização de amostragens com estimativa de distância, os estudos devem

buscar diminuir o problema da detectabilidade das espécies e evitar a origem de índices relativos tendenciosos para distintas comparações.

Pontos de contagem correspondem a um dos métodos quantitativos comumente utilizados para acessar a comunidade de aves e envolve registros com distância fixas ou ilimitadas em simples pontos durante um período padronizado (Verner 1985, Ralph *et al.* 1995, Rosenstock *et al.* 2002). São amplamente utilizados em regiões temperadas da América do Norte (Rosenstock *et al.* 2002), onde os observadores têm estudado os efeitos da duração e raios da área de contagem (Robbins 1981, Gutzwiller 1991). No entanto, poucas avaliações têm sido realizadas nos Neotrópicos (Hutto *et al.* 1986, Blake 1992, Lynch 1995).

O número total de espécies observadas em uma amostragem, que poder ser realizada com pontos de contagem, pode ser representado por uma curva de acumulação ou rarefação de espécies (Gotelli & Cowell 2001). Com base no comportamento desta curva, ou no número de espécies raras na amostra, pode-se prever o número de espécies que ainda não foi observado na área de estudo, através de estimativas (Colwell & Coddington 1994, Chazdon *et al.* 1998, Chao 2004). O número de estudos de comunidades que utilizam estimadores de riqueza de espécies vem crescendo amplamente nos últimos anos (Walther & Moore 2005).

A literatura sobre estimadores de riqueza continua crescendo (Colwell 2005), com algumas revisões importantes realizadas desde a década de 90 (Bunge & Fitzpatrick 1993, Colwell & Coddington 1994, Chao 2004, Colwell 2005 e Walther & Moore 2005).

Apesar de muito utilizados, apenas duas avaliações acerca do uso de diversos estimadores foram testadas para estudos avifaunísticos, Walther & Martin (2001), com comunidades de aves em ilhas na costa do Canadá, e Herzog *et al.* (2002) utilizando

listas de MacKinnon como método de amostragem nos Andes bolivianos e dados simulados em programas computacionais. No entanto, os estimadores de riqueza são influenciados pelas diferenças entre a estrutura da comunidade (Walther & Martin 2001, Herzog *et al.* 2002, Dias 2004) e, por este motivo, eles podem comportar-se de forma diferenciada quando utilizados em comunidades distintas ou com métodos de amostragem diferentes. Walther & Moore (2005) demonstram que variáveis como riqueza total de espécies, tamanho da amostra e variação na agregação de indivíduos na amostra modificam a estrutura dos dados utilizados pelos estimadores, portanto, determinam suas performances.

Avaliações ecológicas rápidas são de extrema importância para auxiliar estudos de impacto ambiental que são necessários para efetivação de construções ou modificações da paisagem, de acordo com as políticas públicas nacionais. Portanto, um esforço de amostragem mínimo para gerar estimativas confiantes e a utilização correta das técnicas de estimativa de riqueza são de extrema importância nessas avaliações, visto que, geralmente a disponibilidade de tempo para efetivação desses estudos não permite um esforço amostral que gere assíntotas nas curvas de rarefação.

Como uma das características marcantes da caatinga é a sazonalidade climática que influencia tanto a riqueza local como a distribuição da abundância das espécies durante os ciclos anuais, os objetivos desse capítulo foram testar a duração da observação e o comprimento do raio dos pontos de contagem e determinar o (s) estimador (es) de riqueza de espécies que melhor represente(m) estudos de comunidades de aves em ambiente de caatinga, utilizando pontos de contagem como método de amostragem.

MATERIAL E MÉTODOS

Pontos de Contagem

Coleta de dados

Foram aplicados 30 pontos em diferentes ambientes da Fazenda Almas (vegetação densa, aberta e lajedos) em outubro de 2006, para verificar o efeito da duração das contagens. A duração da observação nos pontos foi de 20 minutos e os registros, visuais ou sonoros, foram marcados a cada período de 5 minutos.

Foram avaliados 144 pontos de contagem para a análise do comprimento dos raios. Essa amostragem foi realizada em um *grid* de 1Km² com 36 pontos distanciados 200m entre si, seguindo Gutzwiller (1991) que demonstrou que essa distância entre os pontos é suficiente para assumir uma independência estatística em pontos de contagem com raio ilimitado. Foram aplicados 72 pontos durante dois meses no período de estiagem e 72 no período de chuvas, durante o ano de 2007. Foram anotados registros dentro de um raio de 25m, de 50m e raio ilimitado, ou seja, tudo que era possível detectar no ponto. As contagens foram iniciadas com o início das atividades das aves e continuadas durante as três horas subseqüentes (Blake 1992).

Análise de dados

Foram comparadas curvas de rarefação com as espécies registradas em cada raio. Essa comparação foi realizada através dos *Sobs* (espécies observadas) respectivos de cada raio mais intervalos de confiança de 95%, calculados no EstimateS 7.5. Foi também comparado o número médio de indivíduos por ponto e número acumulado de indivíduos através do teste de Mann-Whitney. A frequência em que as espécies foram detectadas na distância < 25m, entre 25m e 50m e > 50m foi plotada em um gráfico

“scatterplots”. As espécies com apenas um registro foram excluídas gráfico, para não representar 100% de ocorrência em uma determinada distância com apenas um registro.

Estimadores de riqueza

Foram efetivados 864 pontos de contagem durante 24 meses de amostragem mensal, entre dezembro de 2006 e novembro de 2008, nos 36 pontos definidos no *grid*, que estava localizado em uma área de caatinga arbórea densa.

Os dados referentes às curvas de rarefação e as estimativas de riqueza de espécies foram calculados utilizando o software EstimateS 7.5 (Colwell 2005). As técnicas de estimativa de riqueza de espécies foram baseadas em 100 sucessões randomizadas das amostras observadas. Os estimadores utilizados nesse trabalho são testes não-paramétricos, com exceção de MMMeans, discutidos por Bunge & Fitzpatrick 1993, Colwell & Coddington 1994, Chao 2004, Colwell 2005 e Walther & Moore 2005. Tais técnicas estão evidenciadas abaixo e suas respectivas fórmulas apresentadas na Tabela 2.1.

- Jack 1 e Jack 2: o método Jackknife é um procedimento utilizado para reduzir a subestimativa do verdadeiro número de espécies em uma comunidade, fundamentando-se no número de organismos representados em uma amostra. A primeira ordem do estimador Jackknife é baseada na presença “*uniques*” (espécies presentes em uma única unidade de amostra). A segunda ordem apoia-se nos “*uniques*” mais “*duplicates*” (espécies presentes em exatamente duas unidades de amostra) (Colwell & Coddington 1994, Chao 2004).

- Chao 1 e Chao 2: estimadores clássicos de riqueza baseados no conceito de espécies raras que mostram mais informação acerca do número de espécies não observadas. Chao utiliza “*singletons*” (espécies representadas por apenas um indivíduo)

e “doubletons” (espécies representadas por exatamente dois indivíduos) para estimar o número de espécies não observadas (Chao 1984).

- ICE (Incidence-based Coverage Estimator) e ACE (Abundance-based Coverage Estimator): esses estimadores de riqueza de espécies são modificações de Chao & Lee (1992) discutidos por Colwell & Coddington (1994), Chazdon *et al.* (1998), Chao *et al.* (2000) e Chao (2004). Os estimadores são baseados no conceito de cobertura da amostra. No presente estudo, ACE será baseado nas espécies com ≤ 10 indivíduos na amostra e o correspondente ICE será igualmente baseado nas espécies encontradas em ≤ 10 unidades amostradas.

- Bootstrap é um estimador baseado nas proporções de quadrantes, sendo contada cada espécie (Smith & van Belle 1984). Desse modo requer apenas dados de incidência (presença/ausência) (Chazdon *et al.* 1998, Chao 2004).

- Michaelis-Menten é uma função que estima a riqueza através da extrapolação das curvas de acumulação de espécies (Colwell & Coddington 1994). Ela calcula a estimativa para cada nível de parcela da amostra (Colwell 2005) e também é baseada no número de “singletons e doubletons”, tal como Chao (Chazdon *et al.* 1998).

Tabela 2.1: Fórmulas dos estimadores de riqueza de espécies (adaptado de Chazdon *et al.* 1998 e Colwell 2005).

Estimadores

Jack 1: $S_{jack\ 1} = Sobs + Q1(m - 1)/m$

Jack 2: $S_{jack\ 2} = Sobs + \{[Q1(2m - 3)/m] - [Q2(m - 2)^2/m(m - 1)]\}$

Chao 1: $S_{chao\ 1} = Sobs + F1^2/2F2$

Chao 2: $S_{chao\ 2} = Sobs + Q1^2/2Q2$

ACE: $S_{ace} = Sabund + (Sraro/Cace) + (F1/Cace)Y_{ace}^2$

ICE: $S_{ice} = Sfreq + (Sinfr/Cice) + (Q1/Cice)Y_{ice}^2$

Bootstrap: $S_{boot} = Sobs + \sum_{K=1}^m (1 - p_k)$

Onde:

Sobs: número total de espécies observadas na assembléia amostrada

Sabund: número de espécies abundantes (com mais de 10 indivíduos)

Sraro: número de espécies raras (com 10 ou menos indivíduos)

Sfreq: número de espécies mais freqüentes (presentes em mais de 10 amostras)

Sinfrq: número de espécies menos freqüentes (presentes em 10 ou menos amostras)

m: número total de amostras

Q1: número de “*singletons*” (espécies representadas por apenas um indivíduo)

Q2: número de “*doubletons*” (espécies representadas por exatamente dois indivíduos)

F1: número de “*uniques*” (espécies presentes em uma única amostra)

F2: número de “*duplicates*” (espécies presentes em exatamente duas amostras)

Cace: estimador da cobertura de abundância na amostra

Cice: estimador da cobertura de incidência na amostra

Pk: proporção das amostras que contem espécies *k*

Y_{ace}²: coeficiente de estimativa da variação do F1 para as espécies raras

Y_{ice}²: coeficiente de estimativa da variação do Q1 para as espécies menos freqüentes

Walther & Moore (2005) discutem a importância de verificar a tendenciosidade (“*bias*”), precisão e acurácia dos estimadores, em diferentes tamanhos amostrais, para testar suas efetividades. Nessa revisão os autores mostram medidas não-dimensionadas (*unscaled*) e dimensionadas (*scaled*) de tendência, precisão e acurácia, demonstrando que os resultados de medidas não-dimensionadas são calculados de comunidades específicas e, portanto, não são dados claramente comparáveis com outros estudos. Já as medidas dimensionadas, em que proporções das diferenças são demonstradas, possibilitam comparações com comunidades distintas.

As fórmulas das medidas de tendência, precisão e acurácia, não-dimensionadas e dimensionadas, utilizadas nesse trabalho estão na Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Medidas de tendência, precisão e acurácia (adaptado de Walther & Moore 2005). ME: erro médio; SD: desvio padrão; RMSE: raiz do erro médio quadrado; SME: erro médio dimensionado; CV: coeficiente de variação; SRMSE: raiz do erro médio quadrado dimensionado. A: riqueza total de espécies; E_j : riqueza estimada para a amostra j ; n : número de amostras.

Medida	Tendenciosidade	Precisão	Acurácia
Não-dimensionada	$ME = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (E_j - A)$	$SD = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (E_j - \bar{E})^2}$	$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (E_j - A)^2}$
Dimensionada	$SME = \frac{1}{An} \sum_{j=1}^n (E_j - A)$	$CV = 100SD/\bar{E}$	$SRMSE = \frac{1}{A} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (E_j - A)^2}$

Após a aplicação dos 864 pontos, foram contabilizadas 86 espécies que habitam os ambientes encontrados no *grid*. A curva de rarefação (*rarefaction curve*) aproxima-se de uma estabilização e as curvas dos números de *singletons*, *doubletons*, *uniques* e *duplicates* estão em inclinação decrescente e próxima a zero (Figura 2.1). Na mesma

área do *grid* foi efetivado um esforço extensivo de captura com rede de neblina (6812 horas.rede) e observações assistemáticas com cerca de 729 horas de observação e nenhuma espécie a mais foi adicionada às registradas na amostragem total de pontos de contagem. Baseados nessas observações, nós assumimos o número de 86 espécies como representante do total de espécies que habitam os ambientes da área do *grid* e, a partir desse número, testamos os estimadores. Nesse número excetuam-se as espécies noturnas e da família Cathartidae, que não foram contabilizadas nos pontos de contagem e não são espécies alvo dessa avaliação.

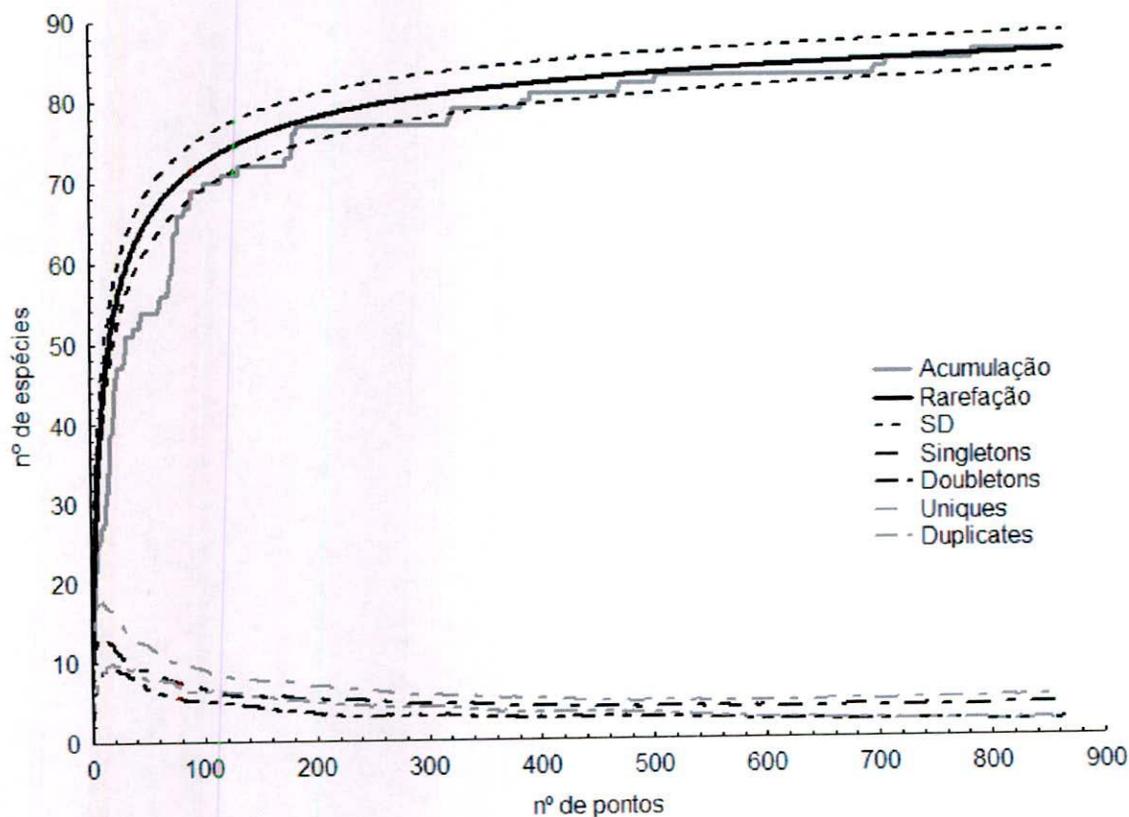


Figura 2.1: Curvas de acumulação e rarefação das espécies observadas nos pontos de contagem e curvas dos *singletons*, *doubletons*, *uniques* e *duplicates* de espécies registradas no *grid*, em uma área de caatinga arbórea densa.

As medidas de tendência, precisão e acurácia foram comparadas em diferentes situações temporais, com diferentes tamanhos amostrais e em diferentes períodos climáticos. No primeiro ano de amostragem foram testadas as medidas com quatro meses de amostragem, dois no período chuvoso e dois no período seco definidos aleatoriamente; seis meses consecutivos de amostragem, também acessando dois períodos climáticos; e os 12 meses consecutivos. No segundo ano de amostragem foi repetido esse planejamento, porém com a utilização de dados de meses diferentes definidos aleatoriamente. Na terceira comparação foram utilizadas as amostragens dos dois anos com oito meses definidos aleatoriamente, sendo dois de cada período climático e cada ano; com 18 meses consecutivos e com os 24 meses. Os valores dos estimadores com seus desvios padrão também foram comparados graficamente nos diferentes tamanhos e períodos de amostragem.

No primeiro ano de amostragem a precipitação total foi menor que o segundo ano no período chuvoso e diferenças foram observadas na riqueza e abundância das espécies entre os dois anos (ver capítulos 1 e 3). Uma espécie migratória, facilmente observada no segundo ano, não foi registrada no primeiro e por isso assumimos que a riqueza total no primeiro ano foi de 85 espécies.

RESULTADOS

Pontos de Contagem

Em média, 50% e 78% de todas as espécies detectadas nos 20 minutos ocorreram nos primeiros cinco e dez minutos, respectivamente (Figura 2.2).

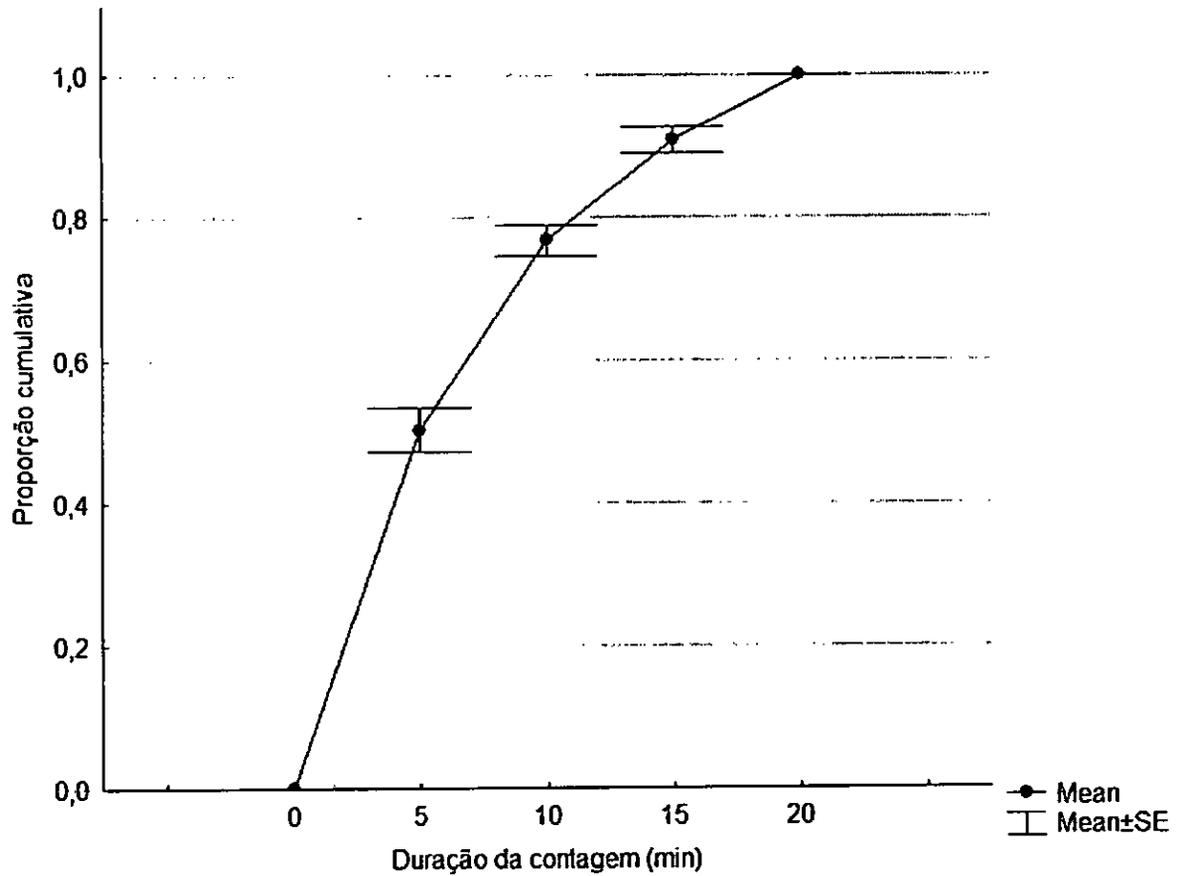


Figura 2.2: Relação entre a proporção do total de números de espécies detectadas em 20 minutos e a duração do ponto de contagem.

O número total de espécies observadas no raio de 25m foi significativamente menor que o número registrado nos raio de 50m e no raio ilimitado. No entanto, as riquezas de espécies registradas no raio de 50m e no raio ilimitado não diferiram significativamente (Figura 2.3).

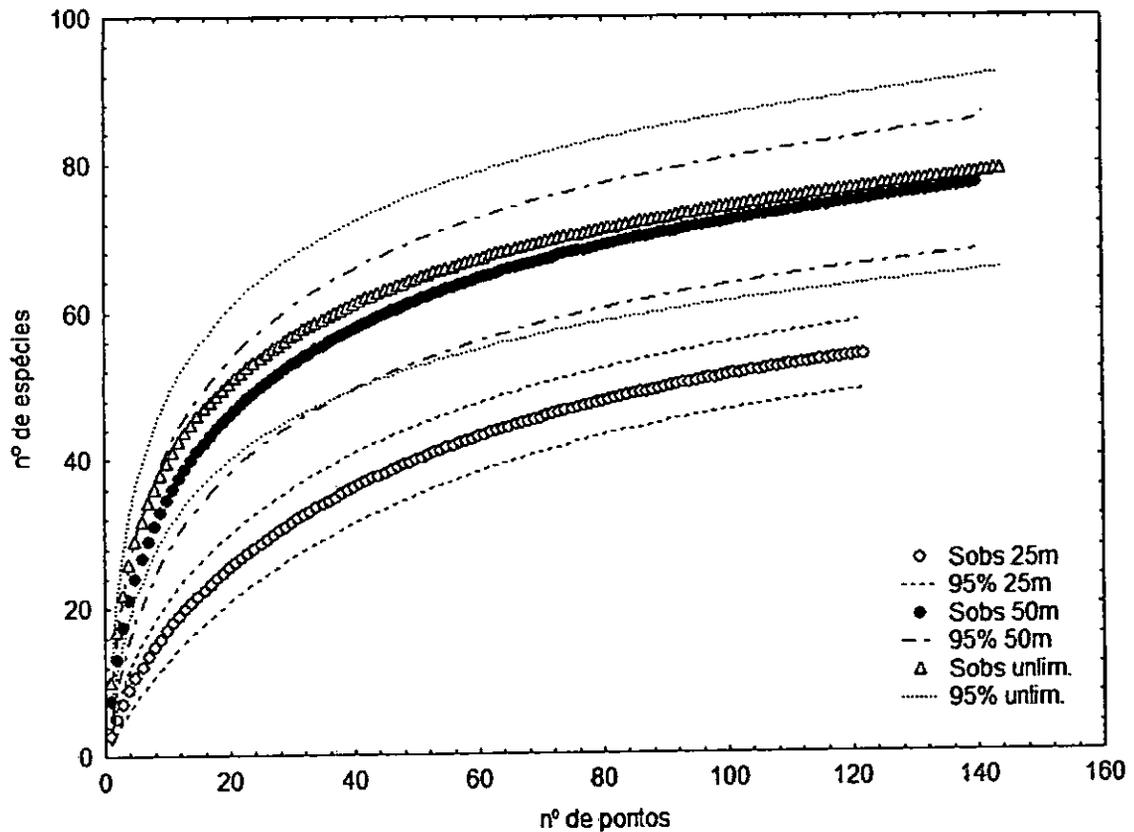


Figura 2.3: Comparação da riqueza de espécies entre raios de 25m (Sobs 25m), 50m (Sobs 50m) e ilimitado (Sobs unlim), através da curva acumulativa de cada raio e seu respectivo intervalo de confiança de 95%.

O número médio de indivíduos por pontos aumentou significativamente do raio de 25m para o de 50m ($R_{25} \times R_{50}$: $z = -2,77$ $p < 0,01$), mas não houve diferença significativa entre 50m e o raio ilimitado ($R_{50} \times R_{ilim}$: $z = -1,03$ $p > 0,05$). Já o número acumulado de indivíduos registrados aumentou significativamente com o aumento do raio ($R_{25} \times R_{50}$: $z = 9,5852$ $p < 0,01$; $R_{50} \times R_{ilim}$: $z = 10,265$ $p < 0,01$) (Figura 2.4).

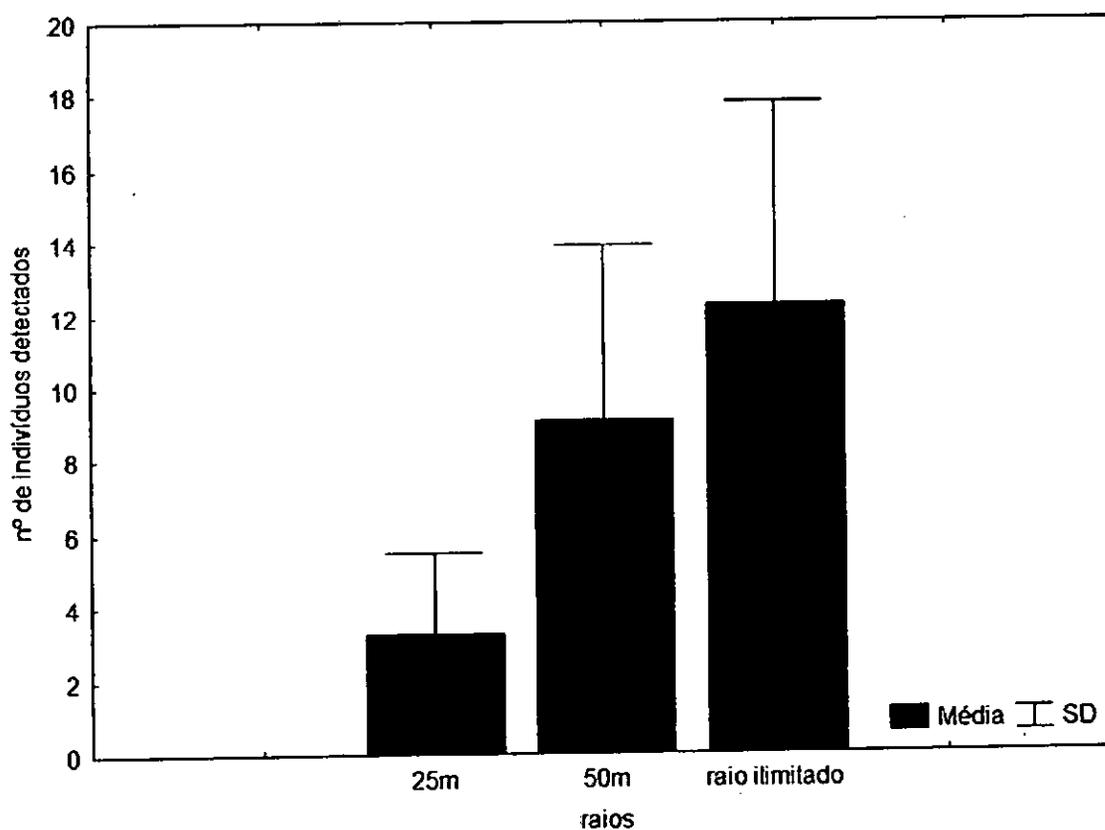
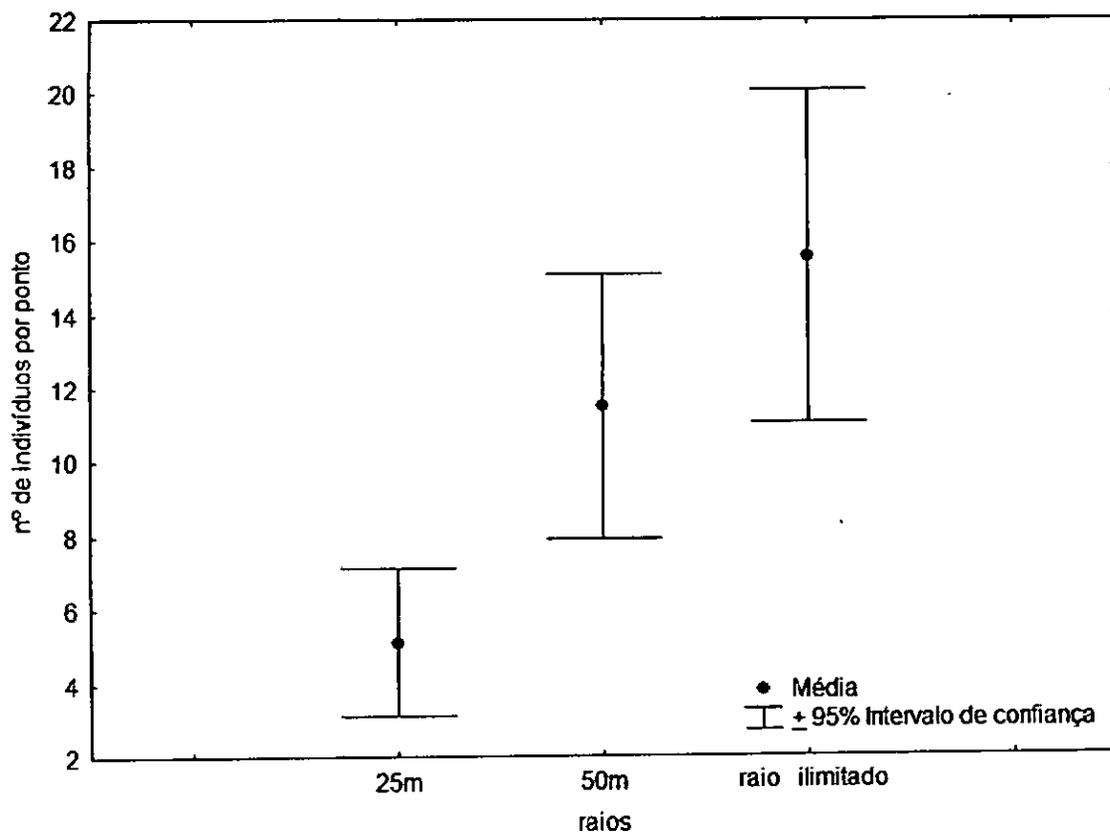


Figura 2.4: Número médio (acima) e acumulado (abaixo) de indivíduos detectados nos raios de 25m, 50m e ilimitado.

Todas as espécies registradas no raio de 25m foram registradas entre 25m e 50m. Apenas dois beija-flores, *Anopetia gounellei* e *Chlorostilbon aureoventris*, tiveram ocorrência mais expressiva no interior do raio de 25m, com 75% e 89% de ocorrência, respectivamente. A maioria dos registros desses beija-flores foi a partir de contato visual. Apenas *Cariama cristata* teve uma ocorrência mais expressiva numa distância acima de 50m. A vocalização dessa espécie é muito alta e seus registros dentro de 50m foram realmente menores. A maioria das espécies teve ocorrência mais expressiva em distâncias entre 25m e 50m (Figura 2.5). Das 78 espécies registradas nos 144 pontos de contagem, 26 não foram detectadas acima de uma distância de 50m.

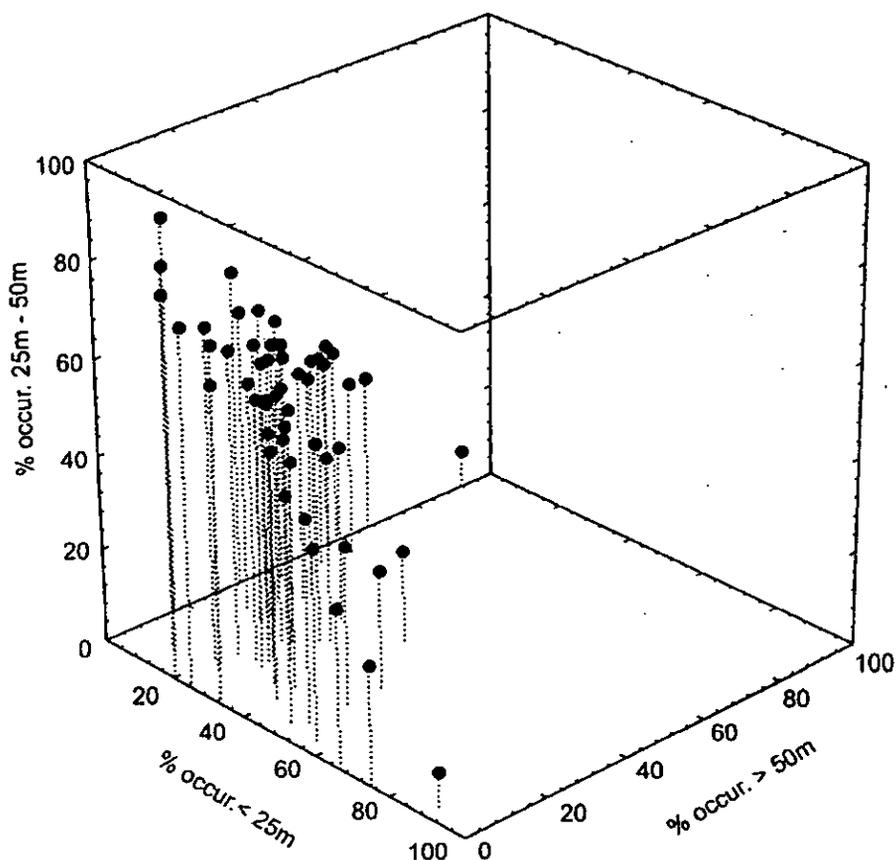


Figura 2.5. Distribuição da frequência de ocorrência de espécies de aves num interior do raio de 25m, entre distâncias de 25m e 50m e acima de 50m de distância.

Estimadores de riqueza

Com os dados do primeiro ano de amostragem, os estimadores que apresentaram melhores performances de tendência e acurácia foram: ICE, Chao 2 e Jack 1 Jack 2 com quatro meses de amostragem; Jack 2, Chao 2 e Jack 1 com seis meses de amostragem; e Jack 2, Jack 1, ICE e Chao 2 nos 12 meses. Os mais precisos foram Bootstrap e ACE em todas as situações (Tabela 2.3).

Com os dados de quatro meses de amostragem, todos os valores dos estimadores foram subestimados, quando comparados a riqueza total do primeiro ano de amostragem. Com os dados de seis meses, quatro estimadores ou demonstraram valores próximos a riqueza total ou as amplitudes de seus desvios padrão enquadravam o valor da riqueza total: Chao1, Chao 2, Jack 1 e Jack 2. Nos 12 meses de amostragem os mesmos estimadores demonstraram resultados semelhantes com exceção de Jack 2 que revelou um valor superestimado (Figura 2.6).

No segundo ano de amostragem os estimadores ICE, Chao 2, Jack 1 e Jack 2 apresentaram melhor performances de tendência e/ou acurácia nas diferentes situações (quatro, seis e 12 meses de amostragem). ACE, ICE e Bootstrap foram os mais precisos (Tabela 2.4).

Em quatro e seis meses de amostragem todos os valores dos estimadores foram subestimados, quando comparados a riqueza total no segundo ano. Nos doze meses de amostragem ACE, ICE, Chao 1, Chao 2, Jack 1, Jack 2 e Bootstrap demonstraram valores próximos a riqueza total, com estimativas entre 84 e 88 espécies. No entanto, apenas as amplitudes dos desvios padrão de Chao 1, Chao 2 e Jack 1 enquadraram o valor da riqueza total, 86 espécies (Figura 3.7).

Na avaliação dos dois anos de amostragem, os estimadores que demonstraram melhores performances de tendência e acurácia foram Jack 1, Jack 2 e Chao 2 com oito

meses de amostragem; ICE, Jack 1, Jack 2 e Chao 2 com 18 meses; e os mesmos nos 24 meses de amostragem. Os estimadores mais precisos foram ACE, ICE e Bootstrap (Tabela 2.5).

Com oito meses de amostragem ACE, Chao 1, Chao 2 e Jack 1 demonstraram valores próximos a riqueza total, com estimativas entre 84 e 88 espécies; com 18 meses Chao 1, Chao 2 e Jack 1 tiveram estimativas semelhantes entre 84 e 88 espécies. Nos resultados com os 24 meses todos os estimadores resultaram valores superestimados, no entanto, as amplitudes dos desvios padrão de Chao 1, Chao 2 enquadraram o valor da riqueza total, 86 espécies (Figura 2.8).

Tabela 2.3: Valores de tendência, precisão e acurácia dos estimadores testados no primeiro ano de amostragem, com quatro, seis e 12 meses de amostragem, com pontos de contagem no *grid*, na RPPN Fazenda Almas.

	4 meses			6 meses			12 meses		
	Tendencios.	Precisão	Acurácia	Tendencios.	Precisão	Acurácia	Tendencios.	Precisão	Acurácia
<i>Não-dimensionado</i>									
Sobs	-24,77340136	2,07	27,44981146	-22,48422727	4,47	24,59787434	-14,53013986	3,82	17,63361135
ACE	-18,69217687	0,31	20,78047836	-18,33713636	0,31	19,79404629	-11,35979021	0,26	13,74940798
ICE	-14,67292517	0,39	16,09057332	-15,64663636	0,39	17,08207482	-9,454871795	0,3	10,91333929
Chao1	-19,40095238	2,9	21,69080228	-17,66136364	8,18	19,5937561	-9,848857809	10,46	13,54102917
Chao2	-15,15734694	3,43	16,89531378	-13,88095455	21,53	16,49565299	-8,46993007	8,16	10,9661356
Jack1	-13,5037415	2,74	17,49262424	-14,05577273	2,77	16,5897883	-7,076223776	2,43	10,75466931
Jack2	-9,582176871	1,05	14,62372469	-10,32804545	0,66	13,92829114	-4,085804196	0,52	8,899502631
Bootstrap	-19,18238095	0,23	22,37116701	-18,43481818	0,27	20,6784047	-10,93076923	0,24	14,18093518
MMRuns	-17,49653061	-	19,55081742	-17,63718182	-	19,76162208	-9,635268065	-	40,65242388
MMMean	-19,8977551	-	21,24013652	-18,86027273	-	19,66126217	-12,54641026	-	13,91294391
<i>Dimensionado</i>									
Sobs	-0,291451781	2,875	0,322938958	-0,264520321	6,295774648	0,289386757	-0,170942822	4,897435897	0,207454251
ACE	-0,219907963	0,411850671	0,244476216	-0,215731016	0,420395986	0,232871133	-0,133644591	0,324229954	0,161757741
ICE	-0,172622649	0,507482108	0,189300863	-0,184078075	0,514919461	0,200965586	-0,111233786	0,37055336	0,128392227
Chao1	-0,228246499	3,89261745	0,255185909	-0,207780749	10,42038217	0,230514778	-0,115868915	11,88636364	0,159306225
Chao2	-0,178321729	4,544250132	0,198768397	-0,163305348	21,77606959	0,194066506	-0,099646236	9,546092653	0,12901336
Jack1	-0,158867547	3,427141964	0,205795579	-0,165362032	3,50810537	0,19517398	-0,083249691	2,893201572	0,126525521
Jack2	-0,112731493	1,296616449	0,17204382	-0,121506417	0,75958108	0,163862249	-0,048068285	0,584466674	0,104700031
Bootstrap	-0,22567507	0,301797664	0,2631902	-0,216880214	0,363391655	0,243275349	-0,128597285	0,297877622	0,166834532
MMRuns	-0,205841537	-	0,230009617	-0,207496257	-	0,232489672	-0,113356095	-	0,47826381
MMMean	-0,234091236	-	0,249883959	-0,221885561	-	0,231308967	-0,147604827	-	0,163681693

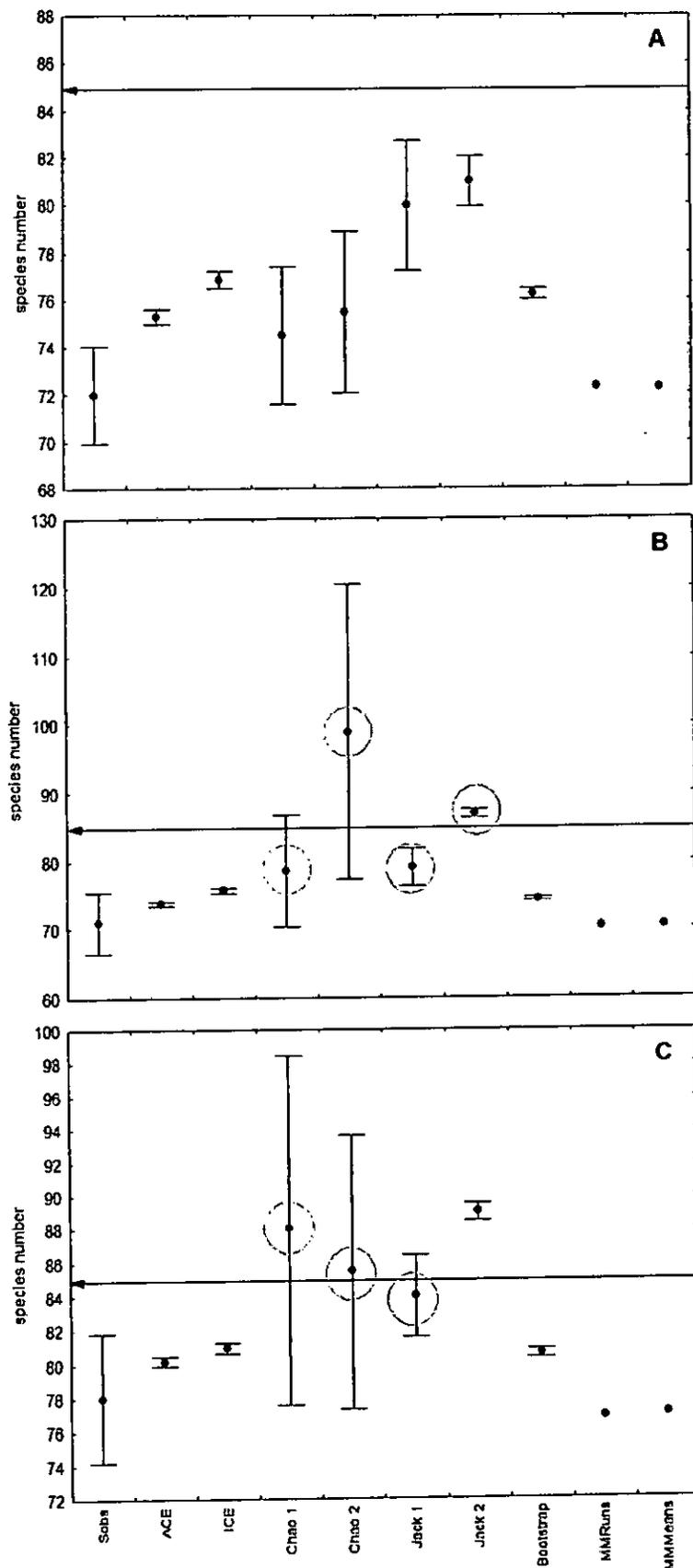


Figura 2.6: Valores médios e desvio padrão de estimadores de riqueza de espécies com diferentes tamanhos amostrais, quatro meses (A), seis meses (B) e 12 meses (C), no primeiro ano de amostragem. A linha pontilhada representa a riqueza total no período de amostragem.

Tabela 2.4: Valores de tendência, precisão e acurácia dos estimadores testados no segundo ano de amostragem, com quatro, seis e 12 meses de amostragem, com pontos de contagem no *grid*, na RPPN Fazenda Almas.

	4 meses			6 meses			12 meses		
	Tendencios.	Precisão	Acurácia	Tendencios.	Precisão	Acurácia	Tendencios.	Precisão	Acurácia
<i>Não-dimensionado</i>									
Sobs	-21,52657534	1,73	24,27982631	-17,90304147	1,39	20,33921202	-9,731728111	1,61	13,84122838
ACE	-17,15226027	0,15	18,91970783	-15,75096774	0,13	17,26178342	-6,53562212	0,13	10,20179096
ICE	-13,98123288	0,17	15,09823395	-13,43170507	0,15	14,47172266	-5,060806452	0,1	7,617024604
Chao1	-17,13945205	3,16	19,36198454	-15,79133641	2,33	17,54339021	-6,053341014	2,23	10,44014623
Chao2	-14,70054795	2,57	15,67575993	-13,90451613	1,29	14,83707969	-4,967534562	2,23	7,703409548
Jack1	-12,82267123	2,19	15,80829046	-12,11437788	1,4	14,31154762	-2,903709677	1,99	8,192632649
Jack2	-10,55075342	0,69	13,93142828	-11,22894009	0,63	13,4255988	-0,992142857	0,51	7,216370518
Bootstrap	-17,06253425	0,12	19,8942754	-14,87165899	0,14	17,2625976	-6,256497696	0,04	10,78332588
MMRuns	-15,17280822	-	16,58617135	-10,32115207	-	30,22206202	-5,983341014	-	12,28702227
MIMMean	-14,86554795	-	16,43538075	-13,00368664	-	14,19026722	-7,257281106	-	9,17123604
<i>Dimensionado</i>									
Sobs	-0,250309016	2,369863014	0,282323562	-0,208174901	1,878378378	0,236502465	-0,113159629	1,939759036	0,160944516
ACE	-0,199444887	0,199494614	0,219996603	-0,183150788	0,174684225	0,200718412	-0,075995606	0,153139357	0,118625476
ICE	-0,162572475	0,226334709	0,17556086	-0,156182617	0,201234237	0,168275845	-0,058846587	0,118287201	0,088570054
Chao1	-0,199295954	4,185430464	0,225139355	-0,183620191	3,106666667	0,203992909	-0,070387686	2,639053254	0,121397049
Chao2	-0,170936604	3,427123616	0,182276278	-0,16168042	1,731543624	0,172524182	-0,05776203	2,639053254	0,08957453
Jack1	-0,149100828	2,808772605	0,183817331	-0,140864859	1,842347677	0,166413344	-0,033764066	2,287619267	0,09526317
Jack2	-0,122683179	0,873638896	0,161993352	-0,130569071	0,818288089	0,156111614	-0,011536545	0,579611319	0,083911285
Bootstrap	-0,198401561	0,158709165	0,231328784	-0,172926267	0,186318871	0,200727879	-0,072749973	0,047064361	0,12538751
MMRuns	-0,176428003	-	0,192862458	-0,120013396	-	0,351419326	-0,069573733	-	0,142872352
MIMMean	-0,172855209	-	0,191109078	-0,151205659	-	0,165003107	-0,08438699	-	0,10664228

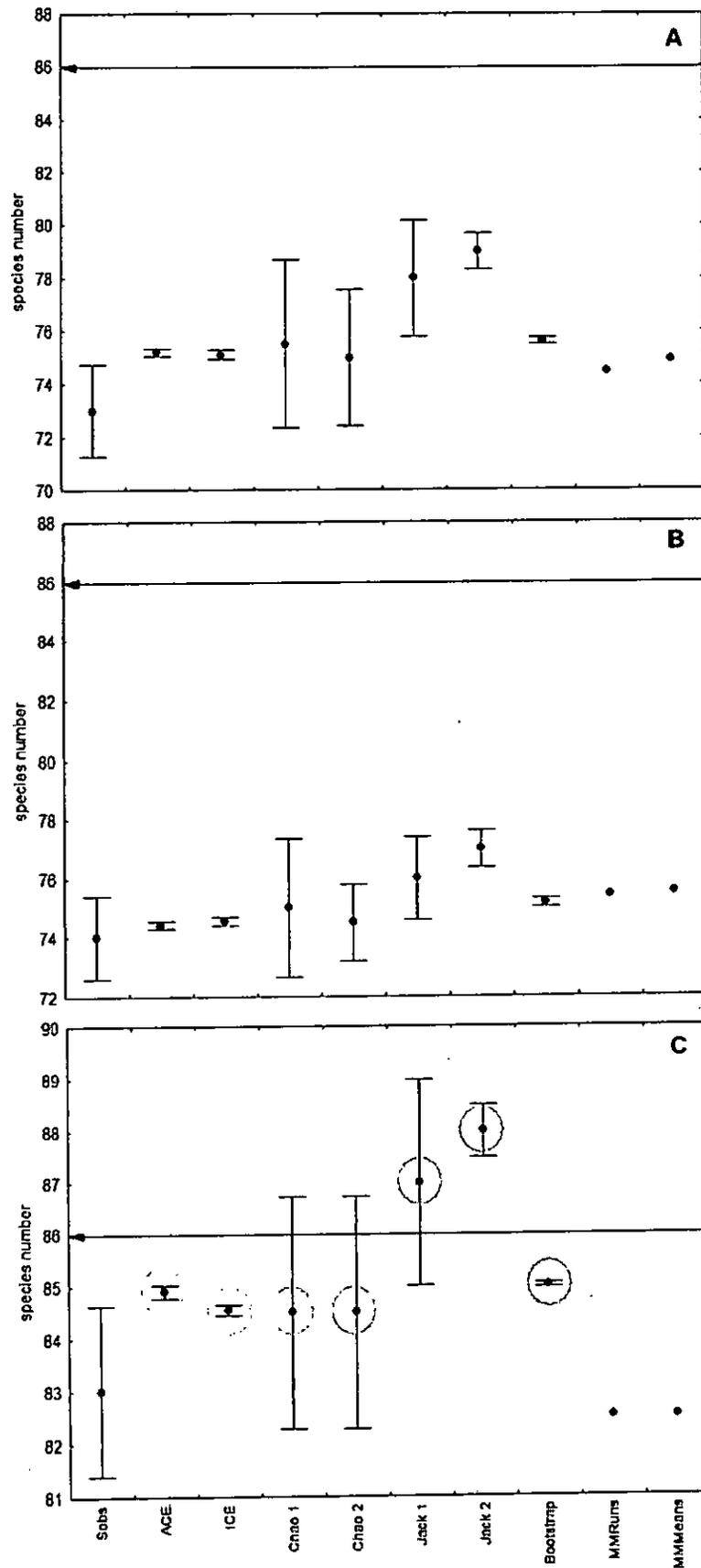


Figura 2.7: Valores médios e desvio padrão de estimadores de riqueza de espécies com diferentes tamanhos amostrais, quatro meses (A), seis meses (B) e 12 meses (C), no segundo ano de amostragem. A linha horizontal representa a riqueza total no período de amostragem.

Tabela 2.5: Valores de tendência, precisão e acurácia dos estimadores testados nos 24 meses de amostragem, com oito, 18 e 24 meses de amostragem, com pontos de contagem no grid, na RPPN Fazenda Almas.

	8 meses			18 meses			24 meses		
	Tendencios.	Precisão	Acurácia	Tendencios.	Precisão	Acurácia	Tendencios.	Precisão	Acurácia
<i>Não-dimensionado</i>									
Sobs	-16,45775439	2,69	277,8388717	-10,61450464	2,36	13,66449	-6,298864426	2,41	10,79735026
ACE	-10,65452632	0,26	179,8691061	-8,240417957	0,1	10,56481	-3,532004635	0,02	8,133825885
ICE	-8,774631579	0,29	148,1328303	-6,96125387	0,16	8,405994	-2,552410197	0,02	5,915291974
Chao1	-9,571824561	6,66	161,5909968	-7,831625387	4,64	10,53289	-3,152004635	2,89	8,131144722
Chao2	-8,272140351	5,33	139,649802	-6,346424149	7,36	8,281969	-1,806674392	4,13	6,284668483
Jack1	-6,865754386	2,78	115,9072743	-4,90628483	1,99	8,016654	-0,329397451	2,23	6,881999536
Jack2	-2,945157895	0,54	49,71998775	-2,918034056	0,34	6,69308	1,946431054	0,42	6,809644148
Bootstrap	-11,83217544	0,14	199,7501115	-7,729690402	0,14	10,73742	-3,435040556	0,19	8,565843418
MMRuns	-12,54084211	-	211,7137818	-4,852105263	-	101,3523	-5,303035921	-	9,023371855
MMMean	-13,46775439	-	227,3618621	-9,337925697	-	10,59055	-5,987763615	-	7,916564063
<i>Dimensionado</i>									
Sobs	-0,191369237	3,405063291	3,230684555	-0,123424473	2,913580247	0,158889	-0,07324261	2,802325581	0,125550584
ACE	-0,123889841	0,305918343	2,091501234	-0,095818813	0,121138704	0,122847	-0,041069821	0,022507315	0,094579371
ICE	-0,1020306	0,345443716	1,722474771	-0,080944812	0,193681152	0,097744	-0,029679188	0,022517451	0,068782465
Chao1	-0,111300286	7,744186047	1,878965079	-0,091065411	5,523809524	0,122476	-0,036651217	3,284090909	0,094548194
Chao2	-0,096187678	6,301726176	1,623834907	-0,07379563	8,460742614	0,096302	-0,021007842	4,62330684	0,073077540
Jack1	-0,079834353	3,196504542	1,347759004	-0,057049824	2,341451936	0,093217	-0,003830203	2,450818771	0,080023250
Jack2	-0,034246022	0,593667546	0,578139392	-0,033930629	0,382108339	0,077827	0,022632919	0,446856049	0,079181909
Bootstrap	-0,137583435	0,169266111	2,322675715	-0,089880121	0,16934801	0,124854	-0,039942332	0,215370664	0,099602830
MMRuns	-0,145823745	-	2,46178816	-0,056419829	-	1,178515	-0,061663208	-	0,104922929
MMMean	-0,156601795	-	2,643742583	-0,108580531	-	0,123146	-0,069625158	-	0,092053070

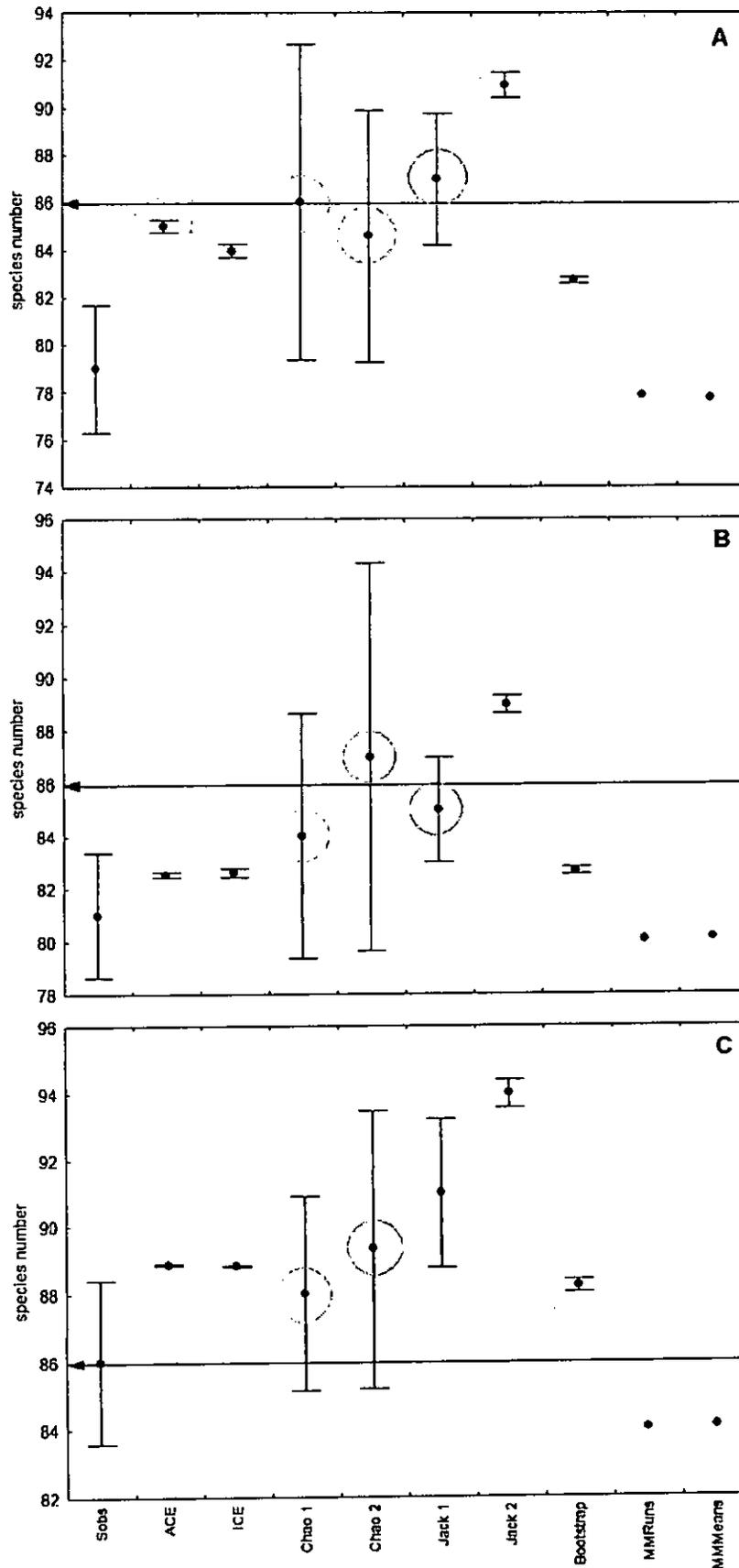


Figura 2.8: Valores médios e desvio padrão de estimadores de riqueza de espécies com diferentes tamanhos amostrais, oito meses (A), 18 meses (B) e 24 meses (C), durante dois anos de amostragem. A linha horizontal representa a riqueza total no período de amostragem.

Um resumo dos estimadores indicados pela melhor performance de tendência e/ou acurácia e que demonstraram valores das estimativas ou amplitude de seus desvios padrão semelhantes aos valores de riqueza total, nas diferentes situações de tamanho amostral e períodos distintos, está apresentado na Tabela 2.6.

Tabela 2.6: *Sobs* e estimadores que apresentaram melhor performance de tendenciosidade e/ou acurácia e que resultaram estimativas semelhantes à riqueza total em diferentes situações amostrais.

n° de meses	1° ano			2° ano			2 anos		
	4	6	12	4	6	12	8	18	24
<i>Tendencia e/ou acurácia</i>									
Sobs									
ACE									
ICE									
Chao1									
Chao2									
Jack1									
Jack2									
Bootstrap									
MMRuns									
MMMean									
<i>Valores das estimativas</i>									
Sobs									
ACE									
ICE									
Chao1									
Chao2									
Jack1									
Jack2									
Bootstrap									
MMRuns									
MMMean									

DISCUSSÃO

Pontos de contagem

Os resultados relacionados à duração dos pontos de contagem obtidos aqui são similares aos descritos por Scott & Hamsey (1981), Hamel (1984), Hutto *et al.* (1986) e Lynch (1995). Portanto justifica-se a aplicação de 10 minutos em pontos de contagem na caatinga, já que nele registra-se cerca de 80% das espécies registradas em 20 minutos, bem como gera a oportunidade de cobrir uma maior área de amostragem com um maior número de pontos comparando aos de 20 minutos, além de minimizar a possibilidade de dupla contagem de indivíduos.

O uso do raio de 25m, conforme sugerido por Hutto *et al.* (1986), foi menos eficiente quando comparado aos raios de 50m e ilimitado. A perda do número de espécies registradas em 25m é significativamente alta, comparado aos outros raios. Embora algumas poucas espécies, principalmente os beija-flores, tenham apresentado uma maior frequência nesse raio, nenhuma delas tem detectabilidade restrita aos 25m.

Thompson & Schwalbach (1995) e Thompson III *et al.* (2002) defendem o uso do raio ilimitado, justificando principalmente pela perda do número de indivíduos em raios fixos, bem como pelo decréscimo do coeficiente de variação com o raio ilimitado. Comparando-se o raio ilimitado e o raio de 50m, foi observada uma perda significativa no número total de indivíduos entre os raios, mas não no número médio de indivíduos por ponto. Petit *et al.* (1995) afirmam que a desvantagem do menor número de indivíduos registrado é compensada pela maior probabilidade de detectar todos os indivíduos de todas as espécies numa área amostrada. Dessa forma, reduzem-se as tendências associadas a possíveis erros oriundos de variáveis como estrutura da vegetação e diferenças entre observadores, que estão diretamente relacionados com os valores relativos dos índices gerados pelos pontos de contagem.

Ao verificar que 100% das espécies aqui registradas foram detectadas fora do raio de 25m e que cerca de 90% de todas as espécies registradas tiveram uma frequência maior em 50m quando comparadas ao raio ilimitado, com isso, inferindo-se uma maior probabilidade de detectabilidade nos 50m, recomenda-se que os pontos de contagem na caatinga sejam com 10min de duração e demonstrem índices comparativos em raios fixos de 50m. Os três índices apontados por Hutto *et al.* (1986), número médio de indivíduos por ponto no raio determinado ($\times 100$) e frequência de ocorrência dentro e fora do raio, podem ser aplicados.

Nas atividades de campo dos estudos com ênfase em comunidade, através de pontos de contagem, os contatos ainda podem ser registrados com intervalos de raios de 25, 50, 100, 200 e >200 , por exemplo, e então, as estimativas de densidade das espécies com um bom número de contatos podem também ser descritas, com auxílio do software DISTANCE (ver Rosenstock *et al.* 2002), juntamente com os índices comentados no parágrafo anterior.

Estimadores de riqueza

Apesar do estimador Jack 2 demonstrar os melhores resultados dos testes tendência e acurácia na maioria das situações, o valor de sua estimativa só foi semelhante ao valor da riqueza total em uma das nove situações testadas, amostragem de seis meses do ano 1. Em ocasiões que o esforço de amostragem foi mais baixo, esse estimador revelou um resultado subestimado, e nas outras situações superestimou.

O estimador ACE também demonstrou valores satisfatórios nas medidas de tendência e acurácia em várias situações, porém resultados de estimativas semelhantes à riqueza total foram observados apenas em duas situações, 12 meses de amostragem no segundo ano e oito meses nos dois anos.

Chao 2 e Jack 1 estavam entre os estimadores que melhor demonstraram performances das medidas de tendência e acurácia em todas das situações, embora não tenham sido o menos tendenciosos e mais acurados em várias delas. Esses dois estimadores também apresentaram resultados de estimativas semelhantes à riqueza total na maioria das situações, ou a amplitude de seus desvios padrão enquadrava o valor da riqueza total. Apenas quando os número amostrais foram baixos nas avaliações dois anos, separadamente, Chao 2 e Jack 1 resultaram valores subestimados, com quatro meses (144 pontos de contagem) no ano 1 e com quatro e seis meses (216 pontos de contagem) no ano 2. Baseado nessas avaliações, nós recomendamos os estimadores Chao 2 e Jack 1 para serem utilizados em avaliações com avifauna em áreas de caatinga.

Walther & Moore (2005) demonstram a importância das medidas de tendência, precisão e acurácia nas avaliações dos estimadores. No entanto, se forem observadas apenas essas medidas nos dados do presente trabalho e não demonstrados os valores reais das estimativas, Jack 2 deveria ser mencionado com um dos estimadores recomendados, porém ele revelou valores subestimados em amostras pequenas e superestimados em amostras maiores, demonstrando sua dependência em relação ao tamanho amostral, o que não beneficia o estimador (Chazdon *et al.* 1998).

Apesar de ACE, ICE e Bootstrap serem os estimadores mais precisos em todas as situações, suas medidas de tendência e acurácia não foram ideais em várias situações, bem como os resultados de suas estimativas.

Os estimadores Chao e Jackknife foram os que demonstraram melhor performance das medidas de tendência e acurácia em vários trabalhos com diferentes grupos: plantas, parasitas, invertebrados, abelhas, dípteros e aves (Walther & Moore 2005). Nos trabalhos com aves, Walther & Martin (2001) determinaram Chao 1 e Chao 2, como estimadores mais acurados, baseando-se em dados empíricos com aves em ilhas

na costa do Canadá, utilizando pontos de contagem. Herzog *et al.* (2002) apontam MMMeans como melhor estimador, numa avaliação da avifauna utilizando listas de MacKinnon nos Andes bolivianos como método de coleta. Esse resultado de MMMeans é contrário as suas usuais performances negativas e pode ter sido gerado por contradições com uso do método das listas de MacKinnon (Walther & Moore 2005). No presente trabalho, os resultados de MMMeans foram inferiores até ao das espécies observadas (*Sobs*) em várias situações.

Esforço amostral

O tamanho amostral influencia as performances dos estimadores (Chazdon *et al.* 1998, Walther & Moore 2005). Em todas as situações testadas os dados incorporavam amostragens do período de chuvas e do período seco, no entanto, os resultados das estimativas com quatro meses de amostragem (144 pontos de contagem) foram subestimados. Os resultados com seis meses consecutivos (216 pontos de contagem) foram eficazes no primeiro ano e subestimados no segundo ano de amostragem, quando a influência do período chuvoso foi maior que no primeiro ano e incorporou a maior parte dos seis meses de amostragem. Com oito meses de amostragem (288 pontos de contagem) distribuídos entre os períodos seco e chuvoso dos dois anos, os resultados dos estimadores foram eficientes.

Nós sugerimos, portanto, o mínimo de 288 pontos de contagem distribuídos nos dois períodos climáticos para avaliações em áreas de caatinga com ambientes arbóreos ou florestais, na possibilidade de resultados satisfatórios das estimativas de riqueza representantes de uma determinada área. Essa sugestão necessita de comparações com outros trabalhos para melhor definição dos valores, mas é um ponto de partida para avaliações rápidas na caatinga. Do mesmo modo, ela não exclui a necessidade de

observação das curvas de espécies e estimativas em relação ao tamanho amostral. Outros fatores que devem ser observados nas avaliações avifaunísticas em áreas de caatinga são as influências sazonais sobre a comunidade de aves em diferentes anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bibby C. J. 2004. Bird diversity survey methods. In: Sutherland W. J., I. Newton, R. E. Green. *Bird Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*. Oxford. p. 2 – 15.
- Blake J. G. 1992. Temporal variation in point counts of bird in a lowland wet forest in Costa Rica. *Condor*. 94:265-257
- Blondel et al. (1981).
- Buckland S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham & J. L. Laake. 1993. *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Chapman and Hall, New York.
- Bunge J. & Fitzpatrick, M. 1993. Estimating the number of species: A review. *Journal of the American Statistical Association* 88, 364-373.
- Burnham K. P. 1981. Summarizing remarks: Environmental influences. *Studies in Avian Biology*. 6:324–325.
- Burnham K. P., D. R. Anderson, & J. L. Laake. 1980. Estimating density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs*. n. 72.
- Chao A. & Lee, S.M. 1992 Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association* 87, 210-217.
- Chao A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11, 265-270.

- Chao A. 2004. Species richness estimation. In: *Encyclopedia of Statistical Sciences*, ed. N. Balakrishnan, C. B. Read, and B. Vidakovic. Wiley, New York. p.p. 1-23.
- Chao A., Hwang, W.H., Chen, Y. C. & Kuo, C. Y. 2000. Estimating the number of shared species in two communities. *Statistica Sinica* 10, 227-246.
- Chazdon R. L., Colwell, R. K., Denslow, J. S. & Guariguata, M. R. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. In: *Forest biodiversity research, monitoring and modeling: Conceptual background and Old World case studies*, ed. F.Dallmeier & J. A Comiskey, pp. 285-309. Parthenon Publishing, Paris.
- Colwell R.K. & Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Royal Soc. London (Ser. B)* 345, 101-118.
- Colwell R.K. 2005. User's guide to EstimateS7.5 statistical. Estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. Copyright 2005, 22 p.
- Dias S.C. 2004. Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 26(4), 373-379.
- Gotelli N. J. & R. K.Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379 – 391.
- Gutzwiller K.J. 1991. Estimating winter species richness with unlimited distance point counts. *The Auk*. 108: 853-862.
- Hamel P.B. 1984. of variable circular plot and spot-map censusing methods in temperate deciduous forest. *Ornis Scandinavica*. 15: 266-274.
- Herzog S.K., Kessler, M.& Cahill, T. M. 2002. Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data. *The Auk*. 119: 749-769.

- Hutto R.L., S.M. Pletschet, & P. Hendricks. 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk*. 103: 593-602.
- Lynch J.F. 1995. Effects of point count duration, time-of-day, and aural stimuli on detectability of migratory and resident bird species in Quitana Roo, Mexico. In: Ralph C.J., J. Sauer & S. Droedje, (eds). *Monitoring Bird Populations by Point Counts*. pp. 01-06.
- Petit D.R., L. Petit, V. Saab & T. Martin. 1995. Fixed-radius point counts in forests: factors influencing effectiveness and efficiency. . In: Ralph C.J., J. Sauer & S. Droedje, (eds). *Monitoring Bird Populations by Point Counts*. pp. 49-56.
- Ralph C.J., J. Sauer & S. Droedje. 1995. *Monitoring bird populations by point Counts*. USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-149, Pacific southwest research station forest service U.S. Department of Agriculture, Albany, Calif
- Robbins C. S. 1981. Effect of time of day on bird activity. In: Jonh, R.C. & Michael, S.J. (edit.) Estimating numbers of terrestrial birds. *Studies in Avian Biology*. 6:275-286.
- Rosenstock S.S., D. Anderson, K. Giesen, T. Leukering & M. Carter. 2002. Lanbird counting techniques: current practices and an alternative. *The Auk*. 119(1): 46-53.
- Scott J. M. & F. L. Ramsey. 1981. Length of count period as a possible source of bias in estimating bird densities. *Studian Avian Biology*. 6: 409-413.
- Smith E. P. & van Belle, G. 1984. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics* 40, 119-129.
- Thompson F.R. & M.J Schwalbach. 1995. Analysis of sample size, counting time and plot size from avian poit count surveyon Hoosier National Forest, Indiana. In:

USDA Forest Service Gen Tech. Rp. *Monitoring Bird Populations by PointCounts*. Pp. 45-48.

Thompson III, F.R., D.E. Burhans & B. Root. 2002. Effects of point count protocol on bird abundance and variability estimates and power to detect population trends. *Journal of Field Ornithology*. 73(2): 141-150

Thompson W. 2002. Towards reliable bird surveys: accounting for individuals present but not detected. *The Auk*. 119(1): 18-25.

Verner J. 1985. Assessment of counting techniques. In: R. F. Johnston, Ed. *Current ornithology*. New York, Plenum Press. pp. 247-302

Walther B.A. & J.L. Martin 2001. Species richness estimation of birds communities: how to control for sampling effort? *Ibis* 143, 413-419.

Walther B.A. & J.L. Moore 2005. The concepts of bias, precision and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimators, with a literature review of estimator performance. *Ecography* 28, 815-829.

CAPÍTULO 3

VARIAÇÃO SAZONAL DE UMA COMUNIDADE DE AVES NA CAATINGA

Resumo: Respostas às variações climáticas, como movimentos sazonais para áreas de maior umidade e com oferta abundante de recursos, podem ser apresentadas pelas aves na caatinga durante o período de estiagem. Os possíveis deslocamentos sazonais de algumas espécies são influenciados pela disponibilidade de recursos, principalmente alimentares. Entretanto, o conhecimento da estrutura de comunidades de aves e sua variação na caatinga é escasso. Nesse capítulo, foram comparadas mensalmente a riqueza, abundância, composição e estrutura trófica de uma comunidade de aves em uma área de caatinga no Cariri Paraibano. Os valores mensais de riqueza e diversidade foram correlacionados com a precipitação e as análises de similaridade demonstram dois grupos temporalmente relacionados. Um grupo com influencia dos meses secos e vegetação cinza e outro com meses chuvosos e/ou vegetação verde, com meses intermediários relacionados com a quantidade de chuvas. A estrutura trófica também variou temporalmente, com incrementos na abundância de alguns grupos tróficos principalmente durante os meses chuvosos e de seca/verde, quando ocorre uma maior disponibilidade de recursos. De forma geral, o período chuvoso parece ser de extrema importância para um incremento significativo de componentes da avifauna em ambientes de savana e florestas secas estacionais na América do Sul.

Palavras-chave: Ambiente semi-árido, disponibilidade de recursos, estrutura trófica, sazonalidade.

Respostas às variações climáticas, como movimentos sazonais para áreas de maior umidade e com oferta abundante de recursos, podem ser apresentadas pelas aves na caatinga durante o período de estiagem (Silva *et al.* 2003). Como exemplo, em outra região, tem-se a migração de *Sporophila lineola*, que durante a época seca migra através da Amazônia Oriental para os Llanos da Venezuela (Silva 1995).

Os possíveis deslocamentos sazonais de algumas espécies são influenciados pela disponibilidade de recursos, principalmente alimentares. Entretanto, o conhecimento da estrutura trófica das aves na caatinga é escasso. Nascimento (2000) e Rodrigues *et al.* (2004) apresentam as categorias tróficas da avifauna inventariada, porém, utilizando majoritariamente informações secundárias referentes a outros ambientes (*eg.* Moojen *et al.* 1941, Schubart *et al.* 1965). Esse tipo de abordagem dificulta a compreensão das adaptações das espécies à sazonalidade característica da caatinga, visto que a disponibilidade dos recursos também pode ser alterada com as variações climáticas afetando a estrutura de comunidade de aves.

Pouco se sabe sobre as alterações temporais em comunidades de aves da caatinga. Ressalta-se que essa é uma região com as variações climáticas mais extremas do Brasil e com ecorregiões climaticamente complexas (Nimer 1969, Olmos *et al.* 2005).

Em um dos poucos trabalhos realizados, Telino-Júnior *et al.* (2005) analisaram a composição avifaunística em uma RPPN no sertão paraibano considerando as distintas estações climáticas, entretanto, alguns equívocos como diferença representativa de esforço amostral e sobreposições temporais nas amostras tratadas separadamente, podem ter contribuído para conclusões não precisas. Olmos *et al.* (2005) fazem alguns comentários sobre a estrutura das comunidades por eles estudadas em oito áreas em

Pernambuco e Ceará e discutem a variação sazonal, com ênfase em variações apresentadas por algumas espécies entre as amostragens nas estações seca e chuvosa.

Devido à necessidade de aprimorar o conhecimento da influência climática sobre a variação temporal na estrutura de comunidades de aves na caatinga, nesse capítulo temos o objetivo de comparar mensalmente a riqueza, abundância, composição e estrutura trófica de uma comunidade de aves em uma área de caatinga no Cariri Paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de dados

Foram realizadas 24 excursões mensais com duração de cerca de seis dias cada, no período de dezembro de 2006 a novembro de 2008. A amostragem da avifauna constou da aplicação conjunta de dois métodos: captura com redes de neblina e pontos de contagem, como sugerido por Whitman *et al.* (1997).

Foram amostrados, em cada expedição, 36 pontos de contagem organizados em seis transectos (A, B, C, D, E, F) distantes entre si cerca de 200m, num *grid* com 100 ha de área (Figura 3.1).

A captura de aves foi realizada com a utilização de 12 redes de neblina (malha 36mm e tamanho 12 X 2,5m) distendidas 24h em cada expedição. As redes foram montadas em linhas com quatro redes em cada transecto no período de 5h às 11h, somando 12h.rede por transecto.

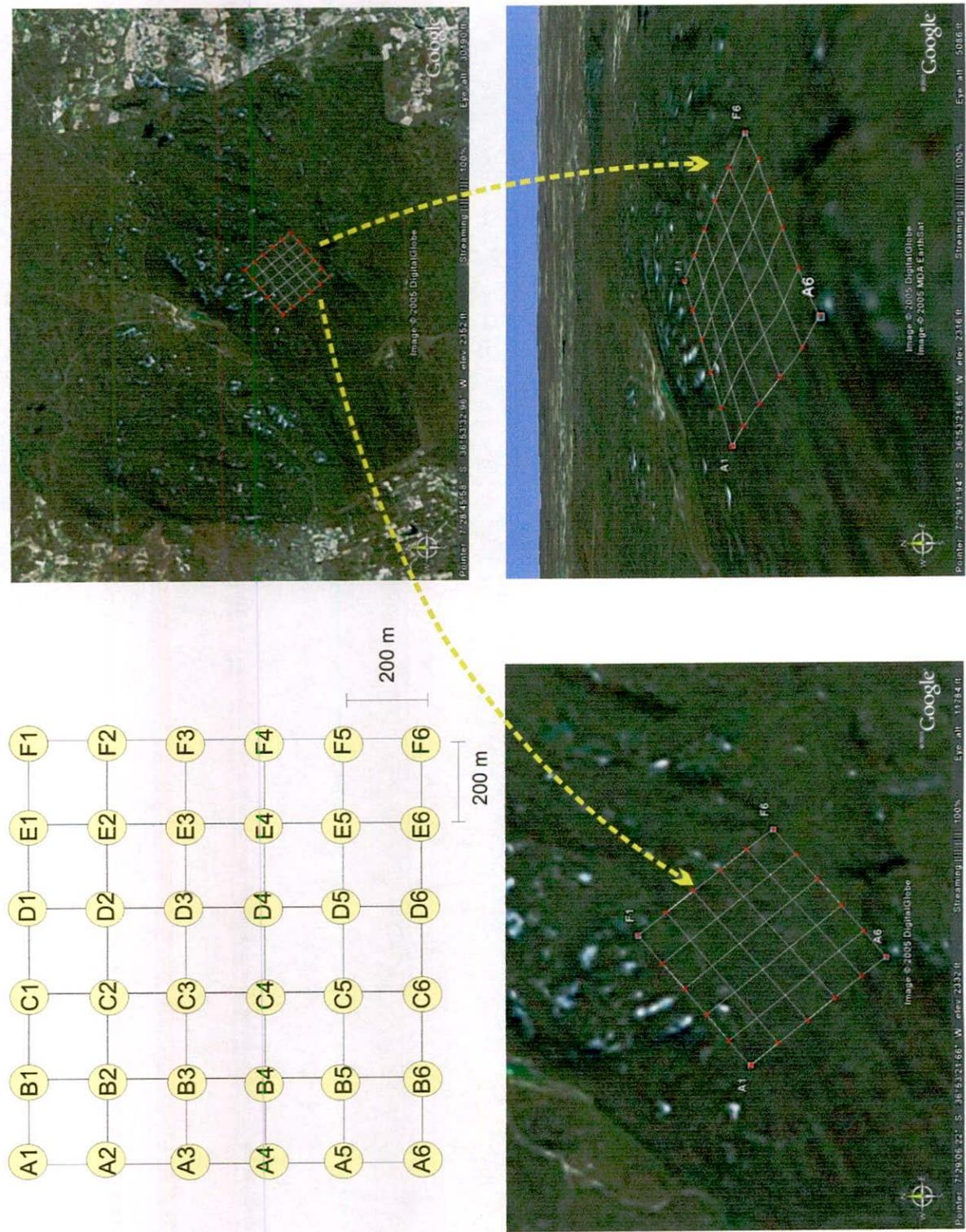


Figura 3.1. Esquema e localização do *grid* dos pontos de contagem e da amostragem dos recursos para avaliação da dinâmica temporal da comunidade de aves, na RPPN Fazenda Almas, Paraíba, Brasil

Os dados diários de precipitação, excesso e déficit hídrico, no período de dezembro de 2006 a maio de 2008, foram obtidos a partir dos mapas de precipitação e evaporação fornecidos pelo Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste do município de Sumé (CPTEC 2009a).

Foram caracterizados três períodos baseados na precipitação, taxa de excesso e déficit hídrico e fisionomia da vegetação: seca/cinza, chuva/verde e seca/verde (Figura 3.2). O período seca/cinza é um período onde não ocorrem chuvas ou a quantidade de precipitação não permite um excesso hídrico e a paisagem é caracterizada por uma vegetação cinza, sem folhas; chuva/verde corresponde ao período com maior precipitação, excesso hídrico e uma paisagem verde (Figura 3.3); seca/verde compreende um período em que a paisagem é verde, a vegetação continua com folhas ou elas começam a cair, mas há um déficit hídrico causado pela alta evapotranspiração, apesar de ainda haver precipitação nesse período.

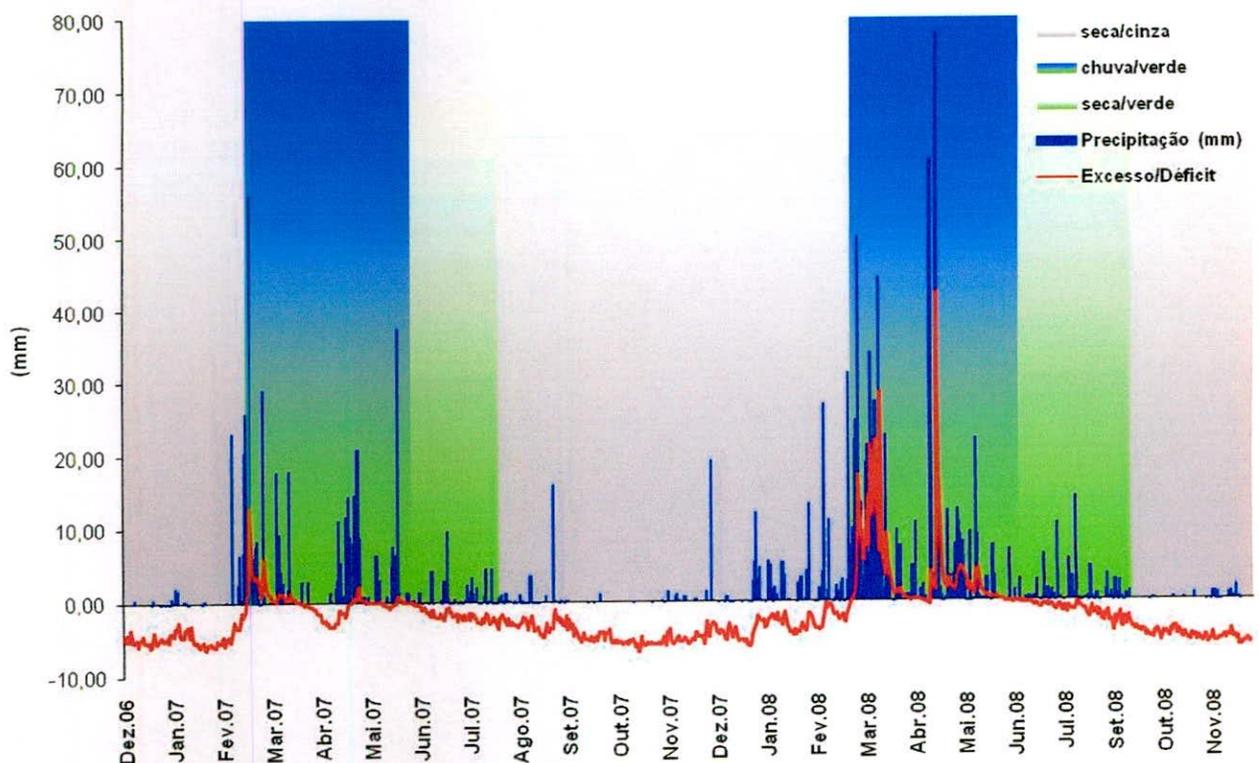


Figura 3.2: Pluviometria, taxa de excesso e déficit hídrico e períodos estacionais na área de estudo, durante os meses de dezembro de 2006 a novembro de 2008.



Figura 3.3: Fisionomia da vegetação na RPPN Fazenda Almas no período chuva/verde (acima, fevereiro/2007) e seca/cinza (abaixo, setembro/2007).

Análise dos dados

Foram calculadas a média de indivíduos por ponto e a frequência de ocorrência, dentro do raio de 50m, bem como a frequência no raio ilimitado, em mês de amostragem

A riqueza estimada de espécies foi comparada mensalmente através da utilização da técnica Chao2 de estimativa de riqueza de espécies (ver capítulo 2). Para tanto, foram utilizados os dados de pontos de contagem com raio ilimitado, com 100 aleatorizações, utilizando-se o software EstimateS 7.5 (Colwell 2005).

Também foram comparados mensalmente os índices estimados de diversidade, utilizando-se os dados de contagem dentro do raio de 50m. Essas estimativas correspondem a modificações do índice de Shannon e baseiam-se na cobertura da amostra para referenciar também as possíveis espécies não amostradas (Chao & Shen 2003). As comparações foram realizadas com os intervalos de confiança de 95%, calculados, juntamente com sua estimativa, pelo SPADE (Species Prediction And Diversity Estimation) desenvolvido por Chao & Shen (2003-2005).

As riquezas observadas (*Sobs*), estimadas e os índices estimados de diversidade, obtidos mensalmente, foram correlacionados com a precipitação mensal através do teste de correlação de Spearman, devido a não normalidade dos dados.

A composição da avifauna foi comparada mensalmente através do índice estimado de similaridade de Jaccard, com os dados de abundância dos pontos de contagem nos raios de 50m. Esses índices são modificações realizadas por Chao *et al.* (2005) do clássico de Jaccard. Os autores adaptaram os índices para dados de abundância e desenvolveram algoritmos que calculam similaridades entre duas assembléias fazendo referência também as possíveis espécies não amostradas. Para isso, tal procedimento utiliza os “*singletons*” e “*doubletons*” (ver capítulo 2). Com a matriz

de similaridade foi realizado um Escalonamento Multidimensional (MDS) para ordenação dos dados. As análises de similaridade foram realizadas através do software SPADE (Species Prediction And Diversity Estimation) desenvolvido por Chao & Shen (2003-2005). A fórmula do índice modificado segue adiante:

$$J_{\text{abund}} = \frac{\hat{U}\hat{W}}{\hat{U} + \hat{W} - \hat{U}\hat{W}}$$

Onde:

$$\hat{U} = \sum_{i=1}^{D_{12}} \frac{X_i}{n} + \frac{(m-1)}{m} \frac{f_{+1}}{2f_{+2}} \sum_{i=1}^{D_{12}} \frac{X_i}{n} I(Y_i = 1)$$

$$\hat{W} = \sum_{i=1}^{D_{12}} \frac{Y_i}{m} + \frac{(n-1)}{n} \frac{f_{+1}}{2f_{+2}} \sum_{i=1}^{D_{12}} \frac{Y_i}{m} I(X_i = 1)$$

D_{12} : número de espécies observadas nas duas assembléias

(X_i, Y_i) : freqüências amostrais de i espécies nas duas assembléias.

n : número de indivíduos na assembléia 1.

m : número de indivíduos na assembléia 2.

$f_{1+} = \sum_{i=1}^{D_{12}} I[X_i = 1, Y_i \geq 1]$: número de espécies observadas que ocorrem apenas uma vez na assembléia 1.

$f_{2+} = \sum_{i=1}^{D_{12}} I[X_i = 2, Y_i \geq 1]$: número de espécies observadas que ocorrem apenas duas vezes na assembléia 1.

$f_{+1} = \sum_{i=1}^{D_{12}} I[X_i \geq 1, Y_i = 1]$: número de espécies observadas que ocorrem apenas uma vez na assembléia 2.

$f_{+2} = \sum_{i=1}^{D_{12}} I[X_i \geq 1, Y_i = 2]$: número de espécies observadas que ocorrem apenas duas vezes na assembléia 2.

Para comparar a riqueza de espécies observadas entre os diferentes grupos temporais demonstrados no MDS, foram plotados gráficos que apresentavam os

respectivos *Sobs* (riqueza observada) nos pontos de contagem, mais intervalos de confiança de 95%, calculados no EstimateS 7.5.

A proporção de abundância de indivíduos de grupos tróficos e diferentes status, residente ou migratório, foi comparada graficamente entre os diferentes grupos temporais demonstrados no MDS. A caracterização dos grupos tróficos e o status de migração e residência, segue os determinados nos capítulos 4 e 1, respectivamente.

RESULTADOS

Foram observadas variações mensais da riqueza estimada e dos índices estimados de diversidade (Figuras 3.4 e 3.5). As riquezas observadas, estimadas e os índices estimados de diversidade foram correlacionados significativamente a precipitação, *Sobs*: $r_s = 0,77$ $p = p < 0,001$; Chao2: $r_s = 0,65$ $p = p < 0,001$; Shannon estimado: $r_s = 0,85$ $p < 0,001$.

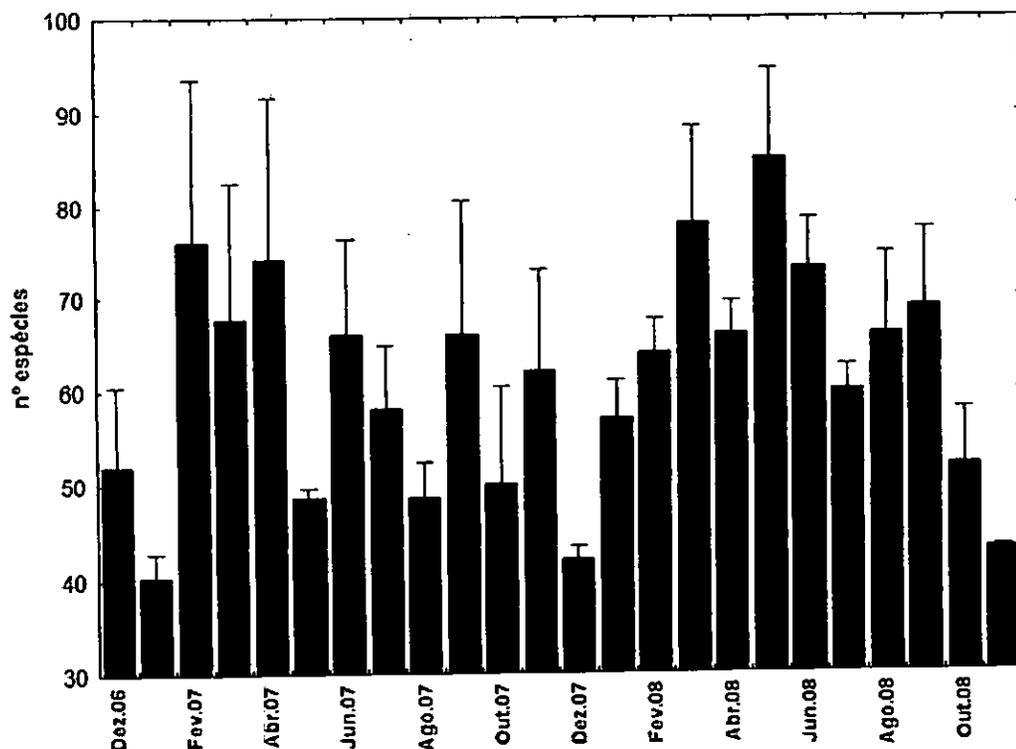


Figura 3.4: Variação mensal da riqueza estimada de espécies de aves (Chao2) em uma área de caatinga. As barras indicam o desvio padrão da estimativa.

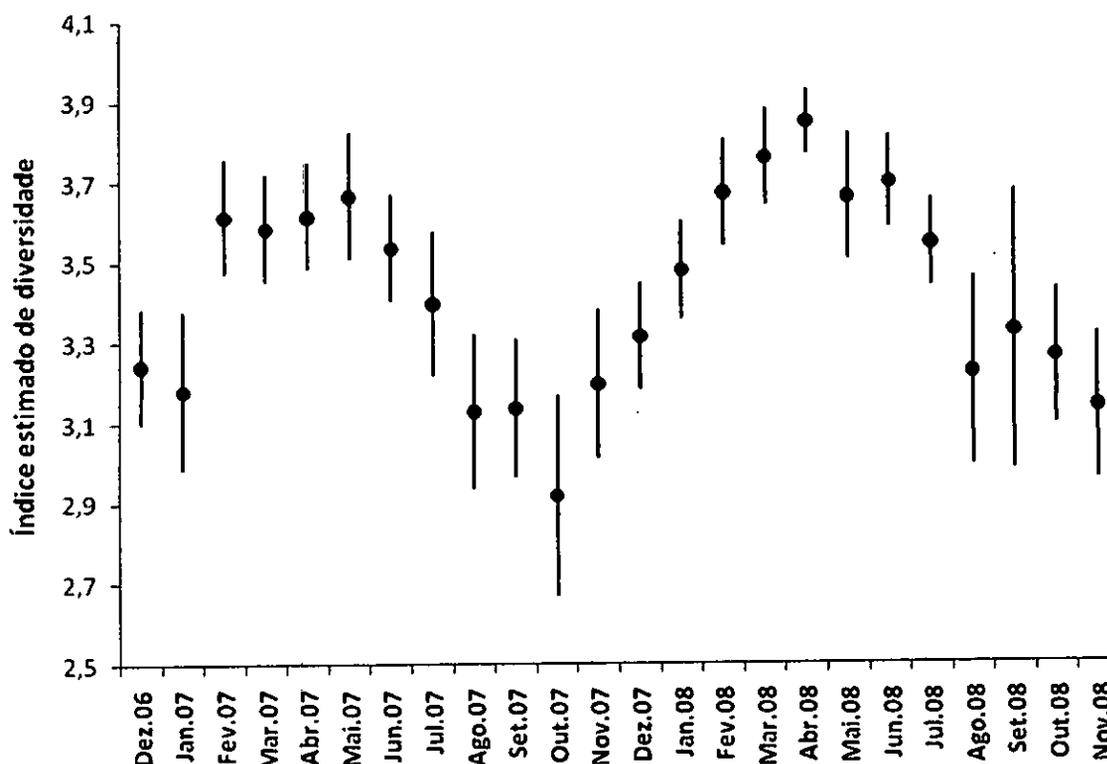


Figura 3.5: Variação mensal do índice de estimado de diversidade de aves (Shannon estimado) em uma área de caatinga no Cariri paraibano. As barras indicam o intervalo de confiança de 95%.

A análise de similaridade mensal demonstrou dois grupos distintos: o grupo A: com a composição da avifauna amostrada nos meses de dezembro/2006, janeiro/2007, setembro/2007, outubro /2007, novembro/2007, dezembro/2007 e novembro/2008; e o grupo B: com a composição da avifauna amostrada nos meses de fevereiro/2007 e 2008, março/2007 e 2008, abril/2007 e 2008, maio /2007 e 2008, junho/2007 e 2008 e julho/2008. A avifauna amostrada nos meses de julho/07, janeiro/2008, agosto/2008, setembro/2008 e outubro/2008 demonstrou similaridades intermediárias entres os grupos A e B, com alguns meses mais similares a um dos grupos (Figura 3.6).

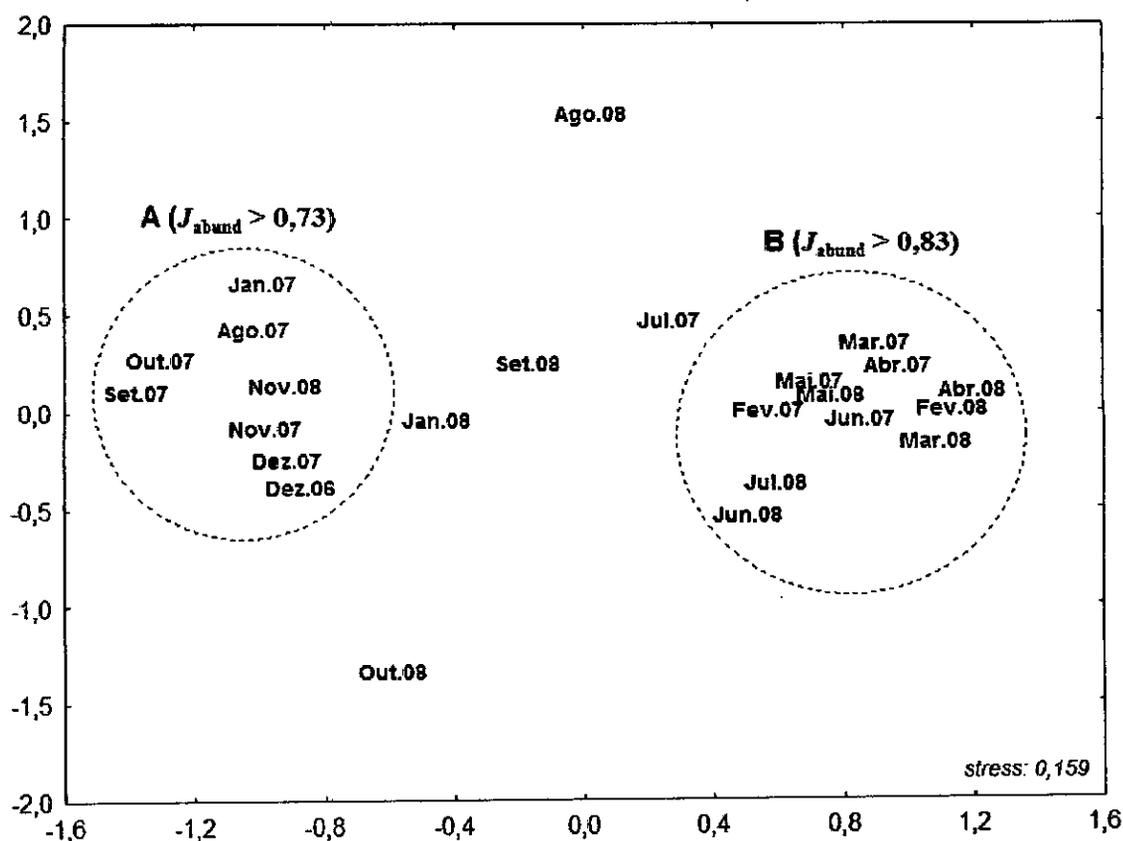


Figura 3.6: Escalonamento multidimensional, através da similaridade da composição mensal da avifauna na área do *grid*, utilizando o índice estimado de similaridade de Jaccard com dado de abundância (\hat{J}_{abund}).

As comparações de curvas de rarefação entre os períodos caracterizados pela composição da avifauna dos grupos A e B e dos meses intermediários demonstraram valores maiores significativamente em B, com 83 espécies, quando comparados a A, com 66 espécies. No entanto os valores representados pelos meses intermediários foram menores que B e maiores que A, porém, sem diferir significativamente (Figura 3.7).

As curvas de abundância da avifauna nos três períodos demonstram duas quedas expressivas, uma entre as seis e outra entre as 15 espécies mais abundantes (Figura 4.8). Definimos, portanto, essas 15 espécies mais abundantes para demonstrar a flutuação da abundância da avifauna entre os períodos.

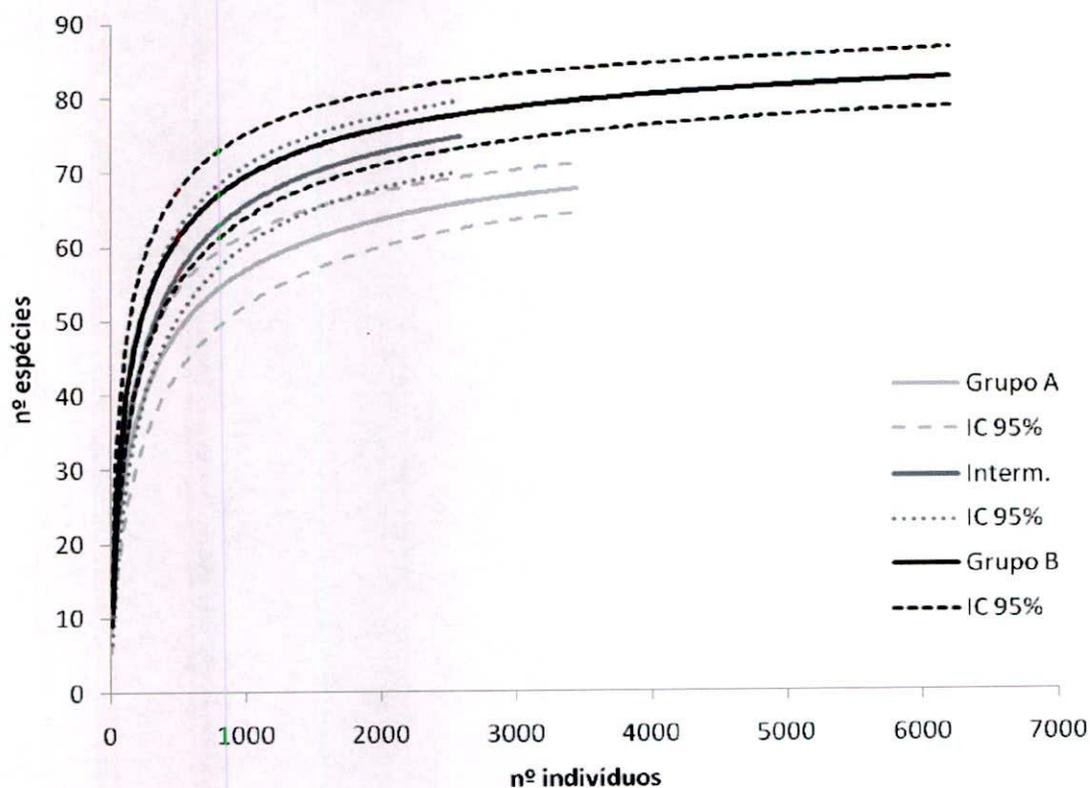


Figura 3.7: Comparação da riqueza de espécies entre os períodos caracterizados pela composição da avifauna dos grupos A e B e dos meses intermediários. A figura mostra a curva de rarefação de cada período e os respectivos intervalos de confiança de 95% (IC 95%).

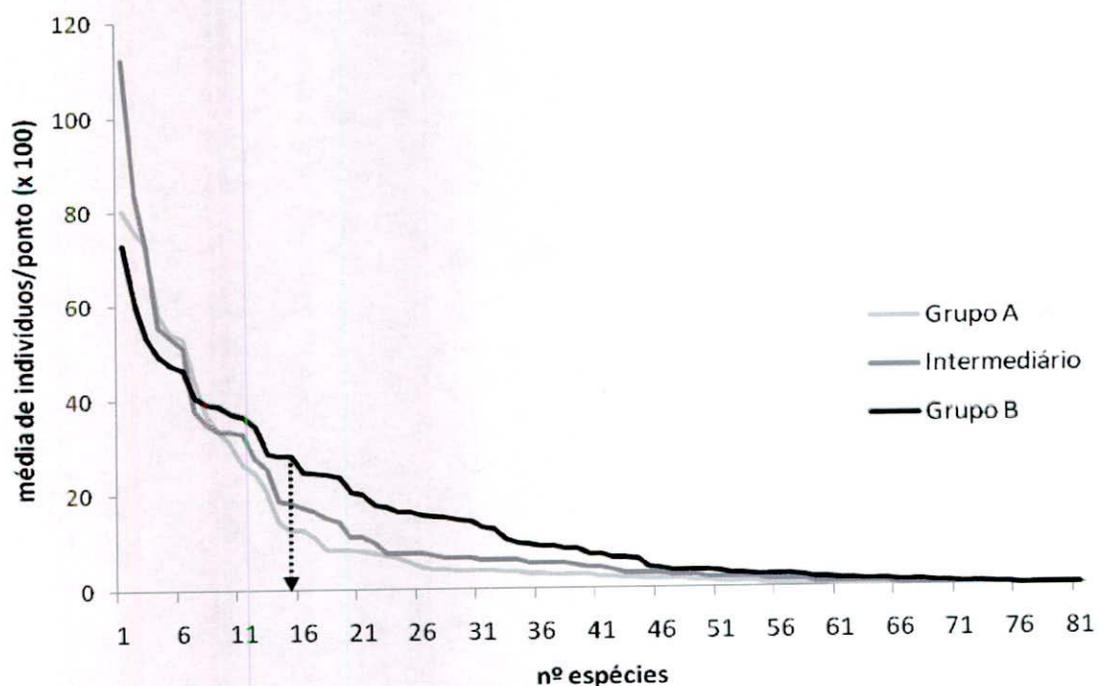


Figura 3.8: Curvas de abundância de espécies da comunidade de aves em uma área de caatinga no Cariri Paraibano, em diferentes períodos (A, B e intermediário), definidos pela similaridade mensal (Figura 4.6).

Quando comparamos as abundâncias relativas das 15 espécies mais abundantes entre os diferentes períodos, pelo menos 5 espécies aparecem entre as mais representativas no período B, *Myiopagis viridicata*, *Casiornis fuscus*, *Pachyrhamphus polycopterus*, *Myiodinastes maculatus* e *Vireo olivaceus*, em detrimento de outras observadas como de maior representatividade no período A (Figuras 3.9 e 3.10).

No período intermediário, *Casiornis fuscus*, uma das espécies mais abundantes em B, também ocorre entre as quinze mais abundantes. *Zenaida auriculata* ocorreu entre as quinze mais abundantes apenas nesse período intermediário (Figuras 3.11).

Leptotila verreauxi esteve entre as 15 espécies mais abundantes nos três períodos, no entanto, sua expressão de abundância é crescentemente do grupo A para B, com valores intermediários no período intermediário.

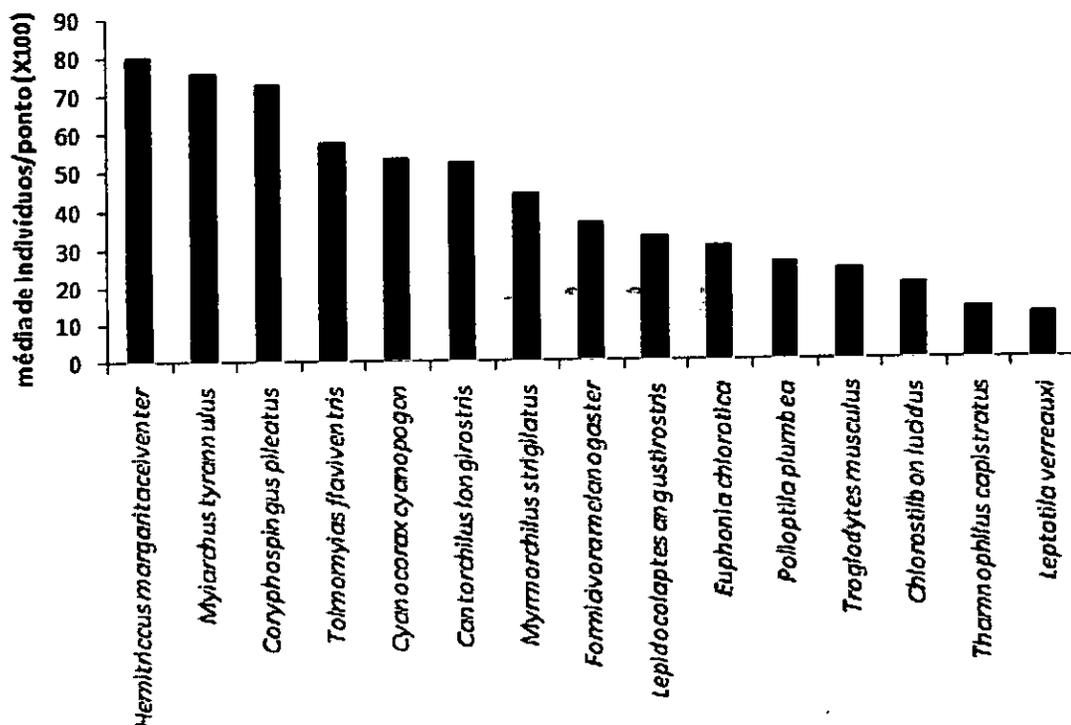


Figura 3.9: Espécies mais abundantes nos pontos de contagem, dentro do raio de 50m, na área do *grid*, durante o período composto pelos meses no grupo A do MDS.

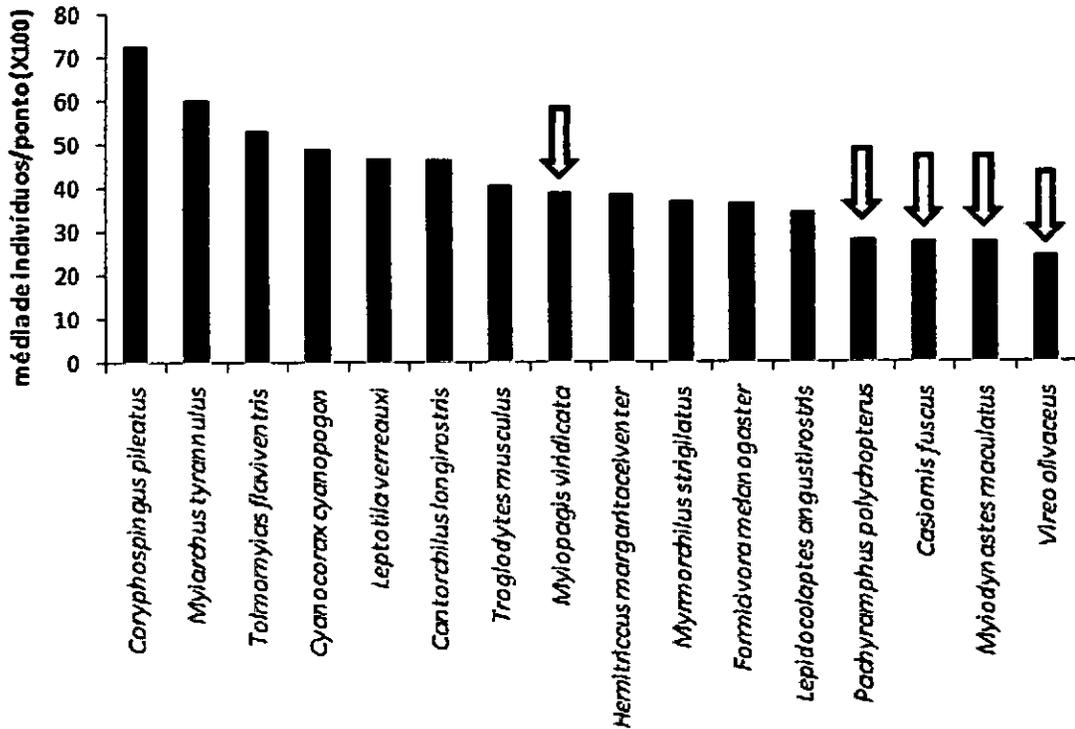


Figura 3.10: Espécies mais abundantes nos pontos de contagem, dentro do raio de 50m, na área do *grid*, durante o período composto pelos meses no grupo B do MDS. As setas representam as espécies que ocorreram entre as mais abundantes nesse período em detrimento de outras observadas no grupo A

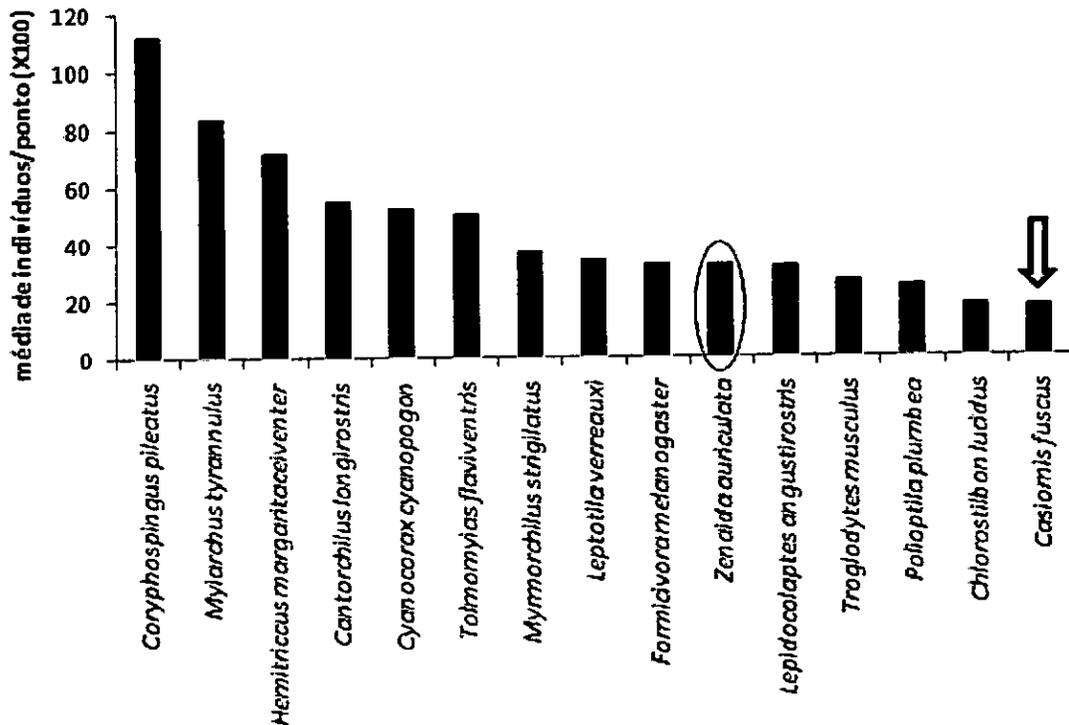


Figura 3.11: Espécies mais abundantes nos pontos de contagem, dentro do raio de 50m, na área do *grid*, durante o período intermediário entre meses dos grupos A e B do MDS. A seta representa a espécie que ocorreu entre as mais abundantes do grupo B e fora do A. O círculo indica a espécie que ocorreu entre as mais abundantes apenas em meses intermediários.

A proporção de indivíduos pertencentes a diferentes grupos tróficos em conjunto com os distintos status (residência e migração) variou entre os períodos definidos pelos meses dos grupos A e B e os meses intermediários (Figura 3.12). Os insetívoros migratórios, insetívoros-frugívoros migratórios e *Claravis pretiosa*, representante do grupo dos granívoros-frugívoros migratórios, apresentaram abundâncias expressivamente maiores nos meses do grupo B. *Elaenia spectabilis*, único frugívoro migratório, os frugívoros residentes, e *Geranospiza caerulescens*, único carnívoro migratório amostrado, demonstraram valores expressivos de abundância quando verificada a proporção de abundância entre os meses do grupo B e os meses intermediários conjuntamente. *Molotrus bonariensis* é único representante dos onívoros migratórios e foi proporcionalmente menos abundante durante os meses do grupo B, no ambiente estudado. *Zenaida auriculata*, único granívoro migratório amostrado frequentemente, foi mais abundante nos meses intermediários aos do grupo A e B.

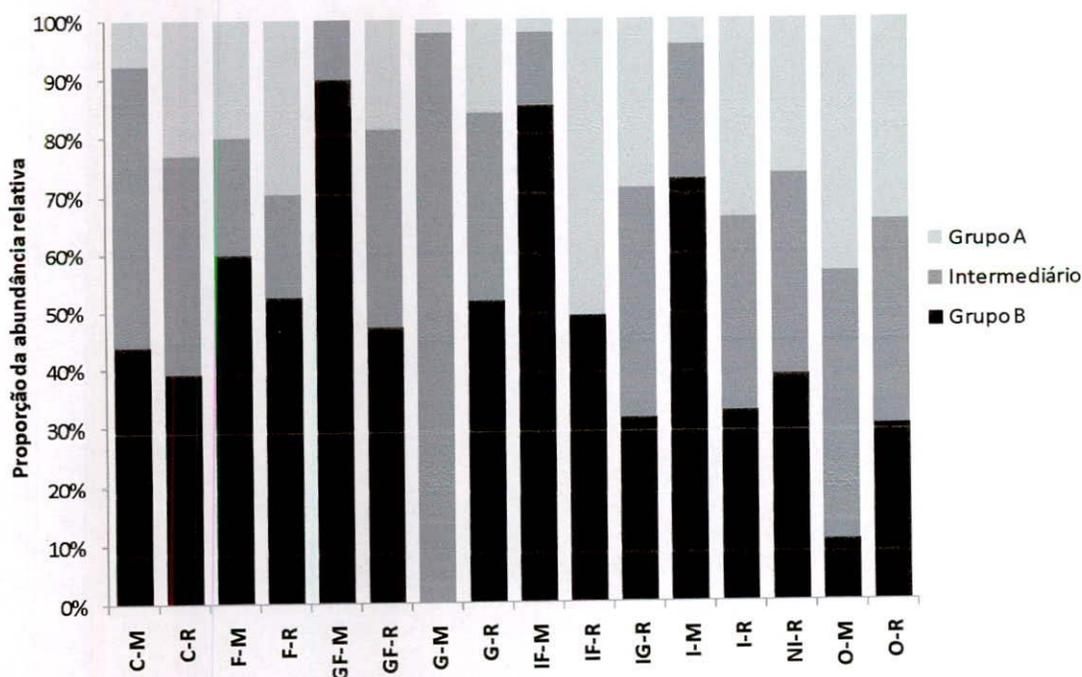


Figura 3.12: Proporção de abundancia de acordo com o período amostrado de aves pertencentes aos grupos tróficos e status de residência e migração. C: carnívoro, F: frugívoro, GF: granívoro-frugívoro, G: granívoro, IF: insetívoro-frugívoro, IG: insetívoro-granívoro, I: insetívoro, NI: nectarívoro-insetívoro, O: onívoro; M: migratório, R: residente.

Os valores das médias de indivíduos por ponto de contagem x 100, no raio de 50m, da frequência de ocorrência no raio de 50m e no raio ilimitado de cada período representado pelos meses do grupo A, B e intermediários estão demonstrados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Média de indivíduos por ponto de contagem x 100, no raio de 50m (Med.), frequência de ocorrência no raio de 50m (F 50) e no raio ilimitado (F ilim.), das espécies na área do grid, nos períodos representados pelos meses do grupo A, B e intermediário.

Espécie	Período A			Intermediário			Período B		
	Med.	F(50)	F(ilim)	Med.	F(50)	F(ilim)	Med.	F(50)	F(ilim)
<i>Crypturellus tataupa</i>	4,167	0,028	0,038	3,889	0,033	0,078	14,646	0,121	0,247
<i>Vannellus chilensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003
<i>Geranospiza caerulescens</i>	0,347	0,003	0,028	2,222	0,017	0,050	0,253	0,003	0,023
<i>Rupornis magnirostris</i>	1,736	0,017	0,069	6,111	0,056	0,172	10,354	0,091	0,194
<i>Buteo brachyurus</i>	0,694	0,007	0,021	-	-	0,011	0,253	0,003	0,003
<i>Caracara plancus</i>	0,347	0,003	0,003	-	-	-	1,263	0,005	0,005
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	1,736	0,017	0,038	0,556	0,006	0,033	1,010	0,005	0,058
<i>Micrastur ruficollis</i>	-	-	-	-	-	0,006	-	-	-
<i>Aramides mangle</i>	1,736	0,007	0,007	4,444	0,011	0,017	1,768	0,008	0,015
<i>Cariama cristata</i>	3,472	0,021	0,160	3,333	0,017	0,156	1,515	0,008	0,164
<i>Columbina minuta</i>	6,944	0,042	0,003	1,111	0,006	0,011	3,030	0,015	0,025
<i>Columbina squammata</i>	2,778	0,024	0,045	14,444	0,089	0,139	12,626	0,111	0,222
<i>Columbina picui</i>	-	-	0,059	6,111	0,039	0,089	6,313	0,051	0,078
<i>Claravis pretiosa</i>	-	-	-	2,222	0,017	0,017	14,394	0,106	0,149
<i>Patagioenas picazuro</i>	3,819	0,031	0,063	1,667	0,017	0,083	3,030	0,025	0,056
<i>Zenaida auriculata</i>	-	-	-	33,333	0,017	0,022	-	-	-
<i>Leptotila verreauxi</i>	12,500	0,090	0,146	35,000	0,272	0,272	47,222	0,326	0,487
<i>Aratinga cactorum</i>	5,556	0,031	0,056	3,333	0,017	0,033	4,293	0,025	0,038
<i>Forpus xanthopterygius</i>	4,514	0,021	0,038	2,778	0,017	0,028	2,020	0,018	0,104
<i>Amazona aestiva</i>	2,778	0,010	0,035	1,111	0,006	0,033	-	-	0,010
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	-	-	-	0,556	0,006	0,006	6,061	0,048	0,073
<i>Piaya cayana</i>	-	-	-	1,111	0,011	0,022	1,263	0,010	0,023
<i>Anopetia gounellei</i>	3,819	0,038	0,042	5,556	0,050	0,050	2,778	0,028	0,028
<i>Phaethornis ruber</i>	-	-	-	1,667	0,017	0,017	0,758	0,008	0,010
<i>Eupetomena macroura</i>	0,347	0,003	0,003	1,111	0,011	0,011	8,333	0,061	0,061
<i>Chrysolampis mosquitus</i>	-	-	-	0,556	0,006	0,006	2,778	0,028	0,028
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	20,833	0,208	0,215	18,889	0,172	0,172	24,242	0,222	0,225
<i>Heliomaster squamosus</i>	1,042	0,010	0,010	6,667	0,067	0,067	3,535	0,035	0,035
<i>Galbula ruficauda</i>	-	-	-	-	-	-	2,020	0,015	0,013
<i>Nystalus maculatus</i>	1,389	0,010	0,031	5,000	0,039	0,067	3,788	0,030	0,061

CAPÍTULO 3: VARIAÇÃO SAZONAL DE UMA COMUNIDADE DE AVES NA CAATINGA

Espécie	Período A			Intermediário			Período B		
	Med.	F(50)	F(ilim)	Med.	F(50)	F(ilim)	Med.	F(50)	F(ilim)
<i>Picumnus fulvescens</i>	3,819	0,035	0,045	2,222	0,022	0,044	3,788	0,028	0,035
<i>Veniliornis passerinus</i>	11,111	0,108	0,156	17,222	0,144	0,278	16,162	0,152	0,207
<i>Piculus chrysochloros</i>	1,042	0,010	0,010	0,556	0,006	0,022	2,525	0,023	0,035
<i>Dryocopus lineatus</i>	-	-	-	0,556	0,006	0,006	-	-	-
<i>Taraba major</i>	0,347	0,003	0,010	-	-	-	0,758	0,008	0,018
<i>Sakesphorus cristatus</i>	-	-	-	-	-	-	0,253	0,003	0,005
<i>Thamnophilus capistratus</i>	14,236	0,104	0,156	10,000	0,067	0,144	20,455	0,159	0,321
<i>Myrmorchilus strigilatus</i>	44,444	0,316	0,507	37,778	0,289	0,506	37,121	0,283	0,417
<i>Formicivora melanogaster</i>	36,806	0,292	0,344	33,333	0,272	0,333	13,131	0,086	0,331
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	12,500	0,125	0,194	7,222	0,072	0,117	3,788	0,035	0,056
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	33,333	0,274	0,385	32,778	0,311	0,383	34,596	0,306	0,457
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	-	-	-	0,556	0,006	0,006	-	-	-
<i>Furnarius leucopus</i>	3,472	0,035	0,066	1,667	0,017	0,061	1,263	0,013	0,035
<i>Synallaxis frontalis</i>	0,694	0,003	0,003	-	-	-	2,778	0,028	0,033
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	80,556	0,653	0,677	72,778	0,644	0,683	38,636	0,364	0,389
<i>Todirostrum cinereum</i>	3,125	0,031	0,038	5,556	0,056	0,067	1,515	0,015	0,018
<i>Phyllomyias fasciatus</i>	1,736	0,017	0,021	1,111	0,011	0,033	1,010	0,010	0,023
<i>Myiopagis viridicata</i>	-	-	-	-	-	-	39,141	0,333	0,348
<i>Elaenia spectabilis</i>	2,778	0,028	0,035	2,778	0,028	0,033	9,343	0,091	0,104
<i>Elaenia albiceps</i>	1,042	0,010	0,010	0,556	0,006	0,006	1,515	0,008	0,010
<i>Camptostoma obsoletum</i>	8,333	0,080	0,108	7,778	0,072	0,117	7,071	0,071	0,096
<i>Phaeomyias murina</i>	1,389	0,010	0,010	7,778	0,078	0,100	24,495	0,202	0,217
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	-	-	-	-	-	-	36,616	0,290	0,015
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	58,333	0,472	0,535	51,111	0,456	0,606	53,283	0,449	0,533
<i>Hirundinea ferruginea</i>	8,333	0,066	0,104	11,111	0,067	0,094	8,838	0,068	0,086
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	2,431	0,021	0,028	6,667	0,067	0,078	19,949	0,174	0,207
<i>Knipolegus nigerrimus</i>	-	-	-	-	-	-	0,253	0,003	0,003
<i>Myiodinastes maculatus</i>	-	-	-	3,333	0,028	0,044	28,030	0,232	0,275
<i>Megarynchus pitangua</i>	4,167	0,042	0,052	6,111	0,056	0,083	4,545	0,040	0,066
<i>Empidonomus varius</i>	-	-	-	1,111	0,011	0,011	17,172	0,149	0,167
<i>Tyrannus melancholicus</i>	2,431	0,021	0,021	6,667	0,033	0,072	15,152	0,104	0,129
<i>Casiornis fuscus</i>	-	-	-	18,333	0,172	0,172	28,030	0,245	0,260
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	76,042	0,545	0,615	84,444	0,639	0,739	60,606	0,455	0,523
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	-	-	-	1,667	0,011	0,022	28,535	0,250	0,376
<i>Pachyramphus validus</i>	-	-	-	-	-	-	0,505	0,005	0,005
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	6,597	0,059	0,122	6,111	0,061	0,111	23,737	0,220	0,348
<i>Vireo olivaceus</i>	-	-	-	2,222	0,017	0,017	24,747	0,220	0,275
<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	3,125	0,028	0,035	-	-	-	2,778	0,025	0,043
<i>Cyanocorax cyanopogon</i>	54,167	0,177	0,410	53,333	0,133	0,339	49,242	0,159	0,295
<i>Troglodytes musculus</i>	24,653	0,205	0,247	27,778	0,228	0,328	40,657	0,343	0,455
<i>Cantorchilus longirostris</i>	53,125	0,438	0,590	55,556	0,450	0,644	46,465	0,394	0,523
<i>Polioptila plumbea</i>	26,389	0,215	0,250	25,556	0,194	0,222	15,404	0,134	0,149
<i>Turdus rufiventris</i>	7,986	0,063	0,111	7,778	0,078	0,111	16,162	0,141	0,260
<i>Turdus amaurochalinus</i>	1,042	0,010	0,021	1,111	0,006	0,022	7,071	0,066	0,106

Espécie	Período A			Intermediário			Período B		
	Med.	F(50)	F(ílim)	Med.	F(50)	F(ílim)	Med.	F(50)	F(ílim)
<i>Coereba flaveola</i>	8,333	0,063	0,076	5,556	0,044	0,044	6,313	0,043	0,056
<i>Compothraupis loricata</i>	-	-	0,007	2,778	0,006	0,011	8,333	0,013	0,018
<i>Nemosia pileata</i>	2,083	0,010	0,010	7,778	0,033	0,033	15,657	0,083	0,083
<i>Tachyphonus rufus</i>	0,694	0,007	0,007	0,556	0,006	0,006	0,253	0,003	0,003
<i>Thraupis sayaca</i>	0,347	0,003	0,003	3,333	0,017	0,017	0,758	0,005	0,008
<i>Tangara cayana</i>	2,778	0,021	0,024	5,556	0,044	0,044	8,838	0,066	0,066
<i>Conirostrum speciosum</i>	3,819	0,014	0,014	11,111	0,056	0,061	17,677	0,098	0,104
<i>Sporophila nigricollis</i>	0,694	0,007	0,007	-	-	-	0,253	0,003	0,003
<i>Coryphospingus pileatus</i>	73,264	0,424	0,438	112,22	0,428	0,450	72,980	0,465	0,495
<i>Cyanoloxia brissonii</i>	7,639	0,069	0,073	16,667	0,133	0,150	9,596	0,078	0,091
<i>Icterus cayanensis</i>	0,694	0,007	0,007	4,444	0,022	0,022	3,788	0,020	0,020
<i>Molothrus bonariensis</i>	2,083	0,007	0,010	2,222	0,006	0,006	0,505	0,005	0,010
<i>Euphonia chlorotica</i>	30,903	0,219	0,372	15,000	0,083	0,178	1,768	0,015	0,114

DISCUSSÃO

Existe uma variação temporal expressiva na riqueza e diversidade de aves na comunidade estudada. As correlações demonstraram que tanto a riqueza quanto a diversidade da avifauna são fortemente influenciadas pela precipitação. Como exemplo dessa relação, foi observado um aumento dos índices estimados de diversidade de janeiro de 2007 para fevereiro do mesmo ano, já em 2008 esse aumento foi gradual. Essa mesma tendência foi verificada na precipitação.

A distinção de dois grupos na comparação mensal da similaridade da avifauna demonstrou uma composição semelhante nos meses de seca/cinza (grupo A), e outra composição similar nos meses de chuva/verde, fevereiro de 2008 e início da seca/verde (grupo B). Nos meses intermediários, janeiro e outubro de 2008 estão no período seca/cinza e, embora não tenham sido incorporados ao grupo A, a similaridade de suas composições foi maior com esse grupo do que com o grupo B; os meses de julho de 2007 e agosto 2008 estão enquadrados no período seca/verde e, embora apresentem composições intermediárias aos dois grupos, suas similaridades foram maiores com o

grupo B, quando comparados ao grupo A. A amostragem do mês de setembro de 2008, que se enquadra no final da seca/verde e início da seca/cinza, demonstra uma similaridade equitativa entre os grupos A e B. Devido à relação com a precipitação, essas composições intermediárias podem ser explicadas justamente pelas chuvas. O primeiro ano de amostragem correspondeu a um período de El Niño, e o segundo de La Niña, segundo o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC 2009b). Portanto, o início gradual da precipitação desde dezembro de 2007 e a maior quantidade de chuvas no segundo ano de amostragem, tanto influenciou na composição da avifauna em janeiro e início de fevereiro de 2008, períodos secos antes das chuvas, quanto à amplitude do período de seca/verde em 2008, que foi maior que no ano anterior. Deste modo, infere-se que a composição da avifauna dos períodos intermediários entre seca/cinza e chuva/verde é influenciada também pela precipitação e, por isso, pode também variar em anos distintos.

As migrações sazonais ocasionaram importantes variações temporais na composição da comunidade de aves, com expressivo incremento de riqueza e diversidade. Além das migrações conspícuas e em escala continental efetivadas por algumas espécies da caatinga, existem outros deslocamentos sazonais que envolvem populações de aves neotropicais e são pouco documentados e mal compreendidos (Olmos *et al.* 2005).

Elaenia albiceps, uma das espécies migratórias registrada, ocorre desde a Colômbia até a Terra do Fogo ao longo dos Andes, com migrações através do Uruguai, Paraguai e Brasil (Meyer & Schauense 1970, Ridgely & Tudor 1994). Marini & Cavalcanti (1990) estabeleceram uma clara rota de migração sudoeste-nordeste pela costa do Brasil até a região Nordeste, seguindo para a Amazônia e retornando numa migração sul pelo Brasil Central para a calha do Paraguai (Figura 4.13). Deslocamentos

semelhantes, entre a Argentina e o nordeste brasileiro, também são sugeridos para *Turdus amaurochalinus*, por Capllonch *et. al.* (2008), que também ocorre não área de estudo durante o período de chuva/verde e seca/verde, principalmente.

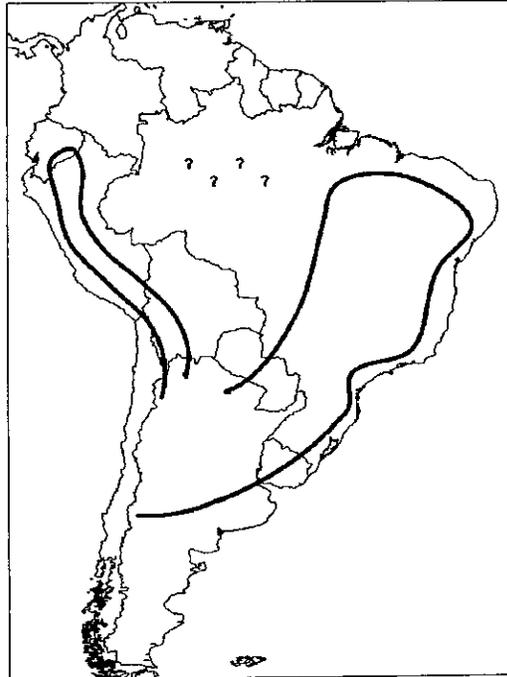


Figura 4.13: Rota migratória de *Elaenia albiceps chilensis* proposta por Marini & Cavalcanti 1990.

Deslocamentos em escala local também são sugeridos como parcialmente responsáveis pela manutenção da dinâmica temporal da avifauna na caatinga (Silva *et al.* 2003, Olmos *et al.* 2005.). *Leptotila verreauxi* pode ser um exemplo para demonstrar esses deslocamentos. Embora a espécie seja residente e tenha sido uma das 15 mais abundantes durante os dois anos de amostragem, sua abundância e frequência foram gradativamente crescentes ao comparar os dados do período predominantemente de seca/cinza (grupo A), do período intermediário, e do período predominantemente verde (grupo B). Durante o período chuvoso, essa espécie é registrada em toda área amostrada, porém na seca/cinza seus registros são mais frequentes apenas em alguns ambientes, como vegetação das margens de grande lajedos, próximo a riachos ou rios e

áreas peri-antrópicas. Nesses locais, durante a seca/cinza, foram observados agrupamentos compostos por bandos monoespecíficos com mais de 20 indivíduos, enquanto que os registros mais frequentes durante o período chuvoso são de espécimes únicos ou em pares, vale ressaltar que a espécie se reproduz nesse período (ver capítulo 6).

Os psitacídeos formam outro grupo que apresentou uma composição diferente entre as estações. Tanto *Aratinga cactorum* como *Forpus xanthopterygius* foram observados em agrupamentos intraespecíficos com mais de 10 indivíduos em ambientes antropizados próximos a recursos hídricos e árvores frutíferas durante a seca/cinza, e solitários ou aos pares, na área mais típica de vegetação de caatinga durante a estação chuvosa. Esse mesmo fato foi observado para *Amazona aestiva*, no entanto, os agrupamentos de até 36 indivíduos observados durante a estação seca/cinza, tiveram ocorrência registrada em áreas com árvores mais densas próximas a lajes de pedra em topos de serras, onde se concentra uma maior umidade, e não em ambientes antropizados.

A sazonalidade da composição da avifauna também revela uma variação temporal da estrutura trófica da assembléia de aves estudadas. Insetívoros, frugívoros, insetívoros-frugívoros e granívoros-frugívoros migratórios, bem como frugívoros residentes, aumentam a abundância durante a chuva/verde e seca/verde. Esse incremento está relacionado com um aumento expressivo na disponibilidade de insetos e frutos nesse período (Quirino 2006, ver também capítulo 5). As maiores proporções de abundância de frugívoros residentes na área de estudo estão relacionadas principalmente aos deslocamentos locais dos psitacídeos, comentados anteriormente.

O gavião carnívoro, *Geranospiza caerulescens*, ocorreu principalmente na segunda metade do período chuvoso e na seca/verde, durante os dois anos de

amostragem. Entretanto, deslocamentos sazonais dessa espécie não são mencionados na literatura, para a região da caatinga, sendo, portanto, de extrema importância o entendimento desses possíveis deslocamentos, visto o papel desses predadores de topo de cadeia na manutenção de populações de vertebrados.

Zenaida auriculata é uma espécie granívora tipicamente migratória no domínio da caatinga, realizando deslocamentos conforme a disponibilidade de sementes, de acordo com o ritmo das chuvas (Azevedo Júnior & Antas 1990, Olmos *et al.* 2005). As maiores abundâncias registradas para essa espécie foram no final do período de chuvas e durante o período de seca/verde, quase que exclusivamente, no segundo ano de amostragem. Esse período correspondeu ao de maior abundância de disponibilidade de sementes, referenciada por dados da chuvas de sementes (ver capítulo 5). Outros granívoros migratórios, como os do gênero *Sporophila*, não foram registrados abundantemente na área do *grid*, que apresenta vegetação arbórea densa, pois estes são mais frequentes em áreas de caatinga mais aberta (ver capítulo 1). Nessas áreas, porém, espécies do gênero foram observadas abundantemente durante o período chuva/verde e seca/verde, quando em comparação a observações durante a seca/cinza.

A categoria onívoro-migratório foi representada por *Molothrus bonariensis*, que não é muito comum na área do *grid*, e talvez por isso a proporção de sua abundância não foi maior no período chuvoso. Porém, nesse período, sua abundância foi expressiva, com bandos numerosos principalmente em áreas antropizadas, com plantações agrícolas de subsistência, se comparada ao período seca/cinza.

Em outras áreas semi-áridas da América do Sul, já foi observado que variações temporais de riqueza, abundância e estrutura trófica são influenciadas pela disponibilidade de recursos. Em um bosque semi-árido no Chaco argentino, incrementos na abundância de insetívoros, frugívoros e nectarívoros ocorrem na estação

chuvosa, que também corresponde ao período reprodutivo (Codesido & Bilenca 2004). Poulin *et al.* (1993) demonstraram que a abundância de aves foi correlacionada com a atividade reprodutiva, precipitação sazonal e disponibilidade alimentar em áreas arbustivas e florestais semi-áridas, no nordeste da Venezuela.

Embora o cerrado brasileiro também possua um clima altamente sazonal, a riqueza de aves campestres apresenta pouca variação ao longo do ano. No entanto, a abundância total de indivíduos varia significativamente, com números maiores durante a estação chuvosa, em ambiente de cerrado *sensu stricto* (Braz 2008).

De forma geral, o período chuvoso parece ser de extrema importância para um incremento significativo de componentes da avifauna em ambientes de savana e florestas secas estacionais na América do Sul. Esse incremento tem uma forte relação com a disponibilidade de recursos e pode ser relevante para a manutenção de interações ecológicas importantes para o equilíbrio do ecossistema, como por exemplo: controle populacional de insetos herbívoros e dispersão de sementes. Portanto, há uma necessidade de investir esforços para compreender detalhadamente períodos e rotas migratórias das espécies responsáveis por esses incrementos na avifauna, com o intuito de investir na conservação dos sítios necessários para a manutenção desses deslocamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo Júnior S.M & P.T. Antas. 1990. Novas informações sobre a alimentação de *Zenaida auriculata* no Nordeste do Brasil. *Anais do IV Encontro Nacional dos Anilhadores de Aves*, Recife. 59–64.

- Braz V.S. 2008. Ecologia e conservação das aves campestres do bioma Cerrado. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília-DF.
- Capllonch P., D. Ortiz & K. Soria. 2008. Migración del Zorzal común *Turdus amaurochalinus* (Turdidae) en Argentina. *Revista Brasileira de Ornitologia* 16(1): 12-22.
- Chao A. & T.J. Shen. 2003. Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Environmental and Ecological Statistics* 10:429-443.
- Chao A. & Shen T.-J. (2003-2005) Program SPADE (Species Prediction and Diversity Estimation). Program and User's Guide published at <http://chao.stat.nthu.edu.tw>.
- Chao A., R.L. Chazdon, R.K. Colwell, & T.-J. Shen. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters* 8, 148-159.
- Codesido M. & D. Bilenca. 2004. Variación de un Ensamble de Aves en un Bosque Subtropical Semiárido del Chaco Argentino. *Biotropica* 36(4): 544-554.
- Colwell R.K. 2005. User's guide to EstimateS7.5 statistical. Estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. Copyright 2005, 22 p.
- CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. 2009a. *Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste*. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/proclima>.
- CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. 2009b. *El Niño e La Niña*. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>.
- Marini M.A. & R.B. Cavalcanti. 1990. Migrações de *Elaenia albiceps chilensis* e *Elaenia chiriquensis albivertex* (Aves: Tyrannidae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. 6: 59-67.

- Meyer de Schauensee R. 1970. *A Guide to the Birds of South America*. Edinburg, Oliver and Boyd.
- Moojen J., J.C. Carvalho & H.S. Lopes. 1941. Observações sobre o conteúdo gástrico das aves brasileiras. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 36 (3): 405–444.
- Nascimento J.L.X. 2000. Estudo comparativo em duas Estações Ecológicas da Caatinga: Aiuaba e Seridó. *Melopsittacus*. 3:12-35.
- Nimer E. 1969. *Clima-circulação atmosférica. Paisagens do Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro.(Série D, n.2).
- Olmos F., W.A. Girão e Silva & C.G. Albano. 2005. Aves de oito áreas de Caatinga no sul do Ceará e oeste de Pernambuco, Nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade. *Papeis Avulsos de Zoologia*. 45(14): 179-199.
- Poulin B., G. Lefebvre & R. Mcneill. 1993. Variation in bird abundance in tropical arid and semiarid habitats. *Ibis* 135: 432-441.
- Quirino Z.G.M. 2006. *Fenologia, síndromes de polinização e dispersão e recursos florais de uma comunidade de Caatinga no Cariri paraibano*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE.
- Ridgely R S. & G. Tudor. 1994. *The Birds of South America: The Suboscine Passerines*. Vol. 2. Austin: University Texas Press.
- Rodrigues R.C., A.C.A. do Amaral & L.G. Sales Júnior. 2004. *Aves do Maciço do Baturité, Ceará*. João Pessoa, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/IBAMA.
- Schubart O., A.C. Aguirre & H. Sick 1965. Contribuição para o conhecimento da alimentação das aves brasileiras. *Arquivos de Zoologia* 12: 95–249.
- Silva J.M.C. 1995. Seasonal distribution of the Lined Seedeater *Sporophila lineola*. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*. 115:14-21.

- Silva J. M. C., M. A. Souza, A.G.D. Bieber, & C. J. Carlos. 2003. Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade. In: Leal, I. R., Tabarelli, M. & Silva, J. M. C. (orgs) *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Ed Universitária da UFPE. p. 237-273.
- Telino-Júnior W.R., R.M. Lyra-Neves & J.L.X. Nascimento. 2005. Biologia e composição da avifauna em uma Reserva Particular de Patrimônio Natural da caatinga paraibana. *Ornithologia*. 1(1): 49-57.
- Whitman A.A., J.M. Hagan III, & N.V.L. Brokaw. 1997. A comparasion of two bird survey techniques used in a subtropical forest. *The Condor* 99: 955-965.

CAPÍTULO 4

VARIAÇÃO TEMPORAL NA DIETA DE AVES EM UMA ÁREA DE CAATINGA

Resumo: Dentre os objetivos dos estudos de comunidades de aves está explícita a busca de padrões de composição, diversidade, estrutura trófica e outros parâmetros que regem a coexistência das espécies, bem como a compreensão de fatores que promovem esses padrões. O objetivo desse capítulo é verificar a composição e variação temporal da dieta de aves em uma área de caatinga buscando compreender a organização trófica da avifauna, bem como as possíveis interferências temporais na composição de sua dieta. Com análises de fezes, regurgito e conteúdos estomacais foi observado que os recursos animais somaram 79,6% dos itens consumidos pelas aves e os recursos vegetais foram utilizados por 57,4 % das espécies amostradas. Foram encontrados 10 grupos de itens alimentares mais abundantes nas amostras: Isoptera, Formicidae, sementes de frutos secos, Coleoptera, frutos carnosos, Orthoptera (não Proscopiidae), larvas de insetos, Hymenoptera (não Formicidae), Proscopiidae e Diplopoda. A variação temporal na abundância de vários desses itens influencia a estrutura da avifauna e está relacionada a vários eventos biológicos, como polinização, dispersão de sementes e migração das aves. Os frutos foram consumidos principalmente por aves migratórias, o que sugere uma importante interação de possíveis dependências de dispersão de sementes de plantas da caatinga com potenciais dispersores que não estão na região durante um período do ano.

Palavras-chave: Disponibilidade de recursos, índice de importância alimentar, migração, sazonalidade.

Dentre os objetivos dos estudos ecológicos de comunidades de aves está explícita a busca de padrões de composição, diversidade, estrutura trófica e outros parâmetros que regem a coexistência das espécies, bem como a compreensão de fatores que promovem esses padrões. Para aves em habitats terrestres, o alimento é considerado um dos recursos mais importantes e as medidas realizadas para avaliar seu uso indicam como, onde e qual recurso é obtido (Holmes & Recher 1986).

Estudos sobre dieta fornecem aspectos fundamentais sobre a biologia dos organismos alvo, e providenciam importantes informações sobre uma série de questões referentes à evolução, ecologia, conservação e manejo das espécies, bem como dos ambientes em que estas são encontradas (Durães & Marini 2005). Através destes estudos podem-se identificar quais recursos alimentares fornecem energia e nutrientes necessários, e que podem ser consumidos de forma mais ou menos seletiva em relação à sua disponibilidade (Levey & Martínez Del Rio 2001). O tipo de dieta necessária à espécie pode limitar as populações e a estrutura da comunidade (Loiselle & Blake 1990), atuar na evolução fisiológica, história de vida e no comportamento (Sherry 1990), influenciar os padrões de uso do habitat, bem como as interações intra e interespecíficas (Chapman & Rosenberg 1991). Por fim, a identificação de recursos alimentares que são críticos para espécies particulares pode também direcionar estratégias de conservação e manejo da avifauna terrestre (Durães & Marini 2005; Lopes *et al.* 2005).

Lopes *et al.* (2005) ressaltam a carência de dados sobre a dieta de muitas espécies de aves na região Neotropical, enfatizando o pouco avanço nos estudos em questão desde o trabalho de Schubart *et al.* (1965), e descrevem o conteúdo estomacal de 88 espécies da Floresta Atlântica do Sudeste do Brasil.

Durães & Marini (2005) observam que, nos poucos estudos de dieta de aves em ecossistemas brasileiros, há escassez de avaliações quantitativas. Como citado por esses autores, a caracterização quantitativa da dieta das espécies fornece dados que não são facilmente observados, principalmente quando os itens consumidos são artrópodes (Champman & Rosenberg 1991, Poulin *et al.* 1994a e 1994b, Chesser 1995, Mallet-Rodrigues 2001).

O objetivo desse capítulo é verificar a composição e variação temporal da dieta de aves em uma área de caatinga buscando compreender a organização trófica da avifauna, bem como as possíveis interferências temporais na composição de sua dieta, visando elucidar questões sobre adaptações e ecologia das aves na caatinga, principalmente relacionados às variações climáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de dados

Foram realizadas 24 excursões mensais entre os meses de dezembro de 2006 e novembro de 2008. Cada viagem teve duração de seis dias em média com quatro dias de captura em um *grid* com 100ha de área, em ambiente predominantemente de caatinga arbórea densa.

A caracterização da dieta das aves foi realizada através da observação de eventos de forrageio, coletas de fezes e/ou regurgitos estimulados de aves capturadas com redes de neblina, bem como análises estomacais.

A captura de aves foi realizada com a utilização de 12 redes de neblina (malha 36mm e tamanho 12 X 2,5m) distendidas 24h em cada expedição. As redes foram montadas em linhas com quatro redes em cada transecto no período de 5h as 11h. O esforço total de captura foi de 6.912 hs.rede.

Após a captura e identificação, os indivíduos foram marcados com anilhas metálicas fornecidas pelo CEMAVE/ICMBio (Centro Nacional de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres). A nomenclatura utilizada nesse trabalho segue o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO 2008).

Uma solução de tártaro emético a 1,5%, na dosagem de 0,8ml/100g de massa corporal, foi administrada às aves capturadas para estimular o regurgito. Em seguida, cada indivíduo foi mantido por 20 minutos em uma caixa de cor escura, forrada com papel absorvente. O material regurgitado e/ou fezes liberadas foram coletados e armazenados em recipientes plásticos contendo álcool a 70%.

O tártaro emético não foi utilizado em indivíduos com massa corporal inferior a 10g (como por exemplo, as espécies de beija-flores e espécimes de *Hemitriccus margaritaceiventer*) devido à maior fragilidade destes indivíduos a esta solução (Poulin *et al.* 1994b).

Espécimes que acidentalmente morreram durante as capturas tiveram suas peles preparadas e seus estômagos retirados e fixados para análise posterior. Dois indivíduos de espécies capturadas foram coletados semestralmente para compor a coleção de referência da área e para auxiliar na caracterização trófica com análise estomacal.

Os dados diários de precipitação, excesso e déficit hídrico do município de Sumé foram obtidos a partir das tabelas de precipitação e evaporação fornecidas pelo Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste (CPTEC 2009).

Foram caracterizados três períodos baseados na precipitação, taxa de excesso e déficit hídrico e fisionomia da vegetação: seca/cinza, chuva/verde e seca/verde (Figura 4.1). O período seca/cinza é um período onde não ocorrem chuvas ou a quantidade de precipitação não permite um excesso hídrico e a paisagem é caracterizada por uma

vegetação cinza, sem folhas; chuva/verde é o período com maior precipitação, excesso hídrico e uma paisagem verde; seca/verde compreende um período em que a paisagem, em sua maioria, é verde, a vegetação continua com folhas ou elas começam a cair e, apesar de ainda haver precipitação, há um déficit hídrico causado pela alta evapotranspiração (Figura 4.1).

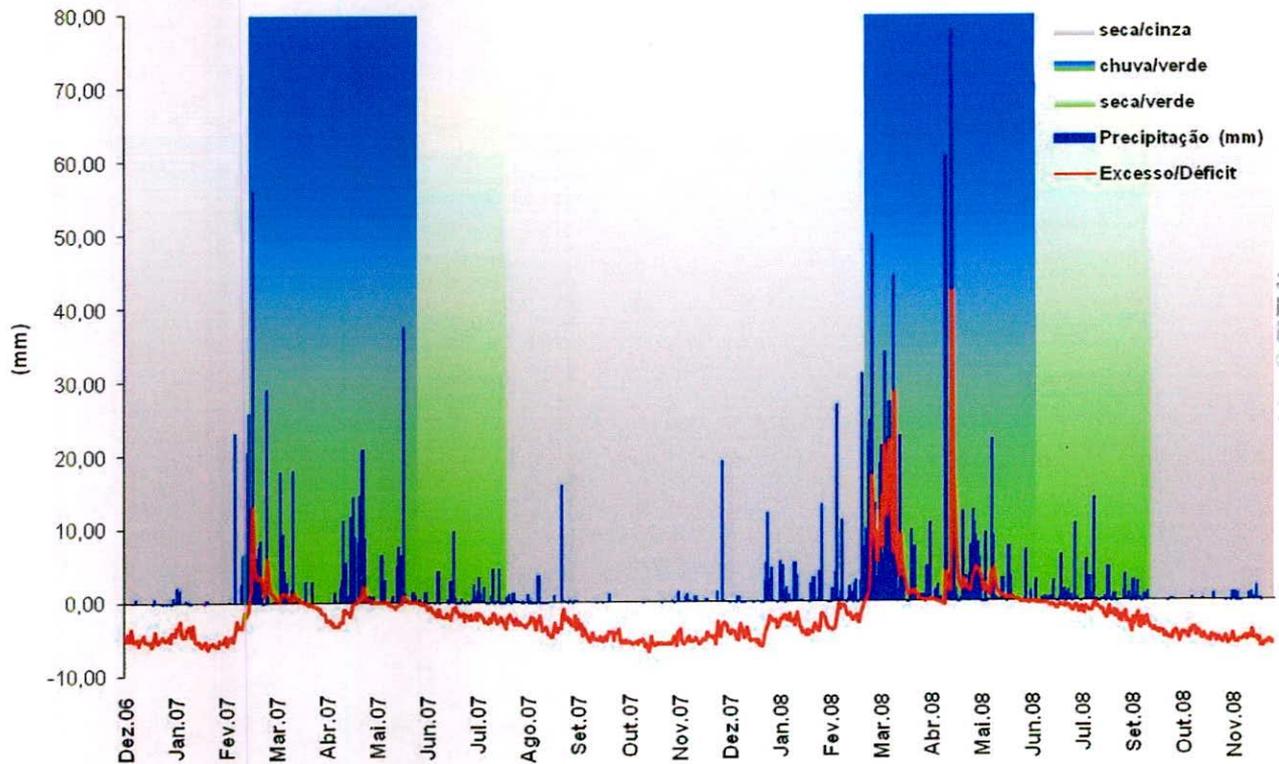


Figura 4.1: Pluviometria, taxa de excesso e déficit hídrico e períodos estacionais na área de estudo, durante os meses de dezembro de 2006 a novembro de 2008.

Amostragem dos recursos

a) Frutos carnosos

A quantidade de frutos disponíveis em cada expedição foi estimada como propõe Chapman *et al.* (1992). Contabilizou-se o número dessas estruturas em alguns galhos mais visíveis e extrapolou-se para toda a copa da planta. Para isso, foram marcadas parcelas circulares com raio de 10m nos pontos de cada transecto do *grid* (ver capítulo

5). Nessas parcelas as quantidades de frutos carnosos de cada indivíduo foram estimadas.

b) Sementes de frutos secos

Nos pontos em que foram estimados os frutos, foram colocados 6 coletores de 1m² acima da superfície do solo, que ficaram montados durante um mês, após o que foram retirados e contabilizados todos os frutos e sementes oriundos da chuva de sementes e frutos respectiva ao mês correspondente. Os coletores foram recolocados, mensalmente, em pontos diferentes do transecto de modo que em cada semestre todos os pontos do *grid* foram amostrados.

c) Artrópodes

Guarda-chuva entomológico – artrópodes em troncos, galhos e folhas: Esta armadilha foi colocada sob árvores e arbustos, ramos ou arvoretas que foram então batidos provocando a queda dos artrópodes sobre o tecido, de onde foram coletados e transferidos para frascos com álcool 70°, como sugerido por Brescovit *et al.* (2004), modificado de Davies (1986). A unidade de amostra correspondeu a 20 batidas nos mesmos pontos das amostragens de frutos e sementes.

Armadilhas do tipo pitfall – artrópodes na superfície do solo: As coletas foram realizadas com potes plásticos de 100ml, com cerca de 15cm de diâmetro de abertura, enterrados no chão até a abertura, contendo água e detergente. As armadilhas ficaram dispostas em forma de cruz com um pote central e quatro periféricos, distanciados cerca de 1m e interligados com uma parede de lona, em cada transecto, e permaneceram montadas durante 3 dias por expedição, nos mesmos pontos das amostragens anteriores.

Malaise – artrópodes de vôo: Esta armadilha interceptadora de vôo foi montada, também nos mesmos pontos, durante um dia por expedição.

Triagem e identificação

Em laboratório, as amostras foram examinadas com o auxílio de microscópio estereoscópio, e os itens alimentares foram triados, identificados e contabilizados.

Os artrópodes foram identificados com auxílio de literatura específica (Borror & DeLong 1988, Costa *et al.* 2006), bem como com auxílio de especialistas. Após a identificação, os artrópodes foram contados e agrupados em ordem (no caso de insetos e Araneae), subordem (Oniscidea), classe (Diplopoda), ou família (Formicidae e Proscopiidae). Os artrópodes encontravam-se bastante fragmentados na maioria das amostras, e foram quantificados pela associação de partes do corpo de número conhecido, de cor e tamanhos semelhantes, como cabeça, patas e mandíbulas, estimando, assim, um número mínimo de presas na amostra (Rosenberg & Cooper 1990, Durães & Marini 2005).

Os frutos carnosos foram identificados sempre que possível até espécie, com o auxílio de especialistas e também por comparação das sementes com as de frutos coletados na área de estudo. A contagem dos frutos foi baseada na quantidade média de sementes conhecida para cada tipo de fruto, por exemplo: em uma amostra com 16 sementes de um fruto que possui em média 10 sementes, foi contabilizado um total de dois frutos ingeridos.

As sementes oriundas de frutos secos foram contabilizadas quando não encontradas em estágio avançado de digestão. Estas foram separadas em morfotipos e identificadas até o nível taxonômico possível, com o auxílio de especialistas.

Na avaliação dos recursos, os artrópodes foram agrupados em ordem (no caso de insetos e Araneae) e classe (Diplopoda); os frutos carnosos e as sementes de frutos secos foram assim agrupados, sem um maior detalhamento taxonômico.

Análise de dados

A diversidade da dieta das espécies de aves foi representada pela riqueza de itens consumidos. Foram plotados gráficos que apresentavam os respectivos *Sobs* (riqueza de táxons registrados na dieta) pela quantidade de amostras, com 100 aleatorizações, utilizando o EstimateS 7.5.

Para avaliar a importância de cada classe de item na dieta das espécies de aves, foi empregado o índice de importância alimentar (AI), descrito por Kawakami & Vazzoler (1980) e modificado por Durães & Marini (2005), que é expresso por:

$$AI_i = \left(RO_i \times \overline{RA}_i / \sum_{i=1}^n (RO_i \times \overline{RA}_i) \right) \times 100$$

Onde:

AI_i : índice de importância alimentar da categoria i ;

RO_i : ocorrência relativa de cada categoria i , ou seja, número de amostra em que a categoria i ocorre / n ;

RA_i : abundância relativa de cada categoria i , número de itens da categoria i / número total itens da amostra, observação: RA_i é calculado para cada amostra;

\overline{RA}_i : média de cada categoria i , adquirida com o somatório das abundâncias relativas dividido pelo n total.

Esse índice integra informação conjunta de abundância relativa e frequência de ocorrência. Dessa forma, corrigi-se a importância dos itens que ocorrem abundantemente, mas esporadicamente, e/ou itens que são registrados frequentemente, mas são pouco abundantes.

As espécies de aves foram enquadradas nas seguintes categorias tróficas: Insetívoros, quando artrópodes fizeram parte da dieta expressivamente ($AI_{\text{artrópodes}} \geq 90\%$); Frugívoros ($AI_{\text{frutos ou sementes}} \geq 90\%$); Granívoros ($AI_{\text{grãos_sementes secas}} \geq 90\%$);

Insetívoros-frugívoros ($AI_{\text{artrópodes}} + AI_{\text{frutos}} \geq 90\%$); Insetívoros-granívoros ($AI_{\text{artrópodes}} + AI_{\text{grãos}} \geq 90\%$); Onívoros (Soma de três ou mais $AI \geq 90\%$) (modificado de Durães & Marini 2005 e Poulin *et al.* 1994). Outras categorias foram consideradas, através de dados bibliográficos, quando a quantidade de amostras foi insuficiente para uma caracterização local.

O índice de importância alimentar de categorias de itens alimentares (gastropodes, artrópodes, vertebrados, frutos carnosos e sementes de frutos secos) foi utilizado para 32 espécies com no mínimo quatro amostras, como citado por Durães & Marini (2005).

Além das análises de campo, bibliografia especializada também foi consultada (*e.g.* Moojen *et al.* 1941, Hempel 1949, Schubart *et al.* 1965, Willis 1979, Motta-Júnior 1990, Sick 1997, Piratelli & Pereira 2002, Telino-Júnior *et al.* 2005, Durães & Marini 2005, Lopes *et al.* 2005).

Variações temporais da ocorrência de itens alimentares no total das amostras, bem como variações temporais na ocorrência de itens na dieta das espécies de aves foram demonstradas graficamente. Devido a não normalidade dos dados, a correlação de Spearman foi utilizada para testar a relação temporal entre a frequência dos itens mais abundantes na dieta, com sua disponibilidade temporal inferida com as amostragens dos recursos.

RESULTADOS

Recursos consumidos

Foram analisadas amostras de 54 espécies das 66 capturadas, com um número total de 607 amostras, incluindo 265 de fezes, 198 de regurgitos e 182 de conteúdo

estomacal de espécimes coletados. As amostras de fezes e regurgitos de um mesmo indivíduo coletadas numa mesma data foram consideradas como uma única amostra.

Foram identificados 4573 itens alimentares, dentre os quais 3653 encontram-se agrupados em 16 táxons animais, além de larvas de insetos e ovo de artrópode (Tabela 4.1). Os demais 920 itens estão distribuídos entre 44 táxons vegetais, incluindo quatro tipos de frutos carnosos e nove tipos de sementes de frutos secos não identificados (Tabela 4.2).

Os recursos animais somaram 79,6% dos itens consumidos pelas aves. Entretanto, não foi encontrado este tipo de recurso em amostras de cinco das 54 espécies analisadas, nessas, porém, foram obtidas apenas três ou menos unidades de amostra. Coleoptera (35), Formicidae (30), Orthoptera (não Proscopiidae) (27) e larvas de insetos (18) foram as categorias alimentares de animais consumidas por um maior número de espécies de aves (Tabela 4.1). 53,3% dos itens registrados de Araneae foram encontrados nas amostras dos beija-flores *Chrysolampis mosquitus* e *Chlorostilbon lucidus*. Os itens de Diplopoda foram consumidos principalmente (47,6%) pelas espécies do gênero *Turdus*, e os de Isoptera ocorreram expressivamente (72%) na amostras de *Coryphospingus pileatus*. A maioria (63,6%) dos itens de vertebrados registrados foi encontrada nas amostras dos membros da família Dendrocolaptidae, com 45,4% ocorrendo nas amostras de *Sittasomus griseicapillus*.

Os recursos vegetais foram utilizados por 57,4 % das espécies de aves amostradas, no entanto, das 23 espécies em que não foi registrado esse recurso na dieta, 10 foram representadas por três amostras ou menos.

Dentre os recursos florais (Tabela 4.2), a espécie *Encholirium spectabile* (Figura 4.2) foi utilizada por um maior número de beija-flores, sendo visitada por *Eupetomena*

macroura, *Chlorostilbon lucidus* e *Heliomaster squamosus*. *Ceiba glaziovii* foi o único recurso floral registrado para *Coereba flaveola* (Apêndice 4.1).

Tabela 4.1. Lista de táxons de animais consumidos pelas espécies de aves. NI: número de itens consumidos; NA: número de amostras; NE: número de espécies de aves.

Táxon	NI	NA	NE
Gastropoda	6	6	4
Oniscidea (Isopoda)	1	1	1
Araneae	15	9	9
Diplopoda	42	40	12
Orthoptera (Não Proscopiidae)	131	105	27
Proscopiidae	49	27	10
Isoptera	1409	60	16
Hemiptera	10	10	10
Homoptera	2	2	1
Neuroptera (larva)	5	5	3
Coleoptera	357	228	35
Lepidoptera	4	4	4
Diptera	11	7	5
Hymenoptera (não Formicidae)	74	29	14
Formicidae	1404	180	30
Larva	121	41	18
Ovo de artrópodes	1	1	1
Vertebrata	11	11	7

Foram identificados 10 dos 19 tipos de sementes de frutos secos encontrados nas amostras (Tabela 4.2). As sementes de *Jatropha* sp. foram consumidas por seis espécies de aves diferentes (*Crypturellus tataupa*, *Columbina minuta*, *Claravis pretiosa*, *Leptotila verreauxi*, *Coryphospingus pileatus* e *Cyanoloxia brissonii*). Porém, 87,5% da ocorrência de sementes de *Asteraceae* sp. e 76% da ocorrência de sementes de *Poaceae* sp.1 foram registradas nas amostras de *Coryphospingus pileatus*, e 98,5% das sementes de *Poaceae* sp.3 foi registrado nas amostras de *Cyanoloxia brissonii*.

Capsicum parvifolium, *Tournefortia paniculata* e *Commiphora leptophloeos* foram os principais frutos carnosos utilizados pelas aves (Figura 4.3). *Capsicum*

parvifolium representou 75% dos frutos consumidos por *Elaenia spectabilis*, a única espécie essencialmente frugívora amostrada.

Tabela 4.2. Espécies vegetais utilizadas como recurso pelas aves. NI: número de itens consumidos; NA: número de amostras; NE: número de espécies de aves; *recurso floral; **sementes de frutos secos; ***frutos carnosos.

Taxon	NI	NA	NE
Acanthaceae			
<i>Ruellia asperula</i> (Mart. & Nees) Lindau*			2
Alstroemeriaceae			
<i>Alstroemeria inodora</i> Herb.*			1
Apocynaceae			
<i>Allamanda blanchetii</i> A. DC.*			1
Asteraceae			
<i>Bidens</i> sp.**	1	1	1
<i>Asteraceae</i> sp.**	40	24	4
Bombacaceae			
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum.*			2
Boraginaceae			
<i>Tournefortia paniculata</i> ***	29	26	10
Bromeliaceae			
<i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult.f.*			3
Burseraceae			
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett***	25	18	9
Cactaceae			
<i>Cereus jamacaru</i> DC.***	1	1	1
<i>Melocactus</i> sp.*/**	9	9	4
<i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C.Weber) Byles & G.D.Rowley***			1
<i>Tacinga inamoena</i> (K.Schum.) N.P.Taylor & Stuppy*/***			2
<i>Cactaceae</i> sp.***	2	2	1
Convolvulaceae			
<i>Ipomoea</i> sp.*			1
Cucurbitaceae			
<i>Ceratosanthes</i> sp.***	10	9	5
Euphorbiaceae			
<i>Cnidioscolus loefgrenii</i> (Pax & K.Hoffm.) Pax & K.Hoffm.*			1
<i>Jatropha</i> sp.**	66	16	6
Leguminosae			
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.*			1
<i>Leguminosae</i> sp.1**	15	4	4
<i>Leguminosae</i> sp.2**	1	1	1
<i>Leguminosae</i> sp.3**	21	1	1
<i>Leguminosae</i> sp.4**	2	1	1

CAPÍTULO 4: VARIAÇÃO TEMPORAL NA DIETA DE AVES EM UMA ÁREA DE CAATINGA

Taxon	NI	NA	NE
Passifloraceae			
<i>Passiflora</i> sp.*			1
Poaceae			
<i>Poaceae</i> sp.1**	90	25	5
<i>Poaceae</i> sp.2**	12	3	2
<i>Poaceae</i> sp.3**	271	5	2
<i>Poaceae</i> sp.4**	5	1	1
Solanaceae			
<i>Capsicum parvifolium</i> Sendtn ***	60	45	11
Verbenaceae			
<i>Lippia</i> sp.***	21	15	8
Vitaceae			
<i>Cissus decidua</i> Lombardi*			2
Frutos carnosos não identificados (4)	4	4	4
Sementes de frutos secos não identificados (9)	235	31	7



Figura 4.2. Recursos florais utilizados pelos beija-fores em uma área de caatinga no Cariri Paraibano. A: *Ruellia asperula*; B: *Alstroemeria inodora*; C: *Allamanda blanchetii*; D: *Tacinga inamoena*; E: *Ipomoea* sp.; F: *Passiflora* sp.; G: *Bauhinia cheilantha*; H: *Chlorostilbon lucidus* investindo nas flores de *Cnidocolus loefgrenii*; I: *Cissus decidua*; J: *Eupetomena macroura* investindo nas flores de *Encholirium spectabile*; L: *Chlorostilbon lucidus* investindo nas flores de *Encholirium spectabile*; M: *Heliomaster squamosus* investindo nas flores de *Encholirium spectabile*. (Continua...)

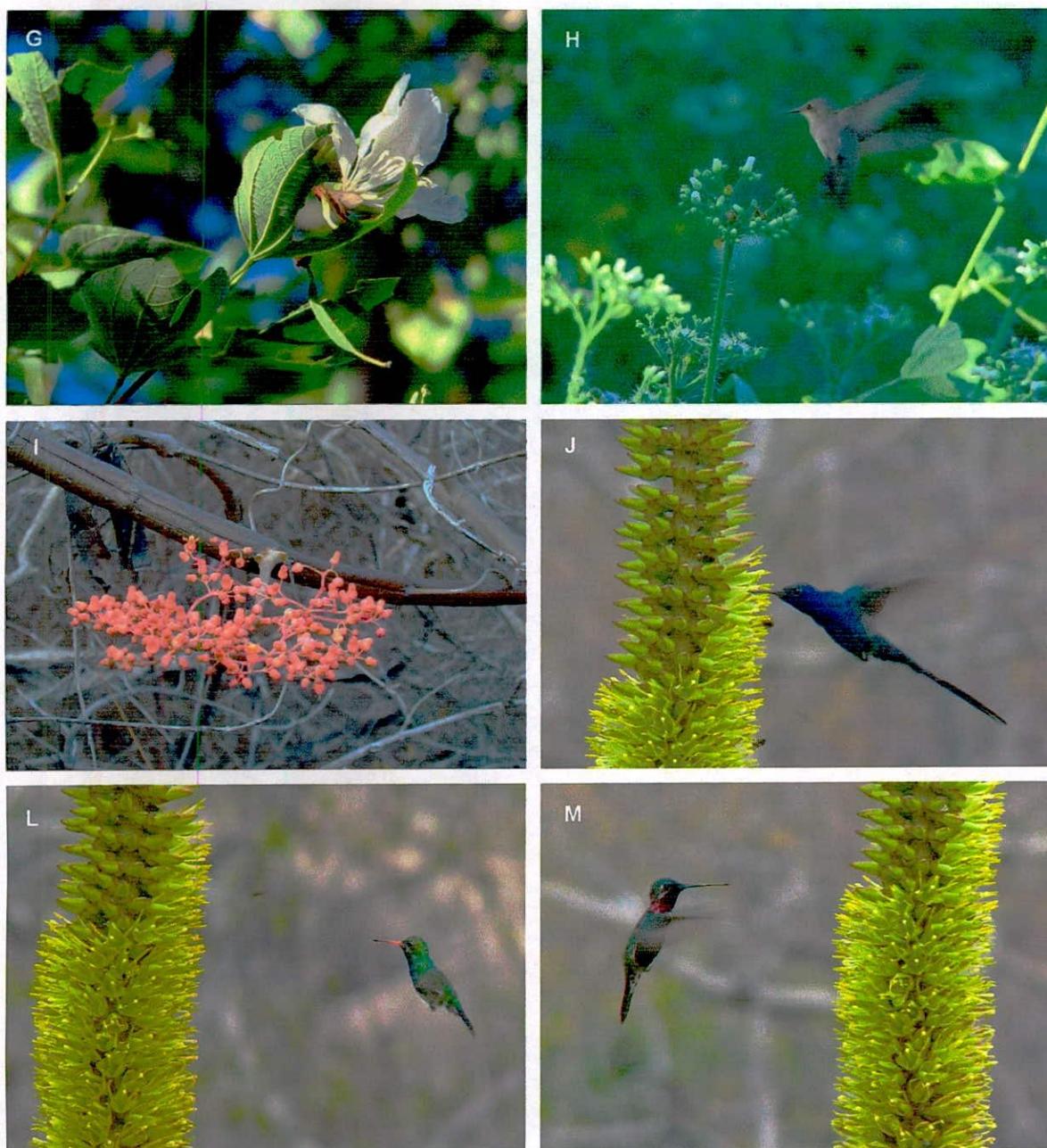


Figura 4.2. Recursos florais utilizados pelos beija-fores em uma área de caatinga no Cariri Paraibano. A: *Ruellia asperula*; B: *Alstroemeria inodora*; C: *Allamanda blanchetii*; D: *Tacinga inamoena*; E: *Ipomoea* sp.; F: *Passiflora* sp.; G: *Bauhinia cheilantha*; H: *Chlorostilbon lucidus* investindo nas flores de *Cnidoscolus loefgrenii*; I: *Cissus decidua*; J: *Eupetomena macroura* investindo nas flores de *Encholirium spectabile*; L: *Chlorostilbon lucidus* investindo nas flores de *Encholirium spectabile*; M: *Heliomaster squamosus* investindo nas flores de *Encholirium spectabile*.



Figura 4.3. Frutos carnosos consumidos pelas espécies de aves em uma área de caatinga. A: *Tournefortia paniculata*; B: *Melocactus* sp.; C: *Pilosocereus gounellei*; D: *Ceratosanthes* sp.; E: *Capsicum parvifolium*; F: *Lippia* sp..

Foram observados 10 grupos de itens alimentares mais abundantes nas amostras: Isoptera, Formicidae, sementes de frutos secos, Coleoptera, frutos carnosos, Orthoptera (não Proscopiidae), larvas de insetos, Hymenoptera (não Formicidae), Proscopiidae e Diplopoda (Figura 4.4). Com destaque para Isoptera e Formicidae, que juntos somaram mais de 60% dos itens consumidos.

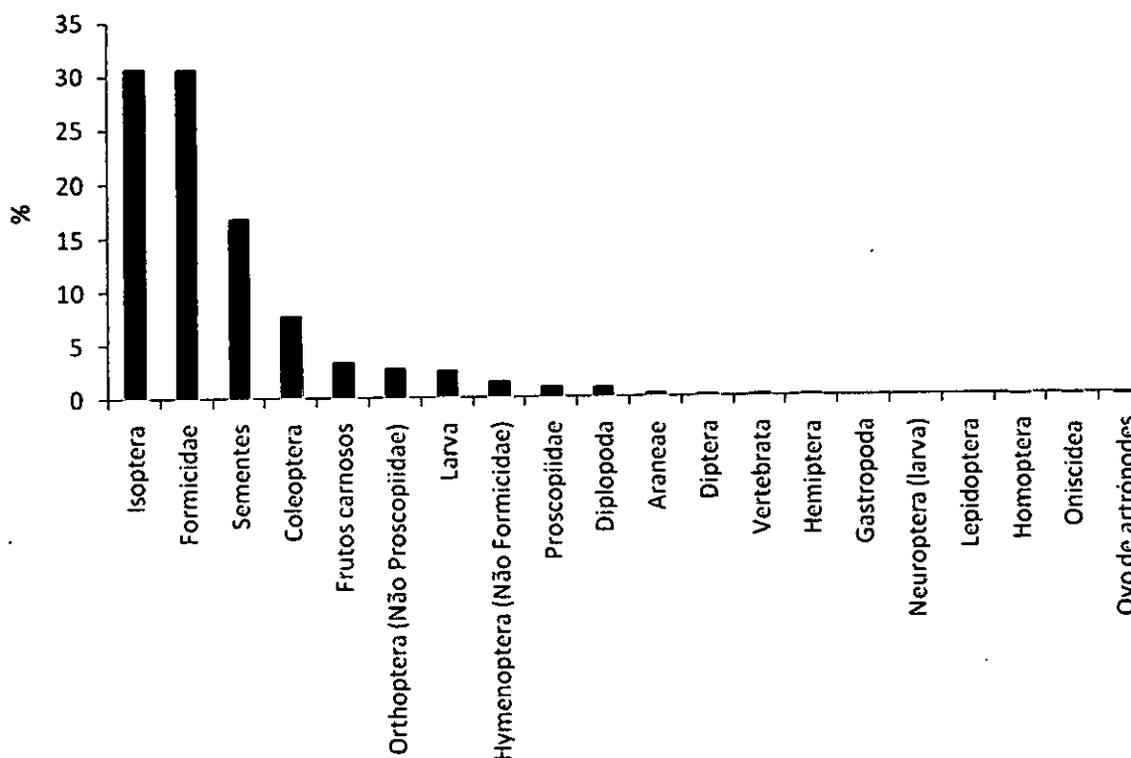


Figura 4.4. Porcentagem de itens alimentares em relação à quantidade total de itens obtidos nas amostras de regurgitos, estômagos e fezes de aves capturadas em uma área de caatinga no Cariri Paraibano.

Dieta e categorização trófica da avifauna

As curvas de riqueza de táxons encontrados na dieta das espécies de aves não atingiram a assíntota, com a exceção de *Sittasomus griseicapillus* após a verificação de cinco amostras. Mesmo em espécies com alto número de amostras, como em *Coryphospingus pileatus* (n= 87), a estabilização da curva não foi observada (Figura 4.5).

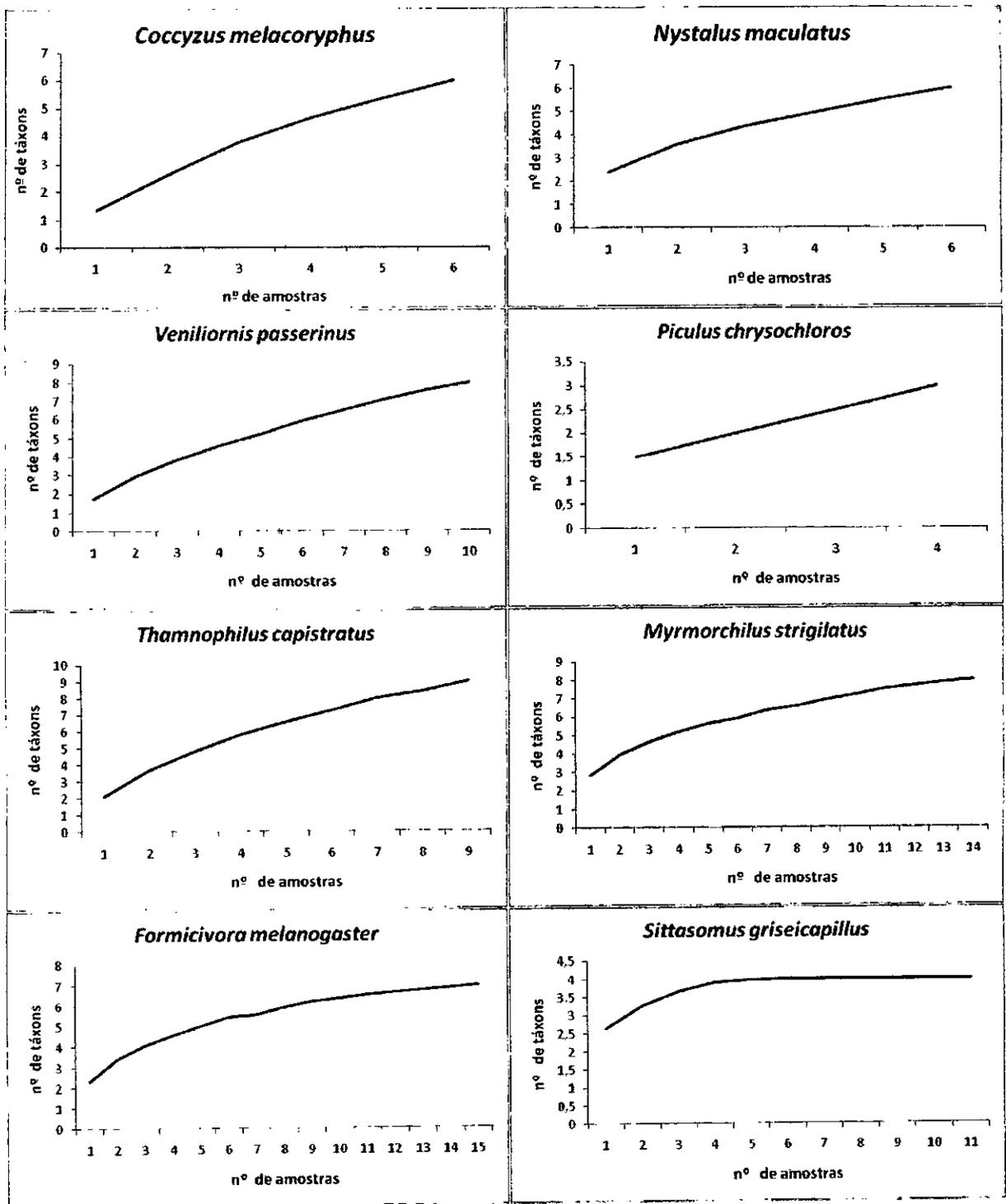


Figura 4.5. Riqueza observada (*Sobs*) de táxons consumidos por 30 espécies de aves presentes em uma área de caatinga no Cariri Paraibano (Continua...)

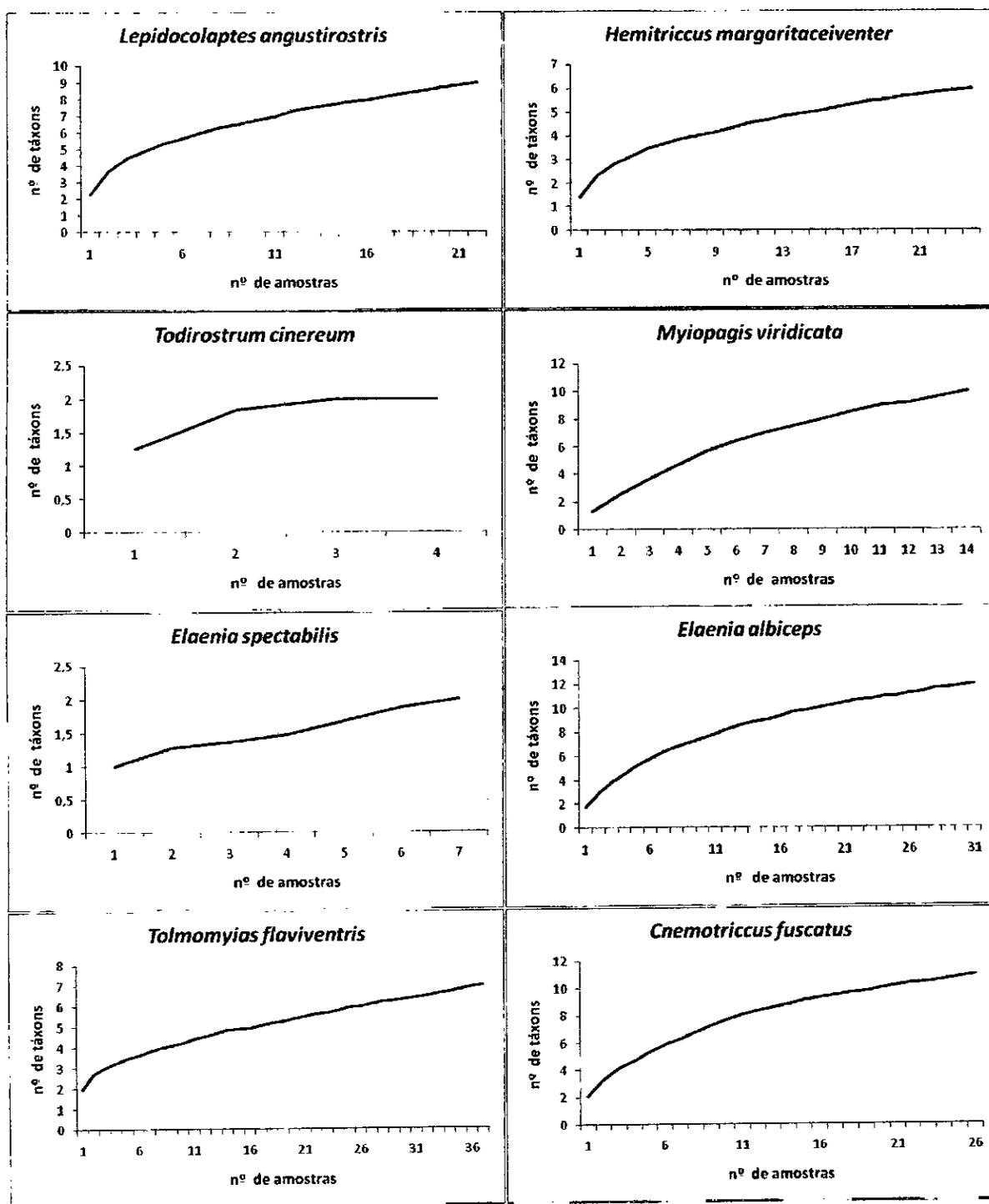


Figura 4.5. Riqueza observada (*S_{obs}*) de táxons consumidos por 30 espécies de aves presentes em uma área de caatinga no Cariri Paraibano (Continua...)

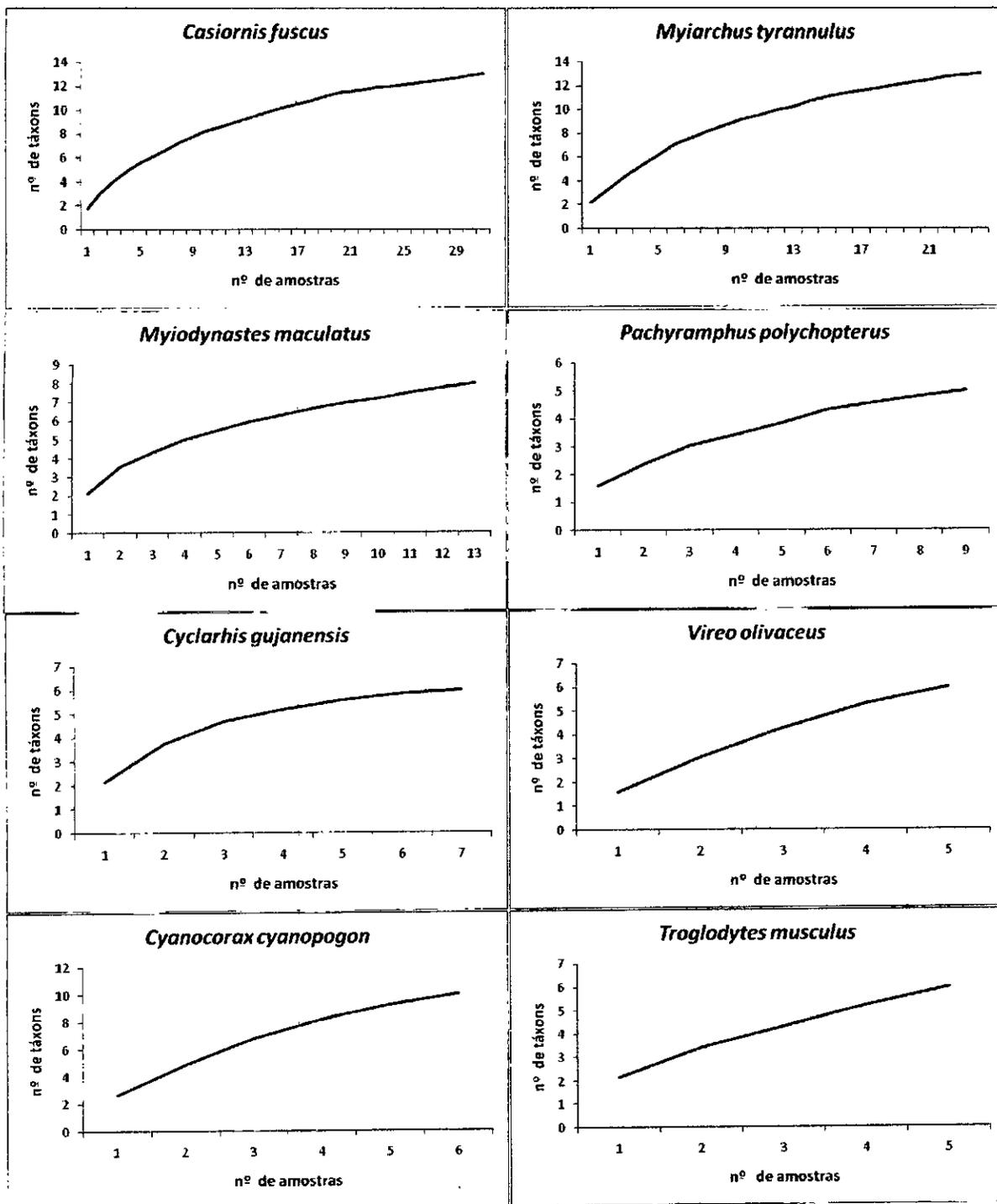


Figura 4.5. Riqueza observada (*Sobs*) de táxons consumidos por 30 espécies de aves presentes em uma área de caatinga no Cariri Paraibano (Continua...)

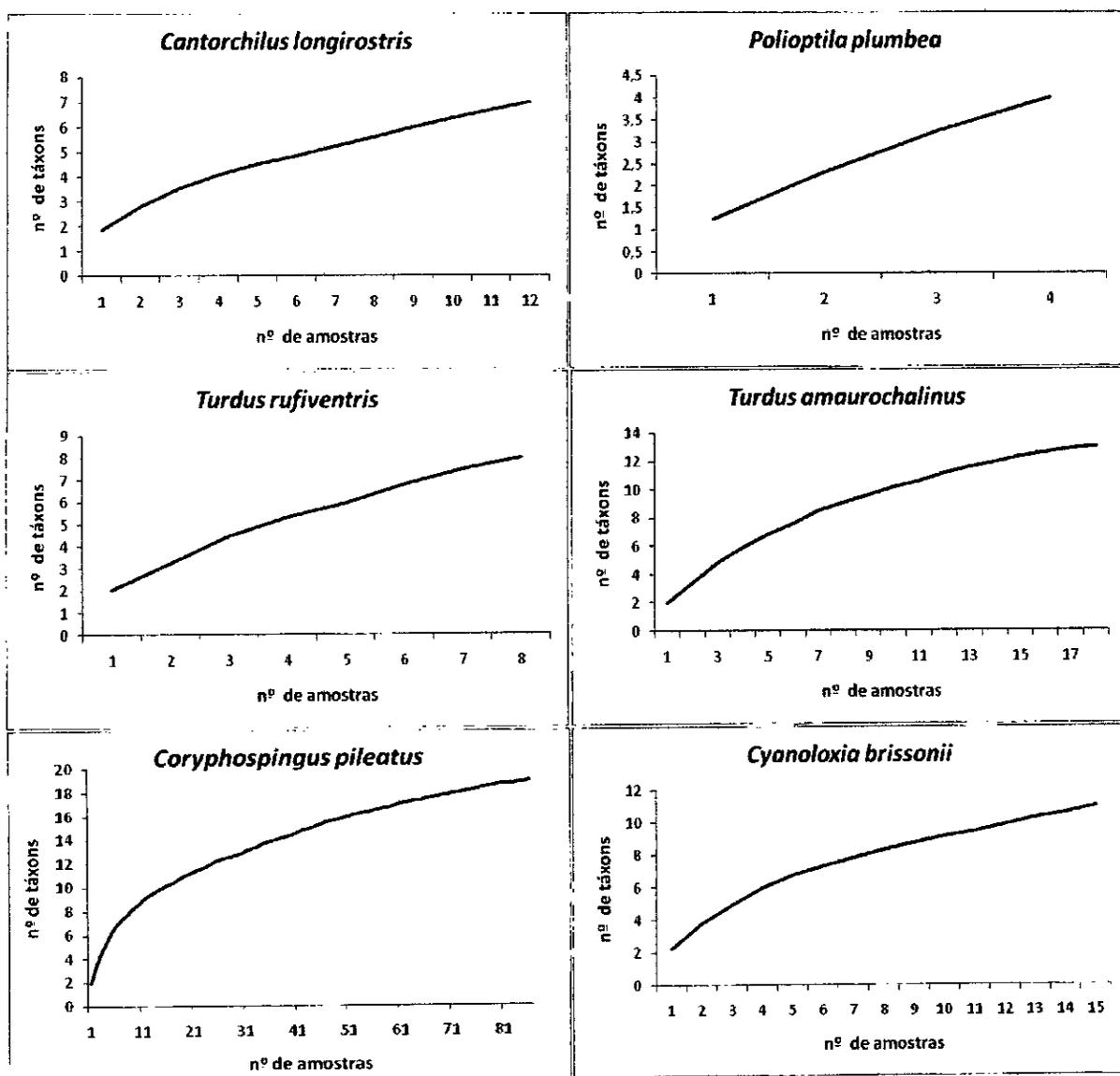


Figura 4.5. Riqueza observada (*Sobs*) de táxons consumidos por 30 espécies de aves presentes em uma área de caatinga no Cariri Paraibano.

Das 32 espécies em que foi aplicado o Índice de Importância Alimentar, 75% foram categorizadas como insetívoras, 13% como insetívoras-frugívoras, 6% como insetívoras-granívoras, uma espécie como onívora (*Cyanocorax cyanopogon*) e outra como frugívora (*Elaenia spectabilis*) (Tabela 4.3).

Dentre as insetívoras, *Nystalus maculatus* e *Veniliornis passerinus* consumiram principalmente larvas de insetos. Os membros da família *Thamnophilidae* alimentaram-se de uma grande variedade de invertebrados, mas *Formicidae* foi o táxon mais

abundante. Os Dendrocolaptidae consumiram principalmente Formicidae e Coleoptera, mas pequenos vertebrados também fizeram parte de sua dieta. Em Tyrannidae, Coleoptera e Formicidae também foram consumidos majoritariamente por *Todirostrum cinereum*, *Tolmomyias flaviventris* e *Cnemotricus fuscatus*; nas amostras de *Myiopagis viridicata* foram encontrados frequentemente Coleoptera e larva de insetos; em *Casiornis fuscus* foram encontrados principalmente Orthoptera e Coleoptera; nas amostras de *Myiarchus tyrannulus*, principalmente Coleoptera; e *Hemitriccus margaritaceiventer* consumiu frequentemente Coleoptera, Formicidae e Orthoptera. *Cyclarhis gujanensis* consumiu principalmente Coleoptera e larvas de insetos e *Vireo olivaceus*, Orthoptera e larvas de insetos. *Troglodytes musculus* e *Cantorchilus longirostris* (Troglodytidae) alimentaram-se principalmente de Formicidae, mas *C. longirostris* consumiu uma maior variedade de táxons, incluindo um pequeno vertebrado em sua dieta. Os membros da família Turdidae alimentaram-se de uma grande diversidade de itens entre gastrópodes, artrópodes, vertebrados e frutos carnosos, mas houve uma maior representatividade de Diplopoda, que ocorreu em 72% das amostras de *Turdus amaurochalinus* e em 55% de *Turdus rufiventris* (Apêndice 4.2).

Frutos carnosos também foram encontrados nas amostras de *Veniliornis passerinus*, *Thamnophilus capistratus*, *Myiopagis viridicata*, *Tolmomyias flaviventris*, *Cnemotricus fuscatus*, *Casiornis fuscus*, *Myiarchus tyrannulus* e *Vireo olivaceus*, e uma semente de *Asteraceae* sp. foi consumida por *Polioptila plumbea* (Apêndice 4.3), no entanto essas ocorrências não foram expressivas para diminuir a importância alimentar dos artrópodes e, conseqüentemente, essas espécies foram categorizadas como insetívoras.

Das quatro espécies insetívoras-frugívoras, *Elaenia albiceps* apresentou uma maior contribuição de frutos na sua dieta do que as outras espécies, com a ocorrência de

frutos de cinco espécies vegetais diferentes (*Tournefortia paniculata*, *Commiphora leptophloeos*, *Capsicum parvifolium*, *Lippia* sp., e um fruto não identificado). *Phaeomyias murina* alimentou-se principalmente de Coleoptera e frutos de *C. parvifolium* e *T. paniculata*, e *Myiodynastes maculatus* de Proscopiidae, Coleoptera e frutos de *Commiphora leptophloeos* e *Capsicum parvifolium*. Nas amostras de *Pachyramphus polychopterus*, os itens mais numerosos foram de Orthoptera, porém com ocorrência representativa de frutos de *Commiphora leptophloeos* e *Ceratosanthes* sp. (Apêndice 4.2 e 4.3).

As espécies insetívoras-granívoras foram representadas por *Coryphospingus pileatus* e *Cyanoloxia brissonii*. *C. pileatus* consumiu abundantemente itens da ordem Isoptera e mais uma variedade de outros artrópodes, como Formicidae, Coleoptera e Orthoptera, incluindo Proscopiidae. As sementes de frutos secos mais consumidas por esta espécie foram *Poaceae* sp.1, *Asteraceae* sp., *Jatropha* sp., além de sementes de uma espécie de planta não identificada. *C. brissonii* consumiu principalmente sementes de *Poaceae* sp.3, Formicidae e Coleoptera. Frutos carnosos de *Melocactus* sp. foram consumidos pelas duas espécies, mas principalmente por *C. brissonii*, e um fruto de *T. paniculata* foi encontrada em uma amostra de *C. pileatus* (Apêndice 4.2 e 4.3).

Cyanocorax cyanopogon foi a única espécie categorizada como onívora com base no AI, tendo consumido gastrópodes, artrópodes, frutos carnosos de *C. parvifolium*, e quatro tipos diferentes de sementes de frutos secos (Apêndice 4.2 e 4.3).

A única espécie frugívora amostrada, *Elaenia spectabilis*, alimentou-se principalmente de frutos carnosos de *C. parvifolium*. Também consumiu um fruto de *Ceratosanthes* sp., e um de uma espécie não identificada (Apêndice 4.3).

Dentre as espécies que foram representadas por três ou menos amostras de conteúdo alimentar, em *Crypturellus tataupa* e nas espécies da família Columbidae

foram observadas apenas sementes de frutos secos (com exceção de *Columbina minuta*, em que foi encontrado um gastrópode em uma de suas amostras). Na única amostra de *Glaucidium brasilianum* foram encontrados apenas fragmentos de artrópodes. Nas amostras de conteúdo estomacal das espécies da família Trochilidae foram encontrados fragmentos de artrópodes de “corpo mole”, i.e.: cinco indivíduos de Araneae em uma amostra de *Chlorostilbon lucidus*, três indivíduos de Araneae e dois de Diptera em uma amostra de *Chrysolampis mosquitus*. Nas amostras dos Furnariidae foram encontrados apenas artrópodes, e nas de *Dendrocolaptes platyrostris*, além de artrópodes, foi encontrado um pequeno vertebrado. *Hylophilus amaurocephalus* consumiu dois tipos de frutos carnosos (*Tournefortia paniculata* e *Lippia* sp.) e Orthoptera, e *Coereba flaveola* frutos de *Cactaceae* sp. e Coeloptera. Apenas artrópodes foram encontrados nas sete amostras de Thraupidae, com exceção de *Tachyphonus rufus*, em que foi encontrado fruto de *Melocactus* sp. (Apêndice 4.2).

Com auxílio dos dados bibliográficos para caracterizar a estrutura trófica de toda avifauna registrada na caatinga arbórea densa (Capítulo 1), observa-se um predomínio das espécies insetívoras (45,5%), seguidas pelas onívoras (15%), carnívoras (10%) e nectarívoras-insetívoras (6%) (Tabela 5.3). As espécies carnívoras são representadas pelos membros das famílias Accipitridae, Falconidae (com exceção de *Caracara plancus*), Cariamidae e Strigidae; as nectarívoras-insetívoras pelos Trochilidae, e as detritívoras pelos Cathartidae. Os granívoros-frugívoros foram representados por alguns membros da família Columbidae e os insetívoros-granívoros por duas espécies das famílias Emberizidae (*C. pileatus*) e Cardinalidae (*C. brissonii*), como já descritas anteriormente. Os frugívoros estão representados pelos Psittacidae e *Elaenia spectabilis*, e os insetívoros-frugívoros pelas espécies citadas anteriormente e *Hylophilus amaurocephalus*.

Tabela 4.3. Categorização trófica das espécies de aves registradas em uma formação de caatinga arbórea densa. N: número de amostras; TA: tipo de amostras (f: fezes, r: regurgito, e: estômago, v: visual); AI_{art}: Índice de importância alimentar de artrópodes; AI_{fru}: Índice de importância alimentar de frutos carnosos; AI_{sem}: Índice de importância alimentar de sementes de frutos secos; AI_{gas}: Índice de importância alimentar de gastrópodes; AI_{ver}: Índice de importância alimentar de vertebrados; CT: categoria trófica (C: carnívoro, D: detritívoro, F: frugívoro, G: granívoro, GF: granívoro-frugívoro, I: insetívoro, IF: insetívoro-frugívoro, IG: insetívoro-granívoro, NI: nectarívoro-insetívoro, O: onívoro); ST: status (M: migratória, R: residente).

Espécie	N	TA	AI _{art}	AI _{fru}	AI _{sem}	AI _{gas}	AI _{ver}	CT	ST
Tinamidae									
<i>Crypturellus tataupa</i>	2	e						G ¹²	R
<i>Nothura boraquira</i>								I ¹²	
Cracidae									
<i>Penelope jacucaca</i>								O ⁹	R
Cathartidae									
<i>Cathartes aura</i>								D ⁹	R
<i>Cathartes burrovianus</i>								D ⁹	R
<i>Coragyps atratus</i>								D ⁹	R
Accipitridae									
<i>Geranospiza caerulescens</i>								C ³	M
<i>Rupornis magnirostris</i>								C ³	R
<i>Buteo melanoleucus</i>								C ³	R
<i>Buteo brachyurus</i>								C ¹	R
Falconidae									
<i>Caracara plancus</i>								O ⁹	R
<i>Herpetotheres cachinnans</i>								C ³	R
<i>Micrastur ruficollis</i>								C ¹	R
Rallidae									
<i>Aramides mangle</i>								O ⁹	M
Cariamidae									
<i>Cariama cristata</i>								C ³	R
Charadriidae									
<i>Vanellus chilensis</i>								O ¹³	R
Columbidae									
<i>Columbina minuta</i>	3	re						G ¹¹	R
<i>Columbina squammata</i>	2	f						G ¹¹	R
<i>Columbina picui</i>	3	fre						GF ³	R
<i>Claravis pretiosa</i>	2	e						GF ⁹	M
<i>Patagioenas picazuro</i>								GF ⁶	R
<i>Zenaida auriculata</i>								G ⁵	M
<i>Leptotila verreauxi</i>	3	re						GF ²	R
<i>Leptotila rufaxilla</i>								GF ⁴	R
Psittacidae									
<i>Aratinga cactorum</i>								F ¹⁰	R
<i>Forpus xanthopterygius</i>								F ⁹	R

CAPÍTULO 4: VARIAÇÃO TEMPORAL NA DIETA DE AVES EM UMA ÁREA DE CAATINGA

Espécie	N	TA	AI _{art}	AI _{fru}	AI _{sem}	AI _{gas}	AI _{ver}	CT	ST
<i>Amazona aestiva</i>								F ⁹	R
Cuculidae									
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	9	fe	100					I	M
<i>Piaya cayana</i>								I ⁷	R
Strigidae									
<i>Megascops choliba</i>								C ⁹	R
<i>Glaucidium brasilianum</i>	1	f						C ⁹	R
<i>Rhinoptynx clamator</i>								C ⁹	R
Nyctibiidae									
<i>Nyctibius griseus</i>								I ⁹	R
Caprimulgidae									
<i>Caprimulgus hirundinaceus</i>								I ⁹	R
<i>Hydropsalis torquata</i>								I ⁹	R
Trochilidae									
<i>Anopetia gounellei</i>		v						NI ⁹	R
<i>Phaethornis ruber</i>								NI ⁹	R
<i>Eupetomena macroura</i>		v						NI ⁹	R
<i>Chrysolampis mosquitus</i>	1	ev						NI ⁹	M
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	1	ev						NI ⁹	R
<i>Heliomaster squamosus</i>	1	ev						NI ⁹	R
Galbulidae									
<i>Galbula ruficauda</i>								I ⁹	R
Bucconidae									
<i>Nystalus maculatus</i>	7	fre	99,81				0,19	I	R
Picidae									
<i>Picumnus fulvescens</i>	4	fre	100					I	R
<i>Veniliornis passerinus</i>	17	fre	99,94	0,06				I	R
<i>Piculus chrysochloros</i>	4	fre	100					I	R
<i>Dryocopus lineatus</i>								I ⁹	R
Thamnophilidae									
<i>Taraba major</i>								I ⁷	R
<i>Sakesphorus cristatus</i>	1	e						I ⁹	R
<i>Thamnophylus capistratus</i>	9	fre	99,41	0,59				I	R
<i>Myrmorchilus strigilatus</i>	15	fre	100					I	R
<i>Formicivora melanogaster</i>	17	fre	100					I	R
Dendrocolaptidae									
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	11	fre	96,96				3,04	I	R
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	2	re						I ⁹	R
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	26	fre	99,99				0,01	I	R
Furnariidae									
<i>Furnarius leucopus</i>	1	fr						I ³	R
<i>Synallaxis frontalis</i>	2	e						I ⁶	R
Tyrannidae									
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	29	fe	100					I	R
<i>Todirostrum cinereum</i>	4	fre	100					I	R

CAPÍTULO 4: VARIAÇÃO TEMPORAL NA DIETA DE AVES EM UMA ÁREA DE CAATINGA

Espécie	N	TA	AI _{art}	AI _{frn}	AI _{sem}	AI _{gas}	AI _{ver}	CT	ST
<i>Phyllomyias fasciatus</i>								I ⁸	R
<i>Myiopagis viridicata</i>	23	fre	94,25	5,75				I	M
<i>Elaenia spectabilis</i>	8	fre	0,83	99,17				F	M
<i>Elaenia albiceps</i>	32	fre	31,77	68,23				IF	M
<i>Camptostoma obsoletum</i>	3	fre						I	R
<i>Phaeomyias murina</i>	4	re	88,37	11,63				IF	M
<i>Euscarthmus meloryphus</i>								I ¹²	M
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	40	fre	99,97	0,03				I	R
<i>Hirundinea ferruginea</i>								I ⁸	R
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	30	fre	98,58	1,42				I	M
<i>Knipolegus nigerrimus</i>								I ¹⁴	M
<i>Myiodinastes maculatus</i>	13	fre	54,92	45,08				IF	M
<i>Megarynchus pitangua</i>								O ⁸	R
<i>Empidonomus varius</i>								IF	M
<i>Tyrannus melancholicus</i>								I ⁸	R
<i>Casiornis fuscus</i>	37	fre	93,94	6,06				I	M
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	28	frev	98,43	1,57				I	R
Tityridae									
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	10	fre	83,19	16,81				IF	M
<i>Pachyramphus validus</i>								I ¹²	M
Vireonidae									
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	10	fre	100					I	R
<i>Vireo olivaceos</i>	7	fr	91,67	8,33				I	M
<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	2	e						IF ⁹	R
Corvidae									
<i>Cyanocorax cyanopogon</i>	6	frev	63,14	8,03	24,01	4,82		O	R
Hirundinidae									
<i>Progne tapera</i>								I ⁹	M
Troglodytidae									
<i>Troglodytes musculus</i>	5	fre	100					I	R
<i>Cantorchilus longirostris</i>	13	fre	99,91				0,09	I	R
Poliptilidae									
<i>Poliptila plumbea</i>	6	fre	96,15		3,85			I	R
Turdidae									
<i>Turdus rufiventris</i>	9	fre	94,68	5,16			0,15	I	R
<i>Turdus amaurochalinus</i>	18	fre	91,65	7,23		0,61	0,51	I	M
Coerebidae									
<i>Coereba flaveola</i>	3	fev						O ¹³	R
Thraupidae									
<i>Compsothraupis loricata</i>								O ⁹	R
<i>Nemosia pileata</i>	1	rv						I ⁵	M
<i>Tachyphonus rufus</i>	1	r						O ⁶	R
<i>Thraupis sayaca</i>								O ⁶	R
<i>Tangara cayana</i>	1	f						O ⁶	R
<i>Conirostrum speciosum</i>	3	rev						I ⁹	M

Espécie	N	TA	AI _{art}	AI _{fru}	AI _{sem}	AI _{gas}	AI _{ver}	CT	ST
Emberezidae									
<i>Sporophila nigricollis</i>								G ¹⁰	M
<i>Coryphospingus pileatus</i>	98	fre	75,45	0,02	24,53			IG	R
Cardinalidae									
<i>Cyanoloxia brissonii</i>	18	fre	37,72	2,46	59,82			IG	R
Icteridae									
<i>Icterus cayanensis</i>	1	fv						O ³	R
<i>Molothrus bonariensis</i>								O ¹⁰	M
Fringillidae									
<i>Euphonia chlorotica</i>								O ⁶	R

¹Karr *et al.* 1990

²Karr *et al.* 1990, Motta-Junior 1990, Sick 1997

³Karr *et al.* 1990, Sick 1997

⁴Karr *et al.* 1990, Sick 1997, Piratelli & Pereira 2002

⁵Motta-Junior 1990

⁶Motta-Junior 1990, Sick 1997

⁷Motta-Junior 1990, Sick 1997, Piratelli & Pereira 2002

⁸Rodrigues *et al.* 2004

⁹Sick 1997

¹⁰Sick, 1997, Barros & Marcondes-Machado, 2000

¹¹Santos 2004

¹²Telino-Junior *et al.* 2005

¹³Sick 1997, Telino-Junior *et al.* 2005

¹⁴Faustino & Machado 2006, Las Casas & Azevedo-Junior 2008

Variação temporal da dieta e dos recursos

A ocorrência dos dez grupos de itens alimentares mais abundantes variou temporalmente nas amostras de conteúdo alimentar das aves capturadas (Figura 4.6). Os mais abundantes, Isoptera e Formicidae, bem como Hymenoptera (não Formicidae), foram mais freqüentes no período seco. Os outros artrópodes e frutos carnosos foram mais freqüentes nas amostras dos períodos de chuva/verde e seca/verde. As sementes secas não ocorreram nas amostras dos primeiros meses de chuva e foram freqüentes a partir da segunda metade do período chuvoso e em todo período seco (Figura 4.6). As espécies vegetais *Ceratosanthes* sp., *Melocactus* sp., e duas não identificadas foram as responsáveis pela ocorrência de frutos carnosos durante o período de seca/cinza, as demais espécies de frutos carnosos foram obtidas na amostras apenas dos períodos de

chuva/verde e seca/verde. Foi registrado visualmente o consumo do fruto de *Tacinga inamoena* por *C. cyanopogon* também durante o período de seca/cinza.

A disponibilidade dos recursos dos itens encontrados mais abundantemente na dieta das aves também variou temporalmente, com exceção de Isoptera e Hymenoptera que não mostraram um padrão claro nessa variação (Figura 4.7). A variação temporal da proporção desses itens em cada armadilha de coleta não correlacionou positiva e significativamente com a proporção de registros na dieta das aves (Figura 4.7). Foi observada uma variação temporal da proporção de Coleoptera, Orthoptera e Diplopoda obtidos nas coletas de recursos, com valores expressivamente maiores entre os períodos de chuva/verde e seca/verde, quando comparados ao de seca/cinza. Embora essa variação também seja observada na dieta das aves, não houve correlação positiva e significativa entre proporção na dieta e em todas as armadilhas de captura dos artrópodes. Para Coleoptera, essa correlação existiu com os dados de *malaise*; em Orthoptera ocorreu com os dados de *pit-fall*; e nos Diplopoda com os dados de guarda-chuva, ainda que tenha sido observada uma correlação positiva e não significativa com os dados de *pit-fall* (Figura 4.7). As maiores proporções de ocorrência de frutos na dieta e nas contagens no ambiente foram nos períodos de chuva/verde e seca/verde, mas esses dados não foram correlacionados significativamente (Figura 4.7). As sementes ocorreram nos coletores principalmente no período de seca/verde e início da seca/cinza, mas suas proporções não foram correlacionadas significativamente com os registros de dieta (Figura 4.7).

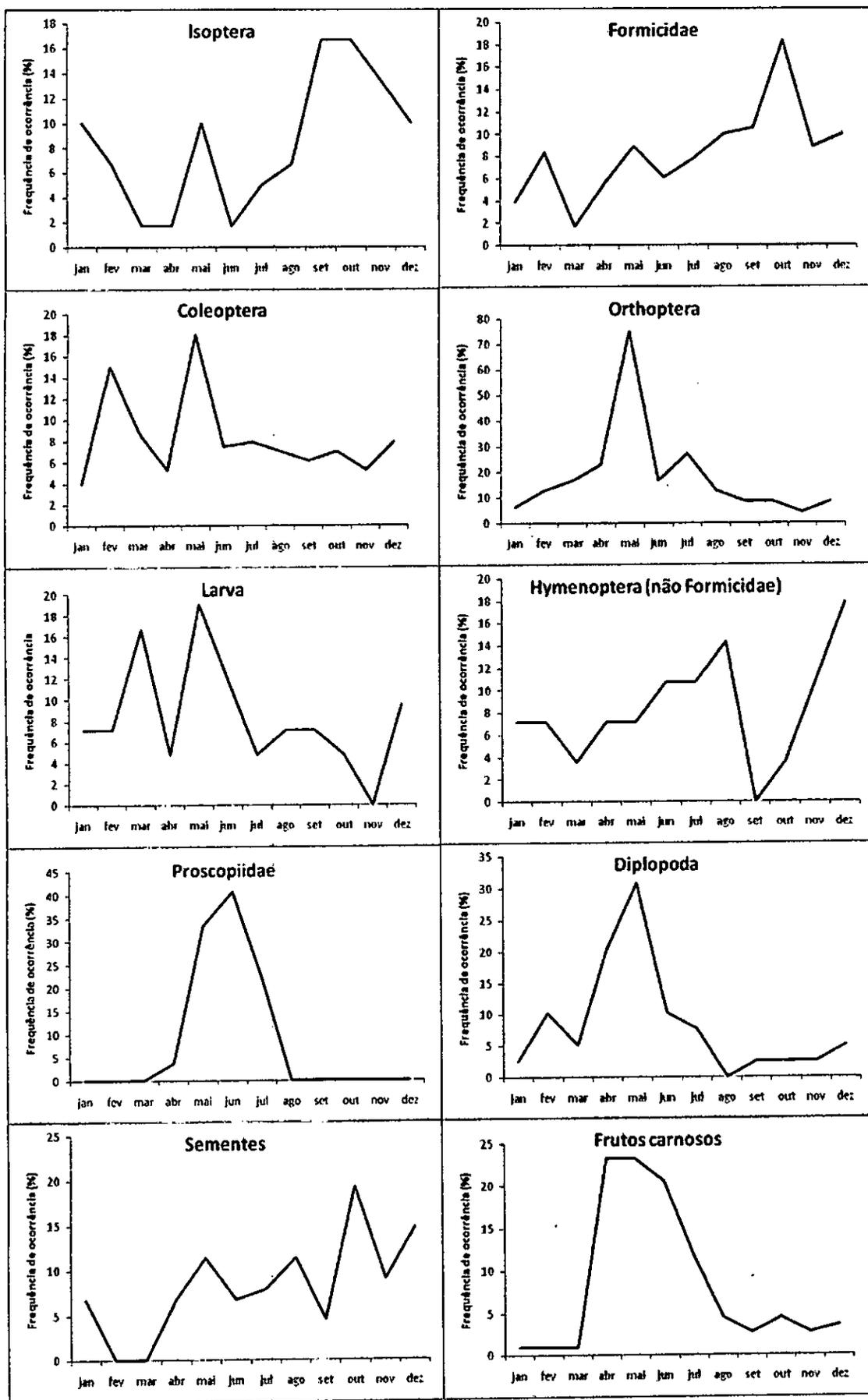


Figura 4.6. Variação temporal dos itens alimentares mais abundantes nas amostras de conteúdo alimentar de aves capturadas em uma área de caatinga arbórea densa no Cariri Paraibano.

BIBLIOTECA DE ZOOLOGIA

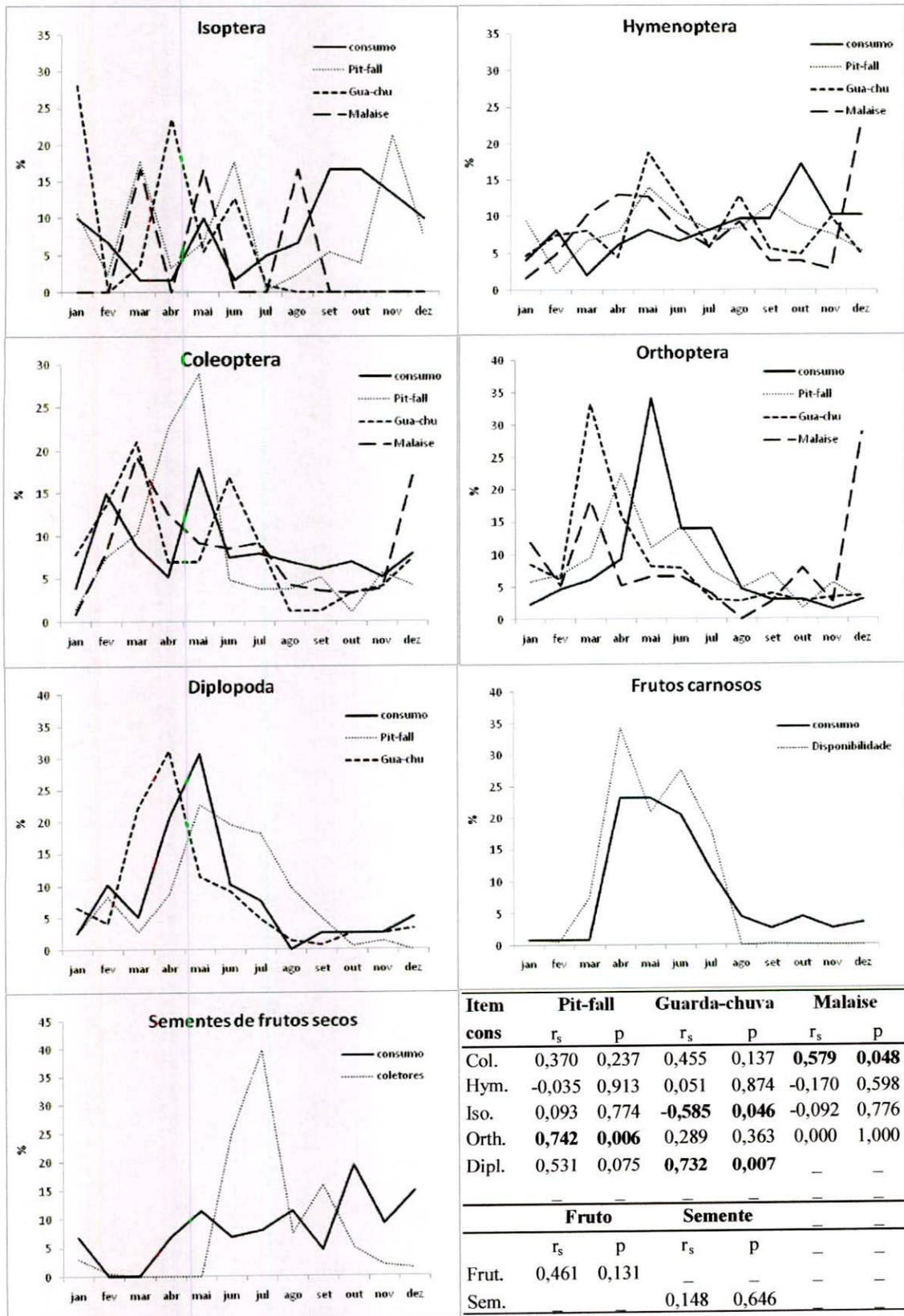


Figura 4.7. Variação temporal dos itens alimentares mais abundantes nas amostras de conteúdo alimentar de aves capturadas com suas proporções nas amostragens dos recursos no ambiente, nos diferentes métodos. Correlação de Spearman entre as proporções temporais dos registros na dieta e no ambiente (em negrito: correlações significativas – $p < 0,05$).

Foi observada variação temporal em relação aos itens consumidos nas amostras de espécies de aves em que foram observados dois ou mais grupos de itens alimentares, por exemplo: artrópodes e frutos (Figura 4.8). De uma forma geral, o consumo de insetos ocorreu durante todo o ano e o consumo de frutos carnosos ocorreu principalmente após a metade do período chuva/verde até o início do de seca/cinza. O consumo de sementes de frutos secos pelas espécies insetívoras-granívoras (*C. pileatus* e *C. brissonii*) não foi observado durante os dois primeiros meses de chuva (Figura 4.8).

Os itens Isoptera, Hymenoptera e sementes de frutos secos ocorreram em mais de 90% nas amostras de espécies de aves residentes; Orthoptera, larvas de insetos e Diplopoda variaram entre 25 e 50% nas amostras de espécies migratórias; no entanto, frutos carnosos foram mais abundantes e freqüentes (mais de 75%) nas amostras das espécies de aves migratórias, que ocorrem na área de estudo entre os períodos de chuva/verde e seca/verde (Figura 4.9). Das 21 espécies que consumiram frutos carnosos, nove (42%) são da família Tyrannidae.

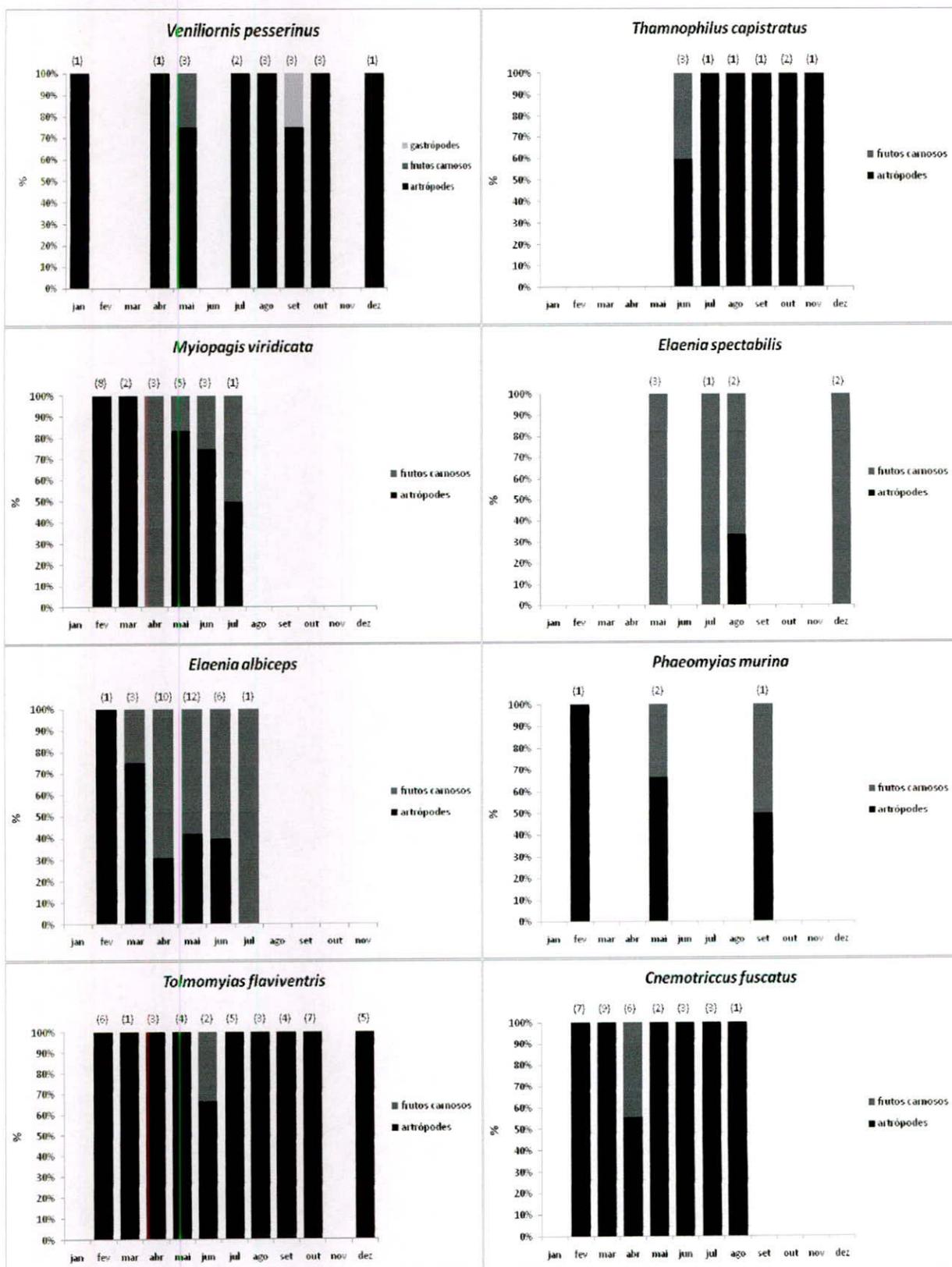


Figura 4.8. Variação temporal na ocorrência de itens da dieta de espécies de aves em que foram observados dois ou mais grupos de itens alimentares, por exemplo: artrópodes e frutos. O número entre parênteses representa o n° de amostras. (Continua...)

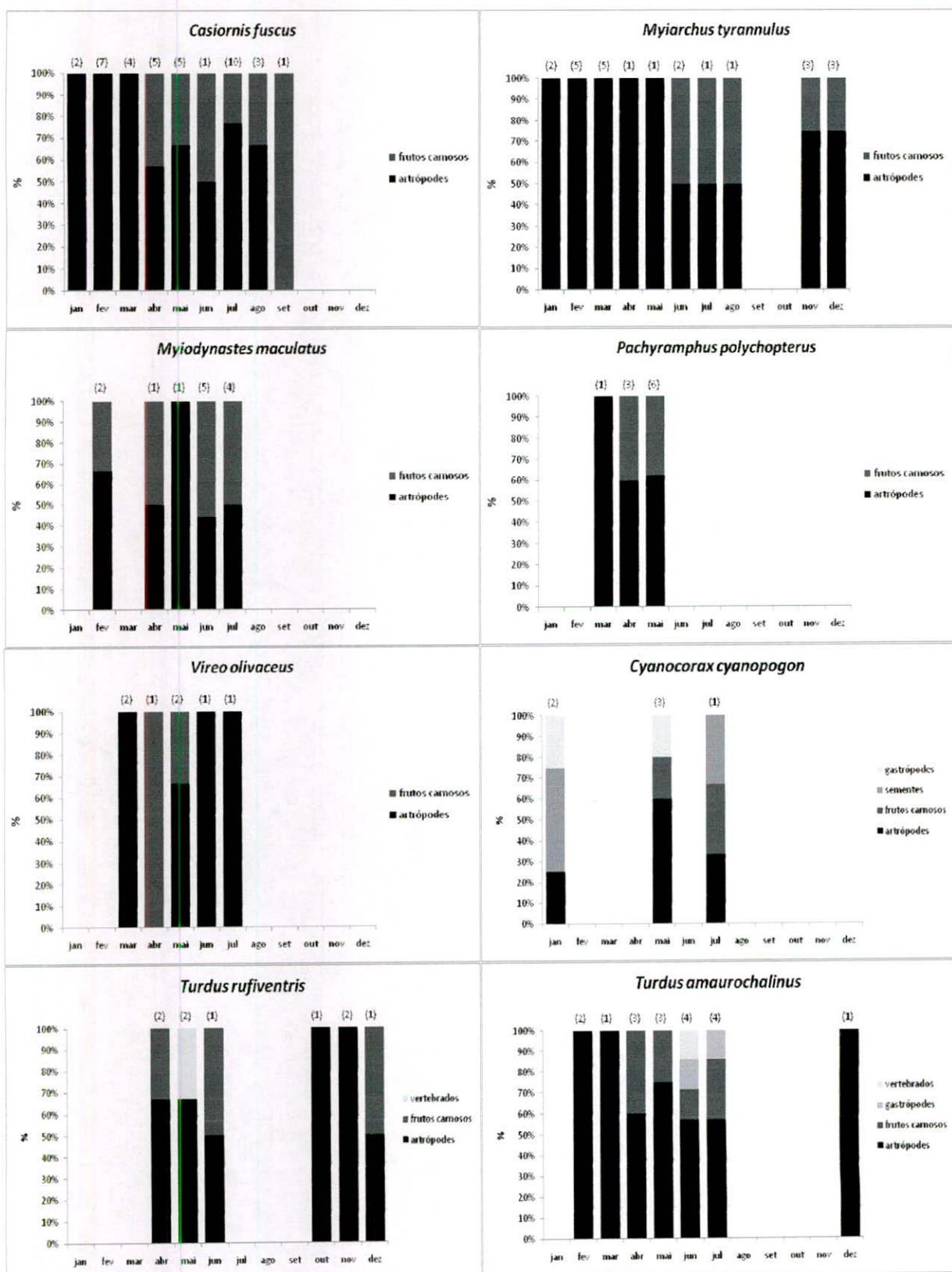


Figura 4.8. Variação temporal na ocorrência de itens da dieta de espécies de aves em que foram observados dois ou mais grupos de itens alimentares, por exemplo: artrópodes e frutos. O número entre parênteses representa o n° de amostras. (Continua...)

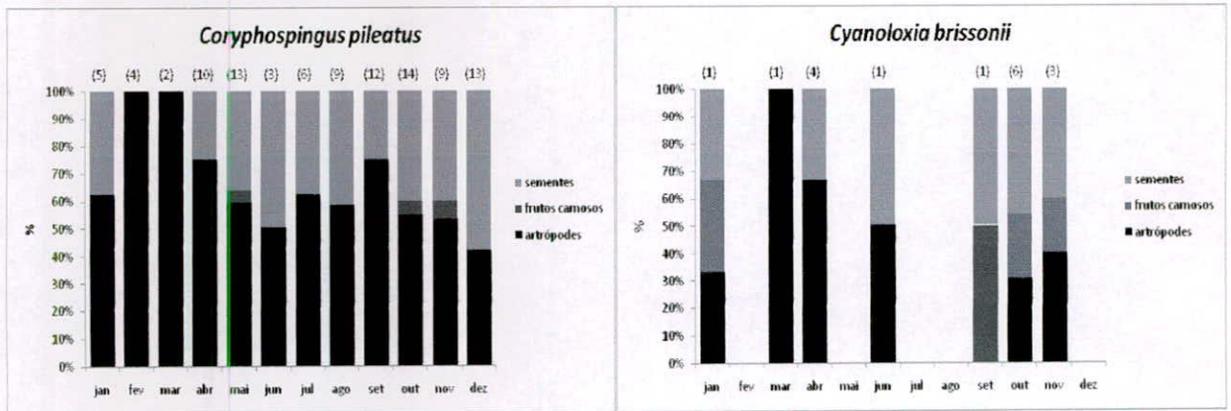


Figura 4.8. Variação temporal na ocorrência de itens da dieta de espécies de aves em que foram observados dois ou mais grupos de itens alimentares, por exemplo: artrópodes e frutos. O número entre parênteses representa o n° de amostras.

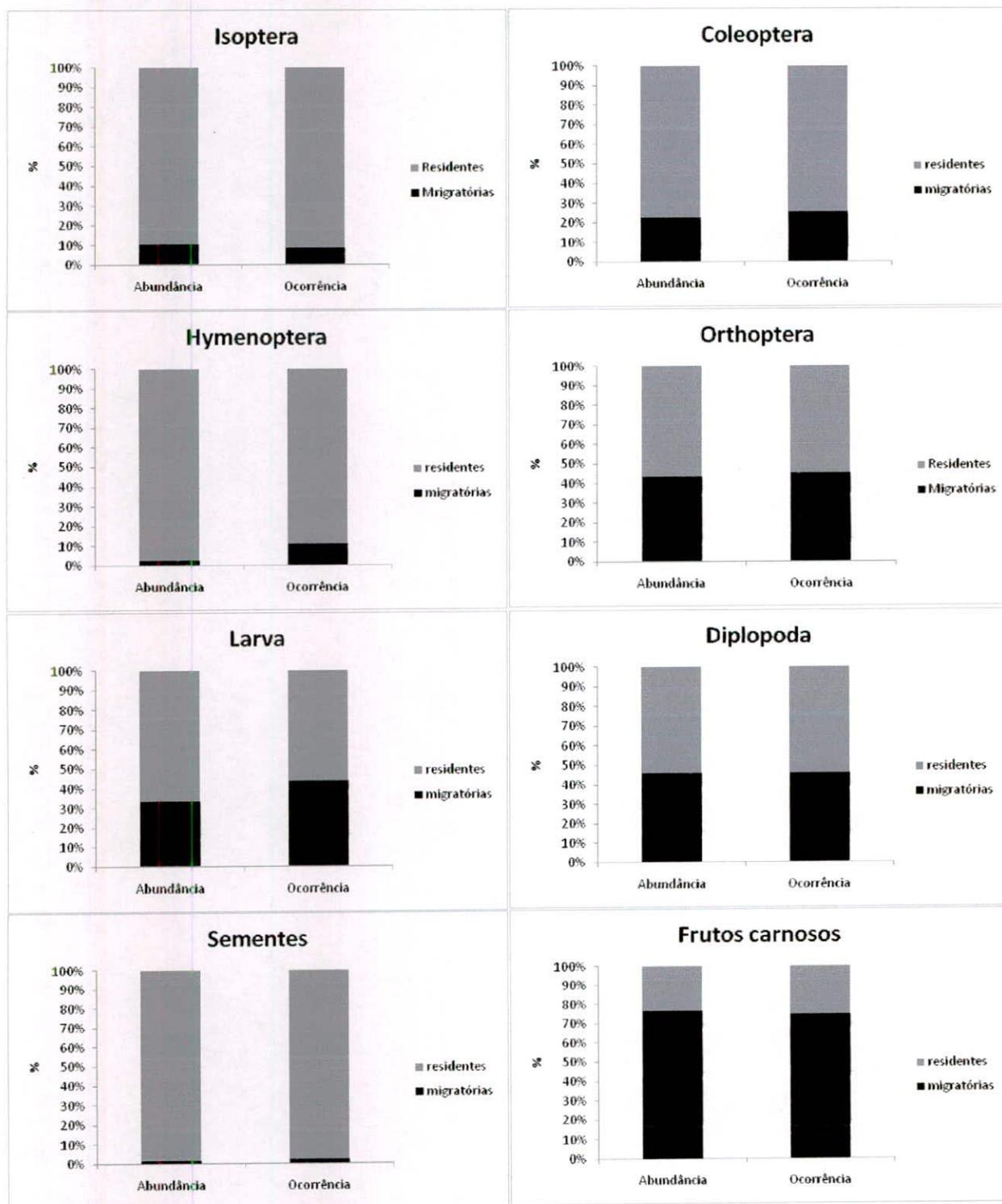


Figura 4.9. Representatividade percentual da abundância e freqüência de ocorrência dos itens alimentares mais abundantes nas amostras de espécies de aves migratórias e residentes.

DISCUSSÃO

Recursos consumidos

Os artrópodes compõem o grupo mais representativo na dieta da maioria das espécies de aves amostradas no presente estudo. Resultados semelhantes foram encontrados em estudos de dieta de aves em ambientes de cerrado (Piratelli & Pereira 2002), mata atlântica (Durães & Marini 2005, Lopes *et al.* 2005), ambientes semi-áridos e manguezais no nordeste da Venezuela (Poulin *et al.* 1994a).

Coleoptera, Formicidae, Orthoptera e larvas de insetos foram as categorias alimentares consumidas por um maior número de espécies de aves, assemelhando-se ao que foi encontrado por Poulin *et al.* (1994a) nos ambientes semi-áridos da Venezuela. Estudos de dieta de aves em diferentes ambientes tropicais apontam Formicidae e Coleoptera como os itens mais consumidos (Sherry 1984, Chapman & Rosenberg 1991, Poulin *et al.* 1994a, Poulin *et al.* 1994b, Mallet-Rodrigues 2001, Durães & Marini 2005, Lopes *et al.* 2005). O alto valor encontrado para Isoptera neste estudo deve-se principalmente ao consumo deste item por indivíduos de *C. pileatus*, no entanto, com a exclusão das amostras dessa espécie, Isoptera continua sendo o terceiro item mais abundante.

Os recursos florais da espécie *Encholirium spectabile* da família Bromeliaceae foram utilizadas por um maior número de beija-flores. A relevante importância dessa família como recurso floral para os beija-flores tem sido registrada em vários trabalhos (eg. Snow & Snow 1986, Sazima *et al.* 1996, Araujo *et al.* 2004, Machado & Semir 2006), principalmente por ser este um recurso presente em uma grande variedade de espécies. Embora essa prerrogativa seja observada para ambientes úmidos em comparação com ambientes secos, a relevante importância de *E. spectabile* para os beija-flores na caatinga é mantida, visto, por exemplo, a riqueza de aves que utilizaram

esse recurso. Machado *et al.* (2007) destacam uma espécie de bromeliácea em campo rupestre, na Chapada Diamantina, como recurso importante que a maioria das espécies de beija-flores consumiu devido a abundância, floração contínua e corola curta, o que facilita o acesso ao néctar tanto para espécies de bico curto como de bico longo. No caso de *E. spectabile*, na área de caatinga estudada, não ocorreu uma floração contínua, mas os outros dois fatores (abundância e tamanho da corola) podem justificar sua importância, ao menos sazonalmente. Cactaceae e Bromeliaceae correspondem às famílias de plantas com maior número de espécies ornitófilas na caatinga, em relação ao número total de espécies por família (Leal *et al.* 2006).

Ruelia asperula, *Tacinga inamoena* e *Melocactus* spp. foram recursos florais observados frequentemente, principalmente, para *Clorostilbon lucidus*, como também mencionado por Raw (1996), no caso de *Melocactus* em um ambiente de caatinga no estado da Bahia. *C. lucidus* é citado como polinizador efetivo dessas três espécies vegetais na caatinga (Locatelli & Machado 1999, Leal *et al.* 2006).

A família Cactaceae, com cinco espécies, foi a que mais contribuiu com frutos carnosos. O mesmo número foi observado por Poulin *et al.* (1994a) nos ambientes semi-áridos na Venezuela, inclusive com a ocorrência de espécies dos mesmos gêneros encontrados no presente trabalho, como *Pilosocereus* e *Melocactus*. Na Venezuela, Cactaceae também foi a família com maior representatividade de frutos carnosos na dieta das aves. Portanto, sugere-se que essa família tem uma alta importância relativa no fornecimento de frutos consumidos por aves em ambientes áridos. *Tournefortia*, da família Boraginaceae, e *Capsicum*, Solanaceae, foram outros gêneros encontrados na dieta das aves nesse trabalho e na Venezuela. Tais registros podem fundamentar hipóteses biogeográficas de conexões passadas de Florestas Sazonais Secas em áreas de caatinga e na costa norte da Venezuela (eg. Pennington *et al.* 2000), conjuntamente

com elementos avifauna. As duas espécies de aves residentes, *Coryphospingus pileatus* e *Cyanoloxia brissonii*, que possuem distribuição disjunta entre o Brasil centro-oriental e a Venezuela, utilizam frutos de *Melocactus* na sua dieta na caatinga e nos ambientes semi-áridos da Venezuela (Poulin *et al.* 1994a).

As aves consomem principalmente frutos pretos e vermelhos, embora possam existir variações entre espécies e indivíduos de aves (Gautier-Hion *et al.* 1985, Willson *et al.* 1985). Sete das 10 espécies de frutos carnosos identificadas na dieta das aves, possuem coloração atro-purpúrea, e uma tem coloração alaranjada. Embora o fruto de *Commiphora leptophloeos* seja verde-amarelado e tenha sido visualizado o seu consumo por aves, as sementes podem também ser utilizadas como recurso, visto que ela fica exposta após a maturação e abertura do fruto. Sua coloração é preta e apresenta um arilo avermelhado, o qual pode ser a parte nutritiva e atrativa desse recurso para as aves.

Dieta e categorização trófica da avifauna

Apenas a curva da riqueza da dieta de *Sittasomus griseicapillus* se estabilizou, com seis tipos artrópodes e um vertebrado compondo sua dieta. A maioria das espécies que consumiram artrópodes alimentou-se de uma variedade de táxons deste grupo, com curvas de riqueza de sua dieta ainda crescentes, o que sugere a existência de uma variedade maior que a encontrada na dieta de cada espécie. Tal fato indica que a especialização da dieta de insetívoros, com preferência por poucos táxons, não prevalece em ambientes tropicais secos, quando comparados às florestas úmidas (Poulin *et al.* 1994a).

O consumo de pequenos vertebrados, como lagartos e pequenos anfíbios, por espécies da família Dendrocolaptidae tem sido registrado por outros trabalhos

(Chapman & Rosenberg 1991, Lopes *et al.* 2005). Nesse estudo, além das espécies da família Dendrocolaptidae, o consumo desses itens também foi observado por *Nystalus maculatus*, *Cantorchilus longirostris* e pelas duas espécies da família Turdidae.

O registro de frutos na dieta de insetívoros das famílias Picidae e Thamnophilidae também tem sido mencionado na literatura. Sick (1997) comenta sobre a ocorrência do consumo de frutos por membros da família Picidae, como registrado neste trabalho em uma amostra de *Veniliornis passerinus*. Como observado em *Thamnophilus capistratus*, Poulin *et al.* (1994a) e Piratelli & Pereira (2002), também citaram o consumo de fruto por *T. doliatus*, no nordeste da Venezuela e no cerrado brasileiro, respectivamente. Lopes *et al.* (2005) registram o consumo de frutos por *T. pelzelni* e *T. caerulescens* na mata atlântica no sudeste brasileiro. Esses registros demonstram que a ocorrência de frutos na dieta desses grupos de aves, mesmo que em pouca quantidade, não deve ser considerado como consumo ocasional, visto que ocorre em diferentes ambientes, com diferentes disponibilidades de recursos.

A ocorrência de frutos na dieta de espécies primariamente insetívoras da família Tyrannidae, como *Tolmomyias* e *Cnemotriccus*, foi também registrada por Poulin *et al.* (1994a), que também citaram espécies de *Hemitriccus* e *Euscarthmus*, os quais possuem membros que ocorrem na caatinga, inclusive na área de estudo.

Os membros da família Turdidae são classificados como pertencentes a diferentes categorias tróficas, em diferentes ambientes. Motta-Júnior (1990), cita *T. rufiventris*, *T. leucomelas* e *T. amaurochalinus* como onívoros; Piratelli & Pereira (2002), com amostras de conteúdo fecal no cerrado, enquadram *T. amaurochalinus* como insetívoro-frugívoro e *T. leucomelas* como onívoro; Codesido & Bilenca (2004) citam *T. amaurochalinus* como um dos frugívoros mais abundantes em uma área do Chaco argentino, no período reprodutivo; Marini & Durães (2005), através do Índice de a

Importância Alimentar, caracterizaram *T. albicollis* e *T. melanops* como onívoros mata atlântica, no sudeste do Brasil; Telino-Júnior *et al.* (2005) categorizaram *T. rufiventris*, *T. leucomelas*, *T. amaurochalinus* e *T. fumigatus* como onívoros, numa área de mata atlântica, no nordeste do Brasil. Nossa classificação de *T. rufiventris* e *T. amaurochalinus* como insetívoros foi baseada no AI. Embora tenham ocorrido frutos, vertebrados e gastrópodes nas amostras, suas ocorrências não foram suficientes para diminuir a expressividade dos artrópodes nas suas dietas. Numa área de mata atlântica, no sudeste do Brasil, Lopes *et al.* (2005) registraram apenas artrópodes em três amostras de regurgitos de *T. amaurochalinus*, enquanto que nas quatro amostras de *T. rufiventris* analisadas ocorreram frutos. Estudos reportam o oportunismo na dieta de espécies de aves referindo-se a variação temporal, migração e ocorrência em diferentes habitats, com diferentes disponibilidades de recursos (*eg.* Rotenberry 1980, Poulin *et al.* 1994c, Levey & Martínez del Rio 2001). Tais características podem atuar nas espécies de Turdidae e, portanto, elas podem ser enquadradas em diferentes grupos tróficos dependendo do habitat, período migratório e/ou variação temporal da disponibilidade de recursos.

Frutos na dieta de *Coereba flaveola* também foram citados por Poulin *et al.* (1994a). Alguns autores citam essa espécie como nectarívora-insetívora (*eg.* Karr *et al.* 1990, Poulin *et al.* 1992) ou nectarívora (*eg.* Motta-Júnior 1990, Sick 1997). No entanto, pela quantidade proporcional de frutos e insetos que foram registrados nas amostras, bem como pela quantidade de frutos que Poulin *et al.* (1994a) também registraram em ambientes semi-áridos na Venezuela, optamos por caracterizá-la como onívora.

Apesar do néctar ser o alimento mais conspícuo e energeticamente eficiente procurado pelos membros da família Trochilidae (Remsen *et al.* 1986), estes também

são caracterizados por consumirem artrópodes de “corpo mole” em grande quantidade (Poulin *et al.* 1994a). O consumo desses itens por espécies dessa família também foi observado nesse estudo. Segundo Remsen *et al.* (1986), florestas secas tropicais suportam um número relativamente menor de espécies polinizadoras se comparadas a ambientes úmidos. Os autores sugerem que os beija-flores em ambiente seco têm um consumo relativamente maior de artrópodes, para suprir suas necessidades energéticas, em comparação com o consumo nas florestas úmidas.

Coryphospingus pileatus e *Cyanoloxia brissonii* são comumente caracterizados como granívoros na literatura (eg. Santos 2004, Olmos *et al.* 2005, Telino-Júnior *et al.* 2005). A importância alimentar dos artrópodes na dieta dessas duas espécies foi alta, com ocorrências únicas em sete amostras das duas espécies nos meses de fevereiro e março, início expressivo das chuvas na região. Por essa expressão do AI de artrópodes, eles foram categorizados como insetívoros-granívoros. Alguns autores citam a ocorrência de artrópodes na dieta de *C. pileatus* (Poulin *et al.* 1994a, Lopes *et al.* (2005). Apesar da estrutura de bico especializada para granivoria dessas duas espécies, os artrópodes compõem um dos principais itens de sua dieta, seja pela proporção de ocorrência, que foi maior em *C. pileatus* tanto nesse estudo como no nordeste da Venezuela (Poulin *et al.* 1994a), ou pela sua ocorrência durante todo ciclo anual na dieta das duas espécies.

Variação temporal da dieta e dos recursos

Alguns autores sugerem que o alto consumo de Isoptera, Formicidae e Coleoptera provavelmente está relacionado com a abundância natural desses grupos, bem como pelo hábito colonial, no caso dos Isoptera e Formicidae, que leva a uma concentração local desses recursos e os tornam susceptíveis para espécies de aves que se

alimentam oportunisticamente (Poulin & Lefebvre 1997, Lopes *et al.* 2005). Porém, é necessário verificar as variações sazonais que podem influenciar essa abundância. Nesse trabalho, Isoptera e Formicidae foram mais expressivos na dieta das aves no período seco, embora sua abundância não tenha variado temporalmente. Entretanto, Coleoptera foi obtido em maior abundância na dieta nos períodos chuva/verde e seca/verde, quando foram mais abundantes temporalmente. A abundância de Isoptera e Formicidae na dieta das aves foi maior no período de maior escassez de outros artrópodes no ambiente, como Coleoptera, Orthoptera, larvas de insetos e Diplopoda, que também são importantes na dieta das aves estudadas.

Orthoptera, larvas de insetos e Diplopoda compõem um grupo de artrópodes que possuem um alto valor nutritivo (proporção de gordura/cutícula não digerível) se comparados com Coleoptera (exceto larva) e Formicidae (exceto fêmea alada) (Bell 1990). Possivelmente, tanto a maior disponibilidade quanto o valor nutricional podem explicar o maior consumo de Orthoptera, larvas de insetos e Diplopoda em detrimento de Isoptera e Formicidae (não alado). No caso de Coleoptera, a disponibilidade temporal, espacial (devido à diversidade de habitats em que são encontrados) e a facilidade de captura podem ser os fatores principais para explicar seu maior consumo (Poulin & Lefebvre 1996). Embora exista uma variação no valor nutricional de Isoptera de acordo com a casta, tanto seu baixo valor para operários e soldados (Bell 1990) quanto à produção de substâncias químicas desagradáveis ou tóxicas (Poulin & Lefebvre 1996), podem influenciar o seu baixo consumo quando outros itens são mais abundantes.

A ausência de correlação temporal do consumo versus disponibilidade de Isoptera e Formicidae pode ser explicada pela não existência de variação temporal dos recursos, enquanto ocorreu um aumento temporal no consumo durante um período do

ano. Isto fortalece mais a hipótese de que esses recursos são rejeitados, embora sejam sempre abundantes, quando a abundância de outros existe.

Embora não sejam significativas as correlações do consumo de Coleoptera com a disponibilidade mensurada nos três tipos de armadilha, todas foram positivas. Não seria correto porém afirmar que o consumo principal foi de aves que capturam presas em vôo devido à correlação significativa com os dados da *malaise*, pois várias espécies de aves com diferentes estratégias de forrageio consumiram Coleoptera, como, por exemplo, Dendrocolaptidae, Tyrannidae e Vireonidae. O mesmo pode ser inferido para Orthoptera e Diplopoda, embora a correlação significativa entre consumo e disponibilidade tenha ocorrido em *pit-fall* e guarda-chuva, respectivamente.

O consumo de frutos foi sincronicamente abundante com o aumento da sua disponibilidade, no entanto a proporção de consumo no período de seca/cinza foi maior que a proporção de amostragem no ambiente no mesmo período, o que pode justificar a ausência de correlação significativa. Por outro lado, a falta de correlação temporal do consumo das sementes com a proporção de obtenção nos coletores, não pode ser expressa por falta de disponibilidade. A chuva de sementes de frutos secos ocorreu principalmente no final do período chuva/verde, na seca/verde e início da seca/cinza, mas sua disponibilidade no solo permanece por mais tempo, o que pode estar sincronizado com o período de maior consumo das sementes. Fevereiro e março corresponderam ao único período que não foi observado consumo de sementes. Esses meses foram os de precipitação mais expressiva, o que pode ter carregado sementes de áreas de solo raso, bem como estimulado a germinação de sementes, diminuindo sua disponibilidade no ambiente.

Coleoptera, Orthoptera, larvas de insetos e Diplopoda, que foram mais abundantes nas amostras de recursos durante os períodos chuva/verde e seca/verde, em

comparação ao período seca/cinza, foram consumidos tanto por espécies de aves residentes quanto migratórias. Por serem utilizados principalmente nos períodos de seca, Isoptera e Hymenoptera foram consumidos essencialmente por espécies de aves residentes. Poulin & Lefebvre (1996) citam que espécies de aves migratórias, em florestas úmidas no Panamá, não se alimentaram oportunisticamente dos recursos mais abundantes e sim dos menos nutritivos, como Isoptera, Formicidae e Coleoptera, enquanto os residentes alimentaram-se de artrópodes com alto valor nutricional, como Arannae e larvas de insetos. Como citado anteriormente, artrópodes com valores nutricionais altos foram mais abundantes no período de ocorrência das aves migratórias no presente estudo, e essa abundância possibilitou o consumo conjunto desses itens, tanto por aves migratórias como residentes, diferentemente do mencionado para as florestas úmidas do Panamá.

A maioria (90,1%) dos frutos carnosos foi consumida durante o final do período chuvoso e início do período seco, quando há uma maior abundância da frutificação de espécies vegetais com dispersão zoocórica (Barbosa *et al.* 2003, Quirino 2006). Esse período também corresponde ao final do período de ocorrência das espécies de aves migratórias que consumiram frutos. O aumento da massa corporal antes da migração geralmente é assumido pelo acúmulo de reserva de gordura, que é combustível da migração. Entretanto, estudos recentes indicam que a migração depende mais do que apenas o acúmulo de gordura, e reservas de proteínas também podem ser substancialmente necessárias (van der Meer & Piersma 1994, Jenni & Jenni-Eiermann 1998, Bordel & Haase 2000). Portanto, a preparação das aves para migração necessita do acúmulo tanto de gordura como de proteína, e esses dois nutrientes podem ser melhor obtidos pelo consumo de dois tipos de recursos alternativos: insetos e frutos (Levey & Martínez del Rio 2001). Parrish (2000) mostrou que uma alimentação mista

de frutos e insetos em aves no período pré-migratório levou a um maior ganho de massa corporal, que uma dieta única, o que suporta a ocorrência da dieta mista de artrópodes e frutos de várias espécies de aves migratórias no presente estudo. Outro fator que propicia a frugivoria por espécies migratórias poder estar associado à grande abundância e acessibilidade do recurso, possibilitando o menor gasto energético na captura de fruto em comparação com artrópodes (Parrish 2000).

O período de frutificação das espécies vegetais também pode estar relacionado à abundância de potenciais dispersores (Howe & de Esteven 1979). As principais aves consumidoras dos frutos carnosos e potenciais dispersores foram espécies migratórias, que ocorrem na área de estudo durante o período chuvoso e de seca/verde. A relação da disponibilidade de frutos carnosos como estratégia de dispersão das plantas e a ocorrência de espécies migratórias que consomem tais frutos, demonstram a importância dos eventos migratórios para manutenção de espécies vegetais na caatinga. No entanto, outras questões voltadas para essa relação surgem, como por exemplo: 1) por que aves migratórias são potenciais dispersores de vegetais mais importantes na caatinga que aves residentes? 2) qual é ou foi a causa ecológica e/ou histórica que fundamenta essa possível relação de dependência? Isso demonstra a necessidade da realização de estudos que confirmem o potencial de dispersão das aves; estudos que decifrem as rotas migratórias da maioria dessas espécies de aves; e estudos que verifiquem a existência de relações biogeográficas entre essas plantas e aves, ou suas rotas de migração.

Quirino (2006) observa que existe recurso vegetal durante todo ano na caatinga, no entanto, existe uma grande variação na abundância. A autora cita com exemplo espécies de Cactaceae que disponibilizam flores e frutos durante o período seco. Recursos dessa família foram consumidos por aves justamente nesse período, como

exemplo os recursos florais e frutos de *Melocactus* e *Tacinga*, que foram consumidos por aves residentes como: *Chlorostilbon lucidus*, *Cyanocorax cyanopogon*, *Coryphospingus pileatus* e *Cyanoloxia brissonii*.

A alta proporção de sementes consumidas por espécies residentes pode estar relacionada ao habitat estudado, formação de caatinga arbórea densa, pois a ocorrência de emberizídeos migratórios é pequena. Essa proporção pode ser alterada em ambiente de caatinga mais aberta, onde os registros de emberizídeos migratórios são mais abundantes (Capítulo 1).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo A. C., E. A. Fischer & M. Sazima. 2004. As bromélias na região do Rio Verde. In: *Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente-físico, flora e fauna*. (O.A.V. Marques & W. Duleba, Eds.). Ed. Holos, Ribeirão Preto.
- Barbosa D. C. A., M. C. A. Barbosa & L. C. M. Lima. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. In: Leal, I. R., Tabarelli, M. & Silva, J. M. C. 2003. *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Ed Universitária da UFPE. 237-273p.
- Barros Y. M. & L. O. Marcondes-Machado. 2000. Comportamento alimentar do periquito-da-caatinga *Aratinga cactorum* em Curaça, Bahia. *Ararajuba*. 8: 55-59.
- Bell G. P. 1990. Birds and mammals on an insect diet: a primer on diet composition analysis in relation to ecological energetic. *Studies in Avian Biology*. 13: 416-422.

- Bordel R. & E. Haase. 2000. Influence of flight on protein catabolism, especially myofilament breakdown, in homing pigeons. *Journal of Comparative Physiology B*. 170: 51-58.
- Borror D. J. & D. M. DeLong. 1988. Introdução ao estudo dos insetos. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA. 653p.
- Brescovit A. D., R. Bertani, R. Pinto da Rocha, & C. A. Rheims. 2004. Aracnídeos na estação ecológica Juréia-Itatins: Inventário preliminar e história natural. In: *Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente-físico, flora e fauna*. (O.A.V. Marques & W. Duleba, Eds.). Ed. Holos, Ribeirão Preto: 198-221p.
- CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. 2008. Listas das aves do Brasil. Versão 16/08/2007. Disponível em <http://www.cbro.org.br/CBRO/listabr.htm>. Acesso em: 12/10/2008.
- Chapman A. & K. V. Rosenberg. 1991. Diets of four sympatric Amazon woodcreepers (Dendrocolaptidae). *The Condor*. 93: 904-915.
- Chapman C. A., R. Wrangham, L. J. Chapman, H. Kevin, D. Gebo, & L. Gardner. 1992. Estimators of fruit abundance of tropical trees. *Biotropica*. 24:527-531.
- Chesser R. T. 1995. Comparative diets of obligate ant-following birds at a site in Northern Bolivia. *Biotropica*. 27: 382 – 390.
- Codesido M. & D. Bilenca. 2004. Variación de un Ensemble de Aves en un Bosque Subtropical Semiárido del Chaco Argentino. *Biotropica* 36(4): 544-554.
- Costa C., S. Ide & C. E. Simonka. 2006. Insetos imaturos: metamorfose e identificação. Ribeirão Preto: Holos, Editora. 249p.
- CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. 2009. *Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste*. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/proclima>.

- Davies V. T. 1986. Australian Spiders (Araneae) Collection, Preservation and Identification. *Queensland Museum Booklet*. 14: 1-60.
- Durães R. & M. A. Marini. 2005. Diets of birds in the Brazilian Atlantic Forest, with recommendations for future diet studies. *Ornitologia Neotropical*. 16: 65-83.
- Faustino T. C. & C. G. Machado. 2006. Frugivoria por aves em uma área de campo rupestre na Chapada Diamantina, BA. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 14(2):137-143.
- Gaution-Hion A., J. M. Duplantier, R. Quris, F. Feer, C. Sourd, J. P. Decoux, G. Dubost, L. Emmons, C. Erard, P. Hecketsweiloe, A. Mougazi, C. Roussillon & J. M. Thiollay. 1985. Fruit characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. *Oecologia*. 65: 324-337.
- Hempel A. 1949. Estudo da alimentação natural de aves silvestres do Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo. 19: 237-268.
- Holmes R. & H. Recher. 1986. Determinants of Guild Structure in Forest Bird Communities: An Intercontinental Comparison. *The condor*. 88(4): 427-439.
- Howe H. F. & D. de Steven. 1979. Fruit production, migrant bird visitation and seed dispersal of *Guarea glaba* in Panama. *Oecologia*, 59: 1-12.
- Jenni L. & S. Jenni-Eiermann. 1998. Fuel supply and metabolic constraints in migrating birds. *Journal of Avian Biology*. 29: 521-528.
- Karr J. R., K. R. Scott, J. G. Blake & R. O. Bierregaard. 1990. Birds of Four Neotropical Forests. In: Gentry, A. H., editor. *Four neotropical rainforests*, Yale University press., New Haven and London. 237-269p.
- Kawakami E. & G. Vazzoler. 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Bol. Inst. Oceanogr*. 29: 205-207.

- Las-Casas F.M. & S. M. Azevedo Júnior. 2008. Ocorrência de *Knipolegus nigerrimus* (Vieillot, 1818) (Aves, Tyrannidae) no distrito do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil. *Ornithologia* 3: 18-20.
- Leal F. C., A. V. Lopes & I. C. Machado. 2006. Polinização por beija-flores em uma área de caatinga no Município de Floresta, Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 29(3): 379-389.
- Levey D. J. & C. M. Martínez Del Rio. 2001. It takes guts (and more) to eat fruit: lessons from avian nutritional ecology. *The Auk*. 118: 819-831.
- Locatelli E. & I. C. S. Machado. 1999. Comparative study of the floral biology of two ornithophilous species of Cactaceae: *Melocactus zehntneri* and *Opuntia palmadora*. *Bradleya*. 17: 75-85.
- Loiselle B. A. & J. G. Blake. 1990. Diets of understory fruit-eating birds in Costa Rica. *Studies in Avian Biology*. 13: 91-103.
- Lopes L. E., A. M. Fernandes & M. A. Marini. 2005. Diet of some Atlantic Forest birds. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 13: 95-103.
- Machado C. G., A. G. Coelho, C. S. Santana & M. Rodrigues. 2007. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 15(2): 267-279.
- Machado C. G. & J. Semir. 2006. Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Botânica*. 29(1): 161-172.
- Mallet-Rodrigues F. 2001. Foraging and diet of the Black-capped Foliage-cleaner (*Phylidor atricapillus*). *Ornitologia Neotropical*. 2: 255-263.
- Moojen J., Carvalho, J. C. & H. S. Lopes. 1941. Observações sobre o conteúdo gástrico das aves brasileiras. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 36(3): 405-444.

- Motta-Júnior J. C. 1990. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do Estado de São Paulo. *Ararajuba*. 1: 65-71.
- Olmos F., W. A. G. Silva, & C. J. Albano. 2005. 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.
- Parrish J. D. 2000. Behavioral, energetic, and conservation implications of foraging plasticity during migration. *Studies in Avian Biology*. 20: 53-70.
- Pennington R.T., D. Prado & C. Pendry. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Peistocene vegetation changes. *Journal of Biogeography*. 27: 261 – 276.
- Piratelli A. & M. R. Pereira. 2002. Dieta de aves na região leste de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Ararajuba*. 10(2): 131-139.
- Poulin B. & G. Lefebvre. 1997. Estimation of arthropods available to birds: effect of trapping technique, prey distribution, and bird diet. *J. Field Ornithol.* 68(3): 426-442.
- Poulin B., G. Lefebvre & R. McneilL. 1992. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology*. 73: 2295-2309.
- Poulin B., G. Lefebvre & R. McneilL. 1994a. Diets of land birds from northeastern Venezuela. *The Condor*. 96: 354-367.
- Poulin B., G. Lefebvre & R. McneilL. 1994b. Effect and efficiency of tartar emetic in determining the diet of tropical land birds. *The Condor*. 96:98-104
- Poulin B., G. Lefebvre & R. McneilL. 1994c. Characteristics of feeding guilds and variation in diets of bird species of three adjacent tropical sites. *Biotropica*. 26(2): 187-197.

- Quirino Z. G. M. 2006. *Fenologia, síndromes de polinização e dispersão e recursos florais de uma comunidade de Caatinga no Cariri paraibano*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE.
- Raw A. 1996. Territories of the ruby-topaz hummingbird, *Chrysolampis mosquitus* at flowers of the “turk’s-cap” cactus, *Melocactus salvadorensis* in the dry caatinga is north-eastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*. 56: 581-584.
- Remsen J. V., R. G. Stiles & P. E. Scott. 1986. Frequency of arthropods in stomachs of tropical hummingbirds. *The Auk*. 103: 436-444.
- Rodrigues R. C., A. C. A. do Amaral & L. G. Sales Júnior. 2004. Aves do Maciço do Baturité, Ceará. João Pessoa, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/IBAMA.
- Rosenberg K. V. & R. J. Cooper. 1990. Approaches to avian diet analysis. *Studies in Avian Biology*. 13:80-90.
- Rotenberry J. T. 1980. Dietary relationship among shrubsteppe passerine birds: competition or opportunism in a variable environment? *Ecological Monographs*. 50: 93-110.
- Santos M. P. D. 2004. As comunidades de aves em duas fisionomias da vegetação da caatinga no Piauí. *Ararajuba*. 13(1):104-110.
- Sazima I., S. Buzato & M. Sazima. 1996. An assemblage of hummingbird-pollinated flowers in a montane forest in southeastern Brazil. *Bot. Acta*. 109: 149-160.
- Schubart O., A. C. Aguirre & H. Sick. 1965. Contribuição para o conhecimento da alimentação das aves brasileiras. *Arquivos de Zoologia*, São Paulo, 12: 95-249.
- Sherry T. W. 1984. Comparative dietary ecology of sympatric, insectivorous Neotropical flycatchers (Tyrannidae). *Ecological Monographs*. 54: 313-338.

- Sherry T. W. 1990. When are birds dietarily specialized? Distinguishing ecological from evolutionary approaches. *Studies in Avian Biology*. 13: 337-352.
- Sick H. 1997. *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira.
- Snow D. W. & B. K. Snow. 1986. Feeding ecology of hummingbirds in the Serra do Mar, southeastern Brazil. *Hornero*. 12: 286-296.
- Telino-Júnior W. R., M. D. Dias, S. M. Azevedo-Júnior, R. M. Lyra-Neves & M. E. L. Larrazábal. 2005. Estrutura trófica da avifauna na Reserva Estadual de Gurjaú, zona da mata sul do Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 22(4): 962-973.
- van der Meer J. & T. Piersma. 1994. Physiologically inspired regression models for estimating and predicting nutrient stores and their composition in birds. *Physiological Zoology*. 67: 305-329.
- Willis E. O. 1979. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*. 33(1): 1-25.
- Willson M. F., D. A. Graff & C. J. Whelan .1990. Color preferences of frugivorous birds in relation to the colors of fleshy fruits. *The Condor*. 92: 545-555.

Apêndice 4.1: Táxons vegetais com recursos consumidos por aves com registros de observações em campo numa área de caatinga arbórea densa, no Cariri Paraibano. A legenda com os nomes dos táxons vegetais, cujas siglas estão citadas, segue no anexo 5.4.

Espécie	Rue	Als	All	Cei	Enc	Mel	Pil	Tac	Ipo	Cni	Bau	Pas	Cis
<i>Anopetta gounellei</i>		X											
<i>Eupetomena macroura</i>				X									
<i>Chrysolampis mosquitus</i>				X	X					X			
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	X				X								X
<i>Helimaster squamosus</i>	X		X		X				X			X	X
<i>Myiarchus tyrannulus</i>							X						
<i>Cyanocorax cyanopogon</i>								X					
<i>Coereba flaveola</i>				X									

Apêndice 4.2: Táxons animais registrados nas amostras de fezes, regurgitos e/ou estômagos das aves capturadas e/ou coletadas numa área de caatinga arbórea densa, no Cariri Paraibano. N representa o número de amostras e legenda com os nomes dos táxons animais, cujas siglas estão citadas, segue no anexo 5.4.

Espécie	N	Gas	Art	Oni	Ara	Dipl	Ort	Pro	Iso	Hem	Hom	Neu	Col	Lep	Dipt	Hym	For	Lar	Ovo	Ver	
<i>Crypturellus tataupa</i>	2																				
<i>Columbina minuta</i>	3	1																			
<i>Columbina squammata</i>	2																				
<i>Columbina picui</i>	3																				
<i>Claravis pretiosa</i>	2																				
<i>Leptotila verreauxi</i>	3																				
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	9	5			1	1	2						2	1			1				
<i>Glaucidium brasilianum</i>	1		1																		
<i>Chrysolampis mosquitus</i>																					
<i>Chlorostilbon lucidus</i>																					
<i>Helimaster squamosus</i>																					
<i>Nystalus maculatus</i>	7	8					5						8	1			1	19			1
<i>Picumnus fulvescens</i>	4	8																1			
<i>Yenitornis passerinus</i>	17	1	9						5	1			4			1	3	26			
<i>Piculus chrysochloros</i>	4								84				3				105				
<i>Sakesphorus cristatus</i>	1																				
<i>Thamnophylus doliaius</i>	9	1			1	2	9						6			1	84				2
<i>Myrmorchilus strigilatus</i>	15	9	1		2	1		36				2	30				268				17
<i>Formicivora melanogaster</i>	17	3			1		5	44		1		2	13				177				

Espécie	N	Gas	Art	Oni	Ara	Dipl	Ort	Pro	Iso	Hem	Hom	Neu	Col	Lep	Dipt	Hym	For	Lar	Ovo	Vet
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	11		1				6						19				52			5
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	2												1			14	17	1		1
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	26		12			8	5		6				19	1		1	56	1	1	1
<i>Furnarius leucopus</i>	1		2			1	1		37				3				55			
<i>Synallaxis frontalis</i>	2					3	3						2	1			1	2		
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	29		9		1	14	14			1			31			2	15			
<i>Todirostrum cinerium</i>	4												4				3			
<i>Myiopagis viridicata</i>	23		10		1	3	1	1	135				10				1	10		
<i>Elaenia spectabilis</i>	8		1																	
<i>Elaenia albiceps</i>	32		8		1	3	1	1	1	1			8		1			14		
<i>Camptostoma obsoletum</i>	3		2			1														
<i>Phaeomyias murina</i>	4		2																	
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	40		13			2	2	1	1	1			56			39	361			
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	30		14		1	3	11		4	1			27			2	23	2		
<i>Castornis fuscus</i>	37		18			1	27	4		1	2		17			1	2	3		
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	28		10		1	3	4			1			24			8	5	3		
<i>Myiodynastes maculatus</i>	13		1			1	1	11					8							
<i>Pachyrhamphus polycopterus</i>	10		1			9			1									1		
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	10		3			3	2						8			2	2	7		
<i>Vireo olivaceus</i>	7		2			4							1					3		
<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	2					1														
<i>Cyanocorax cyanopogon</i>	6	2				3	7						3				1			
<i>Troglodytes musculus</i>	5					1			29				1				57			
<i>Cantorchilus longirostris</i>	13		7			1	5		1				7			1	25			1
<i>Polioptila plumbea</i>	6		7			1							3				3			
<i>Turdus rufiventris</i>	9		1			5		1	1				6				5			1
<i>Turdus amaurocalinus</i>	18	2				15			5				4			1	3	7		1

Espécie	N	Gas	Art	Oni	Ara	Dipl	Ort	Pro	Iso	Hem	Hom	Neu	Col	Lep	Dipt	Hym	For	Lar	Ovo	Ver	
<i>Coereba flaveola</i>	3												2								
<i>Nemosia pileata</i>	1	1																			
<i>Tachyphonus rufus</i>	1																7				
<i>Tangara cayana</i>	1															1					
<i>Conirostrum speciosum</i>	3	2								1			3			1			1		
<i>Coryphospingus pileatus</i>	100	13				1	11	9	1019	1			14				56		2		
<i>Cyanocompsa brissonii</i>	18	3			1								6				14				
<i>Icterus cayanensis</i>	1												1								

Apêndice 4.3: Táxons vegetais registrados nas amostras de fezes, regurgitos e/ou estômagos das aves capturadas e/ou coletadas numa área de caatinga arbórea densa, no Cariri Paraibano. N representa o número de amostras e legenda com os nomes dos táxons vegetais, cujas siglas estão citadas, segue no anexo 5.4.

Espécie	N	Ast	Bid	Tou	Com	CerJ	Mel	Cac	Cer	Jat	Leg1	Leg2	Leg3	Leg4	Poa1	Poa2	Poa3	Poa4	Cap	Ljp	Fcar	Sem	
<i>Crypturellus tataupa</i>	2									3	1	1			7								3
<i>Columbina minuta</i>	3	16								5	1				23								42
<i>Columbina squammata</i>	2																						2
<i>Columbina picui</i>	3										4				4	3							13
<i>Claravis pretiosa</i>	2									9													
<i>Leptotila verreauxi</i>	3									2	9		21	5									2
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	9																						
<i>Glaucidium brasilianum</i>	1																						
<i>Chrysolampis mosquitus</i>																							
<i>Chlorostilbon lucidus</i>																							
<i>Heliomaster squamosus</i>																							
<i>Nystalus maculatus</i>	7																						
<i>Picumnus fulvescens</i>	4																						
<i>Veniliornis passerinus</i>	17																						
<i>Piculus chrysochloros</i>	4																						
<i>Sakesphorus cristatus</i>	1																						
<i>Thamnophylus doliatus</i>	9																						1
<i>Myrmorchilus strigilatus</i>	15																						
<i>Formicivora melanogaster</i>	17																						

CAPÍTULO 4: VARIAÇÃO TEMPORAL NA DIETA DE AVES EM UMA ÁREA DE CAATINGA

Espécie	N	Ast	Bid	Tou	Com	CerJ	Mel	Cac	Cer	Jat	Leg1	Leg2	Leg3	Leg4	Poa1	Poa2	Poa3	Poa4	Cap	Lip	Fear	Sem	
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	11																						
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	2																						
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	26																						
<i>Furnarius leucopus</i>	1																						
<i>Synallaxis frontalis</i>	2																						
<i>Hemiricicus margaritaceiventer</i>	29																						
<i>Todirostrum cinerium</i>	4																						
<i>Myiopagis viridicata</i>	23			3	1															1	1		
<i>Elaenia spectabilis</i>	8							1										6				2	
<i>Elaenia albiceps</i>	32			11	3													18	6			1	
<i>Camptostoma obsoletum</i>	3																						
<i>Phaeomyias murina</i>	4			1																1			
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	40							1															
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	30			4																2			
<i>Casiornis fuscus</i>	37			3	6															6	1		
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	28				1			3												2	2		
<i>Myiodinastes maculatus</i>	13				7			2												11	1		
<i>Pachyrhamphus polycopterus</i>	10				2			3															
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	10																						
<i>Vireo olivaceus</i>	7			1	1															1			
<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	2			1																	1		
<i>Cyanocorax cyanopogon</i>	6												2										30
<i>Troglodytes musculus</i>	5																						
<i>Cantorchilus longirostris</i>	13																						
<i>Polioptila plumbea</i>	6	1																					
<i>Turdus rufiventris</i>	9				1																	1	1
<i>Turdus amaurocalinus</i>	18			3	3																	4	8

CAPÍTULO 4: VARIACÃO TEMPORAL NA DIETA DE AVES EM UMA ÁREA DE CAATINGA

Espécie	N	Ast	Bld	Tou	Com	CerJ	Mel	Cac	Cer	Jat	Leg1	Leg2	Leg3	Leg4	Poa1	Poa2	Poa3	Poa4	Cap	Ljp	Fcar	Sem	
<i>Coereba flaveola</i>	3							2															
<i>Nemosia pileata</i>	1																						
<i>Tachyphonus rufus</i>	1						1																
<i>Tangara cayana</i>	1																						
<i>Conirostrum speciosum</i>	3																						
<i>Coryphospingus pileatus</i>	100	22	1	1			2		19						52	9	4					147	
<i>Cyanococcyz brissonii</i>	18	1					7		28						4		267					39	
<i>Icterus cayanensis</i>	1																						

Apêndice 4.4: Legenda com os nomes dos táxons de animais e vegetais, cujas siglas estão citadas nos anexos 5.1, 5.2, 5.3.

Animal	sigla	Vegetal	sigla	Vegetal	sigla
Araneae	Ara	<i>Allamanda blanchetii</i>	All	<i>Leguminosae sp.3</i>	Leg3
Artrópodes não identificados	Art	<i>Alstroemeria inodora</i>	Als	<i>Leguminosae sp.4</i>	Leg4
Coleoptera	Col	<i>Asteraceae sp.</i>	Ast	<i>Lippia sp.</i>	Lip
Diplopoda	Dipl	<i>Bauhinia cheilantha</i>	Bau	<i>Melocactus sp.</i>	Mel
Diptera	Dipt	<i>Bidens sp.</i>	Bid	<i>Passiflora sp.</i>	Pas
Formicidae	For	<i>Cactaceae sp.</i>	Cac	<i>Pilosocereus gounellei</i>	Pil
Gastropode	Gas	<i>Capsicum parvifolium</i>	Cap	<i>Poaceae sp.1</i>	Poa1
Hemiptera	Hem	<i>Ceiba glaziovii</i>	Cei	<i>Poaceae sp.2</i>	Poa2
Homoptera	Hom	<i>Ceratostyles sp.</i>	Cer	<i>Poaceae sp.3</i>	Poa3
Hymenoptera	Hym	<i>Cereus jamacaru</i>	CerJ	<i>Poaceae sp.4</i>	Poa4
Isoptera	Iso	<i>Cissus decida</i>	Cis	<i>Ruellia asperula</i>	Rue
Larvas de insetos	Lar	<i>Cnidocolus loefgrenii</i>	Cni	Sementes não identificadas	Sem
Lepidoptera	Lep	<i>Commiphora leptophloeos</i>	Com	Tacinga inamoena	Tac
Neuroptera (larva)	Neu	<i>Encholirium spectabile</i>	Enc	<i>Tournefortia paniculata</i>	Tou
Oniscidea (Isopoda)	Oni	Frutos carnosos não identificados	Fcar		
Orthoptera	Ort	<i>Ipomoea sp.</i>	Ipo		
Ovo de artrópode	Ovo	<i>Jatropha sp.</i>	Jat		
Proscopiidae	Pro	<i>Leguminosae sp.1</i>	Leg1		
Vertebrados	Ver	<i>Leguminosae sp.2</i>	Leg2		

***ATIVIDADE REPRODUTIVA E CICLO DE MUDAS DE AVES EM
UMA ÁREA DE CAATINGA***

Resumo: A ausência de sobreposição dos períodos da atividade reprodutiva e de mudas das aves tem sido reconhecida como uma importante adaptação ecológica para a existência dos dois processos. Como a reprodução e as mudas ocorrem tipicamente quando há uma maior abundância de recursos alimentares, existe a pergunta de como o ciclo das duas atividades ocorre na caatinga, onde o período de chuvas é curto e de extrema importância para a sazonalidade de recursos alimentares. Esse capítulo descreve a distribuição temporal da ocorrência da atividade reprodutiva e do ciclo de muda, entre dezembro de 2006 e novembro de 2008, em uma área de caatinga no Cariri Paraibano, região onde se encontra o registro mais baixo de chuvas do bioma. Os dados de muda e de ocorrência de placa de incubação foram obtidos através de capturas sistemáticas mensais na área de estudo. O período reprodutivo teve início no mês de fevereiro e estendeu-se até o mês de maio, coincidindo com a estação chuvosa na região. Os picos de ocorrência tanto de muda de penas de vôo como de penas de contorno foram registrados entre os meses de maio e julho. Esse período agrupa o final da estação chuvosa e início da estação seca/verde, mas com paisagem verde, pois as plantas ainda seguram as folhas procedentes do período chuvoso. Desse modo, as atividades de muda e reprodução tiveram uma baixa sobreposição, como acontece em outras áreas neotropicais, e ocorreram em períodos relacionados direta e indiretamente a estação chuvosa.

Palavras-chave: Muda de penas, placa de incubação, reprodução, semi-árido.

A atividade reprodutiva e o ciclo de mudas nas aves estão intimamente relacionados com o ciclo sazonal anual (Snow 1976, Poulin *et al.* 1992). A energia extra, exigida para essas atividades, exerce uma pressão no processo evolutivo para sua ocorrência no período mais favorável do ano (Foster 1975). Tipicamente, a reprodução e as mudas ocorrem quando há uma maior abundância de recursos alimentares (Davis 1945, Poulin *et al.* 1992).

Durante a reprodução, as construções de ninhos exigem elevado gasto energético por parte dos adultos (Lack 1968). Na fase de incubação, a probabilidade de predação é grande e fêmeas tendem a ganhar massa corporal (acúmulo de gordura) em detrimento da eficiência do voo (Slagsvold & Dale 1996). O processo de muda de penas também consome muita energia, tanto pela produção de novas penas como pela depreciação na capacidade de voo, higrofobia e execução de repertórios comportamentais (Klaassen 1995).

A ausência de sobreposição dos períodos das duas atividades tem sido reconhecida como uma importante adaptação ecológica para a existência dos dois processos no ciclo anual sem uma competição por energia (Kendeigh 1949, Farner 1964).

Alguns estudos relevantes sobre ciclos de muda e atividade reprodutiva em comunidades de aves no Neotrópico foram realizados (*eg.* Davis 1945, Miller 1961, Snow 1976, Poulin *et al.* 1992, Piratelli *et al.* 2000, Marini & Durães 2001 e Mallet-Rodrigues 2005). No entanto, esses estudos são ainda escassos diante das grandes diferenças entre as assembléias de aves dos diferentes ambientes da região Neotropical.

No que diz respeito à caatinga, esse tipo de avaliação ainda não foi realizado, apesar de sua extrema importância para investigar adaptações de comunidades de aves que habitam a região. Com são poucos os meses chuvosos na caatinga, de 3 a 5 meses,

quando, teoricamente, a abundância dos recursos alimentares é elevada, será que a atividade reprodutiva e a atividade de muda sobrepõem-se nesse período? Ou alguma delas ocorre em outra época? Ou será que as espécies aproveitam esse período curto para realizar essas atividades, mas sem haver sobreposição? E ainda, será que as espécies dos diferentes grupos tróficos realizam essas atividades simultaneamente?

Para auxiliar na compreensão dessas questões, esse capítulo tem como objetivo evidenciar o período de reprodução e atividade de muda da avifauna e dos diferentes grupos tróficos em que as espécies se enquadram, numa área de caatinga no Cariri Paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de dados

Foram realizadas 24 excursões mensais entre os meses de dezembro de 2006 e novembro de 2008. Cada viagem teve duração de seis dias, em média, com quatro dias de captura em um *grid* com 100ha de área, em ambiente de mata de caatinga arbórea densa.

A captura de aves foi realizada com a utilização de 12 redes de neblina (malha 36mm e tamanho 12 X 2,5m) distendidas 24h em cada expedição. As redes foram montadas em linhas com quatro redes em cada transecto no período de 5h às 11h. O esforço total de captura foi de 6.912 hs.rede.

A ocorrência da placa de incubação (PI) de cada espécie capturada foi verificada com objetivo de reconhecer se os espécimes capturados encontravam-se em algum estágio reprodutivo. A PI tem como finalidade facilitar a transferência de calor corporal para incubar os ovos. A escala para identificar a seqüência de eventos do

desenvolvimento e da regressão da placa de incubação segue as seguintes etapas (IBAMA 1994) (Figura 5.1):

0 – PI ausente. O peito encontra-se mais ou menos emplumado. Nenhuma área do peito ou abdômen evidencia vascularização.

T – onde a placa de incubação está iniciando, mas o número de penas perdidas não é suficiente para incluir-se na classe 1.

1 – as penas do peito foram perdidas e alguma vascularização pode ser vista, mas a maior parte da área apresenta-se ainda lisa e vermelho-escura;

2 – a vascularização é evidente, algumas pregas estão presentes, e algum fluido abaixo da pele começa a tornar-se perceptível, dando a área uma coloração rosáceo-opaca, contrária a coloração vermelho-escura dos músculos;

3 – a vascularização é extrema, a placa de incubação é espessa e enrugada, há muito mais fluido embaixo da pele. Este é o grau máximo de extensão da PI e corresponde, aproximadamente, ao período em que a ave está de fato incubando os ovos;

4 – a maior parte da vascularização desapareceu e o fluido embaixo da pele também. A pele mantém-se ainda espessa e com aparência ressecada e enrugada;

5 – a vascularização e o fluido desapareceram por completo e a maior parte das pregas ou rugas também. Novos canhões de penas estão presentes na área, iniciando então a reposição daquelas que caíram.

Outras evidências reprodutivas também foram observadas como: quaisquer características referentes à construção e/ou encontro de ninho, comportamento de corte e variação na atividade vocal.

A ocorrência de mudas de penas de contorno e de vôo (rêmiges e retrizes) também foi averiguada nos espécimes capturados (Figura 5.2).

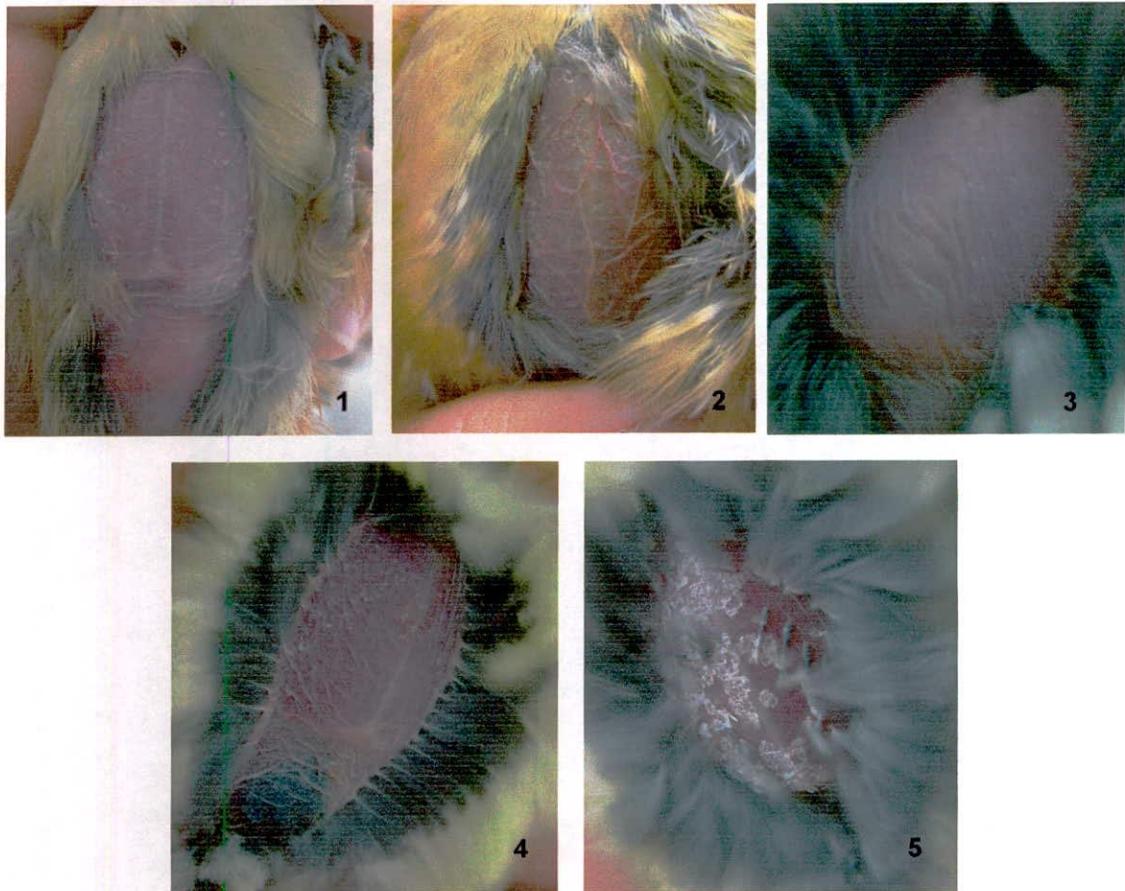


Figura 5.1: Estágios de placa de incubação. 1: Pouca vascularização (lisa e vermelha escura); 2: vascularização evidente (início de pregas e fluidos); 3: vascularização extrema; 4: vascularização e fluidos desaparecendo; 5: sem vascularização nem fluidos e com canchões.

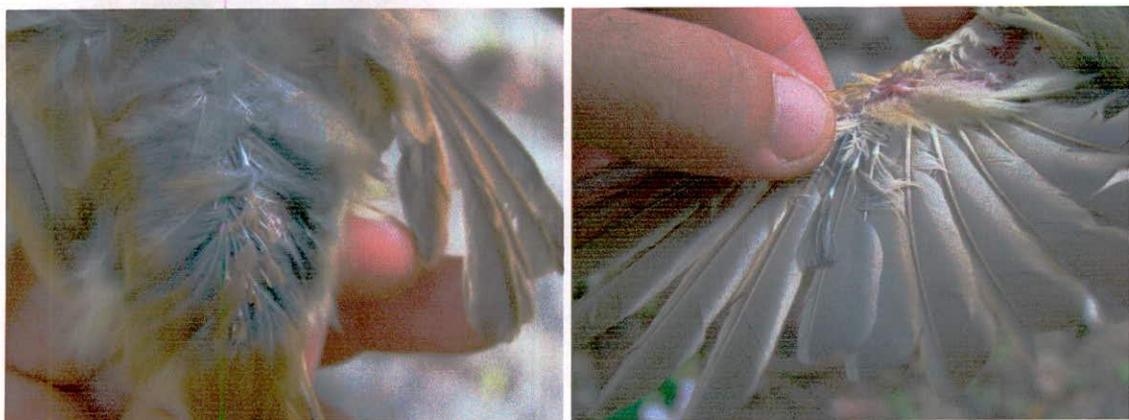


Figura 5.2: Canchões no dorso, exemplificando mudas de contorno, e nas primárias, exemplificando mudas de penas de vôo.

Os dados diários de precipitação, excesso e déficit hídrico do município de Sumé foram obtidos a partir das tabelas de precipitação e evaporação fornecidas pelo Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste (CPTEC 2009).

Foram caracterizados três períodos baseados na precipitação, taxa de excesso e déficit hídrico e fisionomia da vegetação: seca/cinza, chuva/verde e seca/verde (Figura 5.3). O período *seca/cinza* é um período onde não ocorrem chuvas ou a quantidade de precipitação não permite um excesso hídrico e a paisagem é caracterizada por uma vegetação cinza, sem folhas; *chuva/verde* é o período com maior precipitação, excesso hídrico e uma paisagem verde; *seca/verde* compreende um período em que a paisagem, em sua maioria, é verde, a vegetação continua com folhas ou elas começam a cair e, apesar de ainda haver precipitação nesse período, há um déficit hídrico causado pela alta evapotranspiração (Figura 5.3).

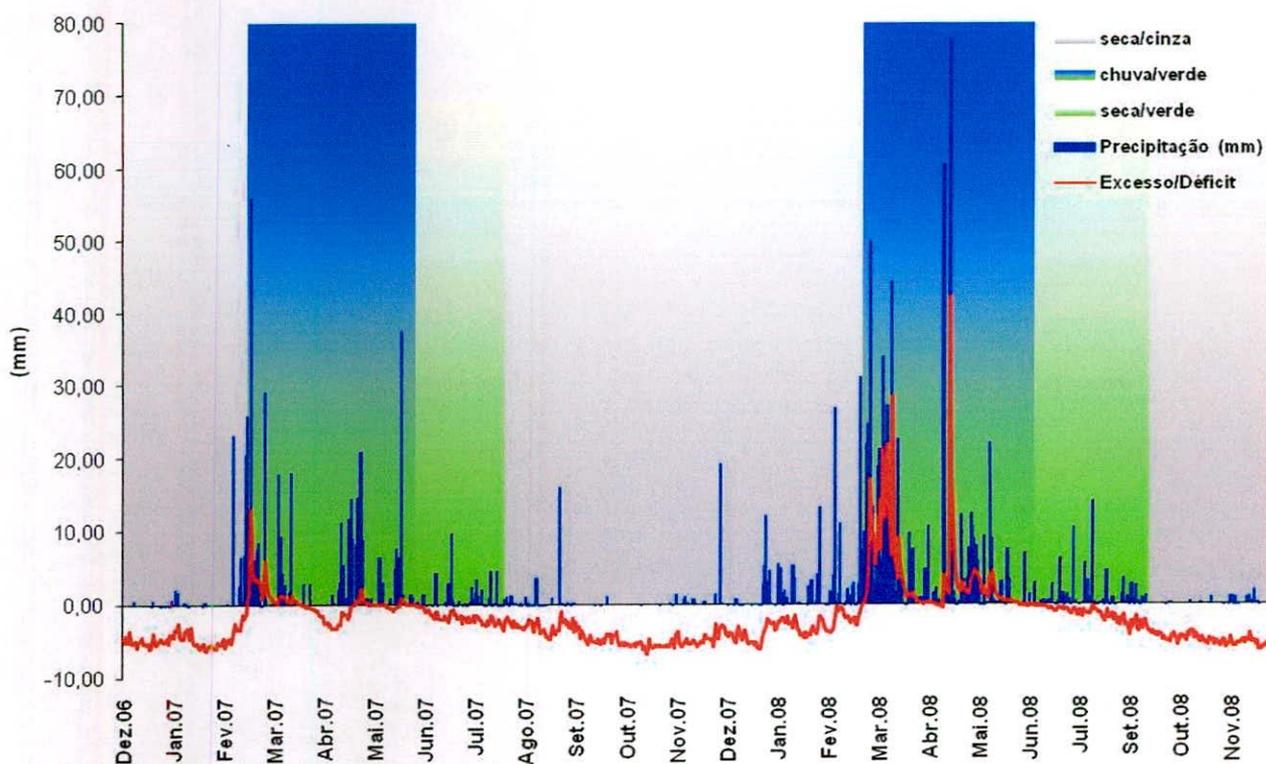


Figura 5.3: Pluviometria, taxa de excesso e déficit hídrico e períodos estacionais na área de estudo, durante os meses de dezembro de 2006 a novembro de 2008.

Análise de dados

O teste de correlação de Spearman foi utilizado para avaliar as relações entre a sazonalidade da precipitação e as frequências mensais de ocorrência de placa de incubação, de jovens e de mudas. O teste de Spearman também foi utilizado para verificar a relação da ocorrência temporal entre os dados de placa e mudas.

RESULTADOS

Houve um total de 1943 registros (capturas e recapturas) de 66 espécies e placas de incubação foram observadas em 140 registros de 30 espécies. A atividade reprodutiva indicada pela presença da placa de incubação teve início, preferencialmente, no mês de fevereiro de 2007 e 2008 e permanecendo e atingindo seu pico entre os meses de março, abril e maio (Figura 5.4). Entre os meses de julho e agosto de 2007 e julho e setembro de 2008 foi observado outro pico na atividade reprodutiva, com expressão menor que o pico mais representativo em abril dos dois anos (Figura 5.4). A partir de abril inicia a ocorrência de indivíduos capturados com placa no estágio 5, ou seja, no final do período incubatório desses indivíduos. A atividade fora do período entre fevereiro e maio é influenciada principalmente pela maior frequência de observação de placas em *Veniliornis passerinus* nesse período. Outras espécies que tiveram registros de placa entre julho e setembro tiveram uma contribuição expressivamente maior entre fevereiro e maio, inversamente ao observado em *V. passerinus* (Figura 5.5).

O período em que foi verificada a maior ocorrência de jovens nas capturas compreendeu principalmente os meses de maio e junho (Figura 5.4). Em maio de 2007 foi capturado manualmente um filhote de *Cyanocorax cyanopogon*, provavelmente recém caído do ninho, sem a plumagem necessária estar formada. Esse filhote foi anilhado e solto no mesmo local de captura, onde um par de indivíduos da mesma espécie logo chegou após os apelos do filhote.

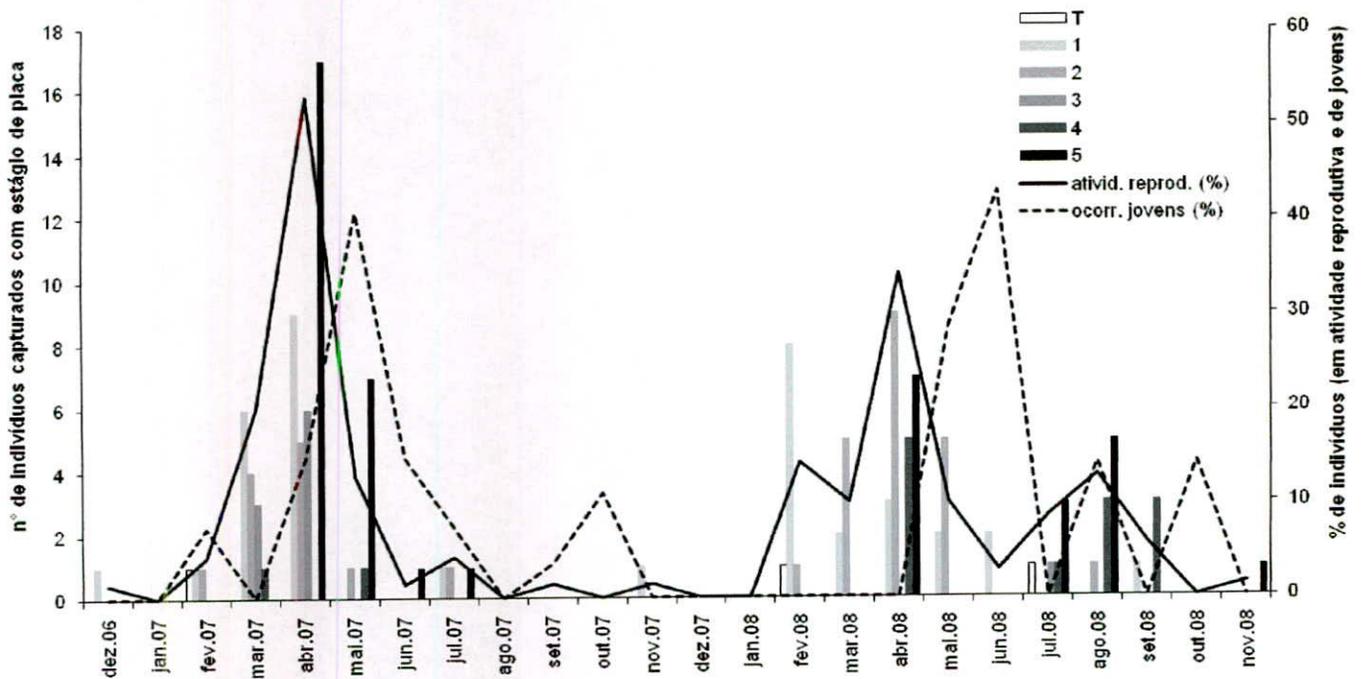


Figura 5.4: Frequência mensal dos estágios de placa de incubação, da atividade reprodutiva e da ocorrência de jovens nas espécies de aves capturadas em uma área de caatinga no Cariri Paraibano, durante os meses de dezembro de 2006 a novembro de 2008.

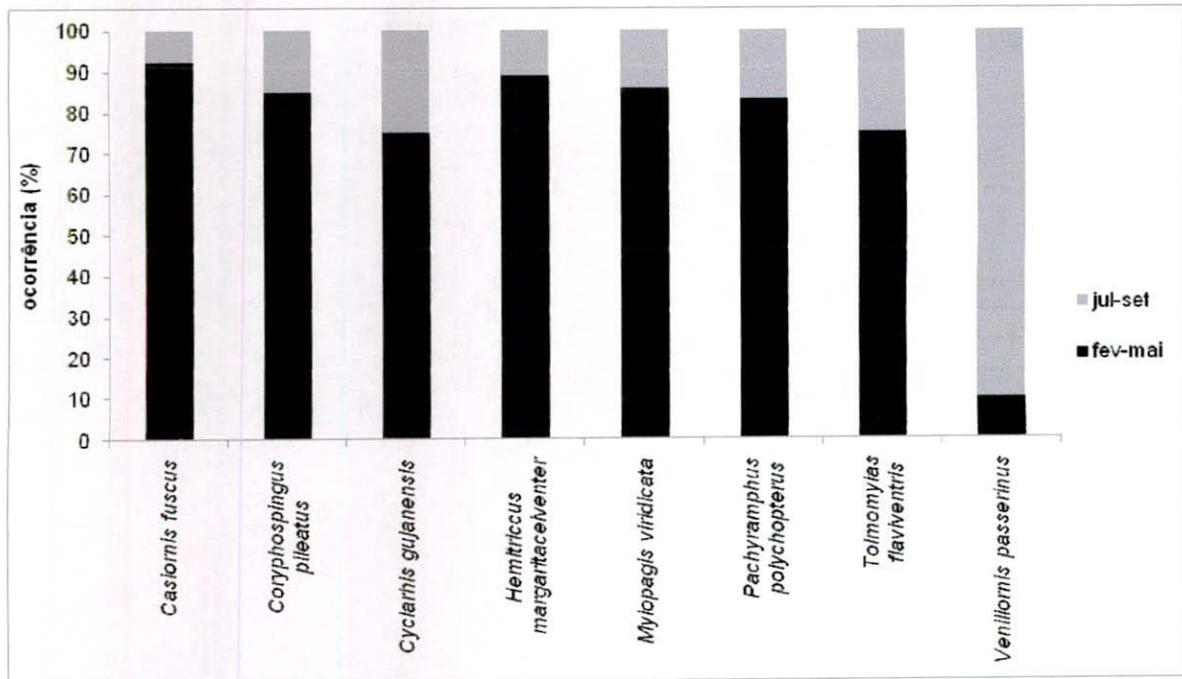


Figura 5.5: Representatividade da atividade reprodutiva das espécies que apresentaram placas de incubação entre fevereiro e maio e entre julho e setembro.

A frequência da atividade reprodutiva teve uma correlação positiva e altamente significativa com a precipitação pluviométrica ($r_s = 0,72$ $p < 0,0001$). No entanto, a frequência da atividade reprodutiva não apresentou correlação significativa com a ocorrência de jovens ($r_s = 0,22$ $p > 0,05$).

Outras espécies que não tiveram registros de placa de incubação, seja por não apresentar placa ou pela dificuldade de captura, foram registrados na área com ninhos ativos como, por exemplo, *Crypturellus tataupa*, *Leptotila verreauxi*, *Caprimulgus hirundinaceus* e *Chlorostilbon lucidus* (Figura 5.6).



Figura 5.6: Exemplos de ninhos ativos e ovos encontrados em uma área de caatinga no Cariri Paraibano entre os meses de fevereiro e maio em 2007 e 2008. A - *Crypturellus tataupa*, B - *Leptotila verreauxi*, C - *Caprimulgus hirundinaceus* e D - *Chlorostilbon lucidus*.

Em dezembro de 2006, foram avistados dois ninhos de *Furnarius leucopus* em construção e um ninho de *Hirundinea ferruginea* com um ovo. No entanto, no mês de janeiro seguinte, no qual não foi observada nenhuma evidência reprodutiva nas aves capturadas, o ovo não se encontrava mais no ninho, tendo sido possivelmente predado.

Mudas de contorno e mudas de penas de vô ocorreram em 724 e 335 registros de 53 e 44 espécies, respectivamente. Os picos de ocorrência de mudas foram observados entre os meses de abril e agosto (Figura 5.7). As mudas de penas de contorno tiveram também um pico menos expressivo num período anterior, no mês de fevereiro (Figura 5.7). A frequência da atividade de muda de contorno teve uma correlação positiva e significativa com a precipitação pluviométrica ($r_s = 0,47$ $p < 0,05$). No entanto, essa correlação não foi observada com a frequência da atividade de muda de penas de vô ($r_s = 0,35$ $p > 0,05$).

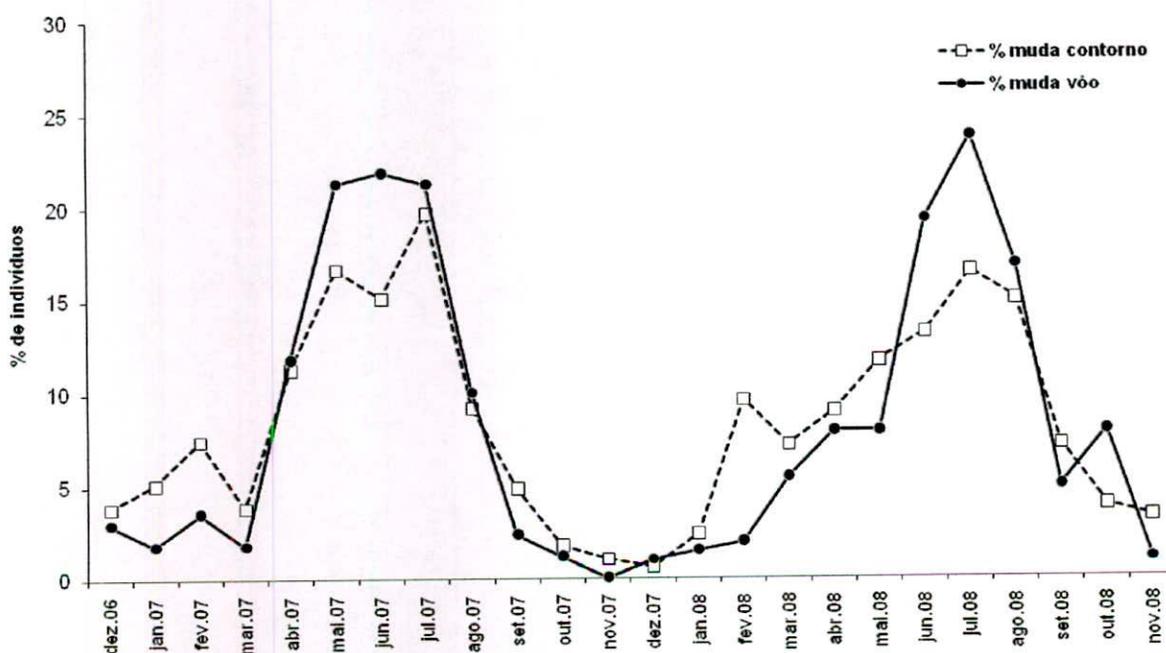


Figura 5.7: Frequência mensal da atividade de muda de penas de contorno e penas de vô em espécies de aves capturadas em uma área de caatinga no Cariri Paraibano, durante os meses de dezembro de 2006 a novembro de 2008.

Dos 865 registros de placa e mudas nas aves capturadas, foi observada uma sobreposição de 2,31% de indivíduos com estágios com placa e mudas de contorno. Uma sobreposição de 0,46% foi observada quando verificadas mudas de penas de vô e

ocorrência de placa de incubação. A atividade reprodutiva ocorreu principalmente no período chuva/verde nos dois anos (Figura 5.8). Apesar de fevereiro de 2008 ser caracterizado como seca/cinza, as chuvas mais expressivas nesse ano tiveram início a partir desse mês, embora isso não tenha modificado a aparência da vegetação na área (Figura 5.3). As atividades de mudas ocorreram principalmente entre a segunda metade do período chuva/verde e o período seca/verde (Figura 5.8). Portanto, verifica-se que a sobreposição do período de ocorrência de atividade reprodutiva e de mudas ocorre na segunda metade do período chuva/verde, durante o final e o início das duas atividades, respectivamente.

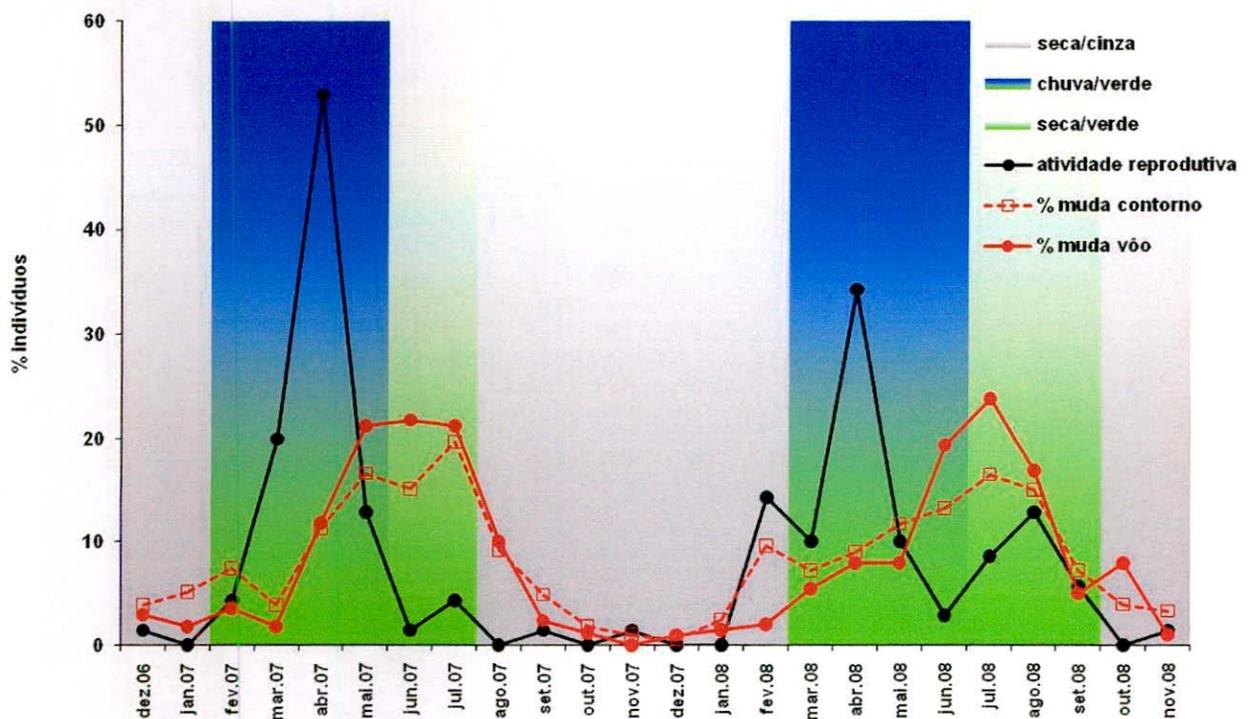


Figura 5.8: Frequência mensal da atividade reprodutiva e ciclos de muda em espécies de aves capturadas em uma área de caatinga no Cariri Paraibano, durante os meses de dezembro de 2006 a novembro de 2008.

A comparação das atividades de reprodução e muda entre diferentes grupos tróficos revelou pequenas diferenças do padrão geral. Os insetívoros apresentaram a mesma variação das observações totais (Figura 5.9). *Elaenia spectabilis*, única representante dos frugívoros analisada, não teve um número representativo de dados, com apenas um registro de placa em fevereiro, mas os dados de mudas entre maio e junho e a não ocorrência de placas nos mesmos indivíduos sugere, um padrão semelhante ao geral (Figura 5.9). A atividade reprodutiva dos insetívoros-frugívoros e insetívoros-granívoros iniciou em março, um tempo depois do padrão geral, mas finalizou em maio com um segundo pico menor entre julho e agosto. No entanto, o período e os picos das atividades de mudas diferiram entre os dois grupos-tróficos. As mudas dos insetívoros-frugívoros ocorreram principalmente entre abril e junho com picos em maio e junho. A ocorrência das mudas nos insetívoros-granívoros teve um período mais longo, de abril a novembro, com picos em agosto (Figura 5.9). Os granívoros, representados pela família Columbidae, que não tiveram dados de placa registrados nas análises, apresentaram ocorrências representativas de muda entre abril e outubro e picos entre junho e julho e outro em setembro (Figura 5.9). Ninhos de espécimes de Columbidae foram registrados com ovos e ninhegos entre fevereiro e abril (Figura 5.6). Os espécimes de Trochilidae, nectarívoros-insetívoros, demonstraram resultados semelhantes aos Columbidae, no entanto, com várias lacunas temporais na ocorrência dos dados (Figura 5.9).

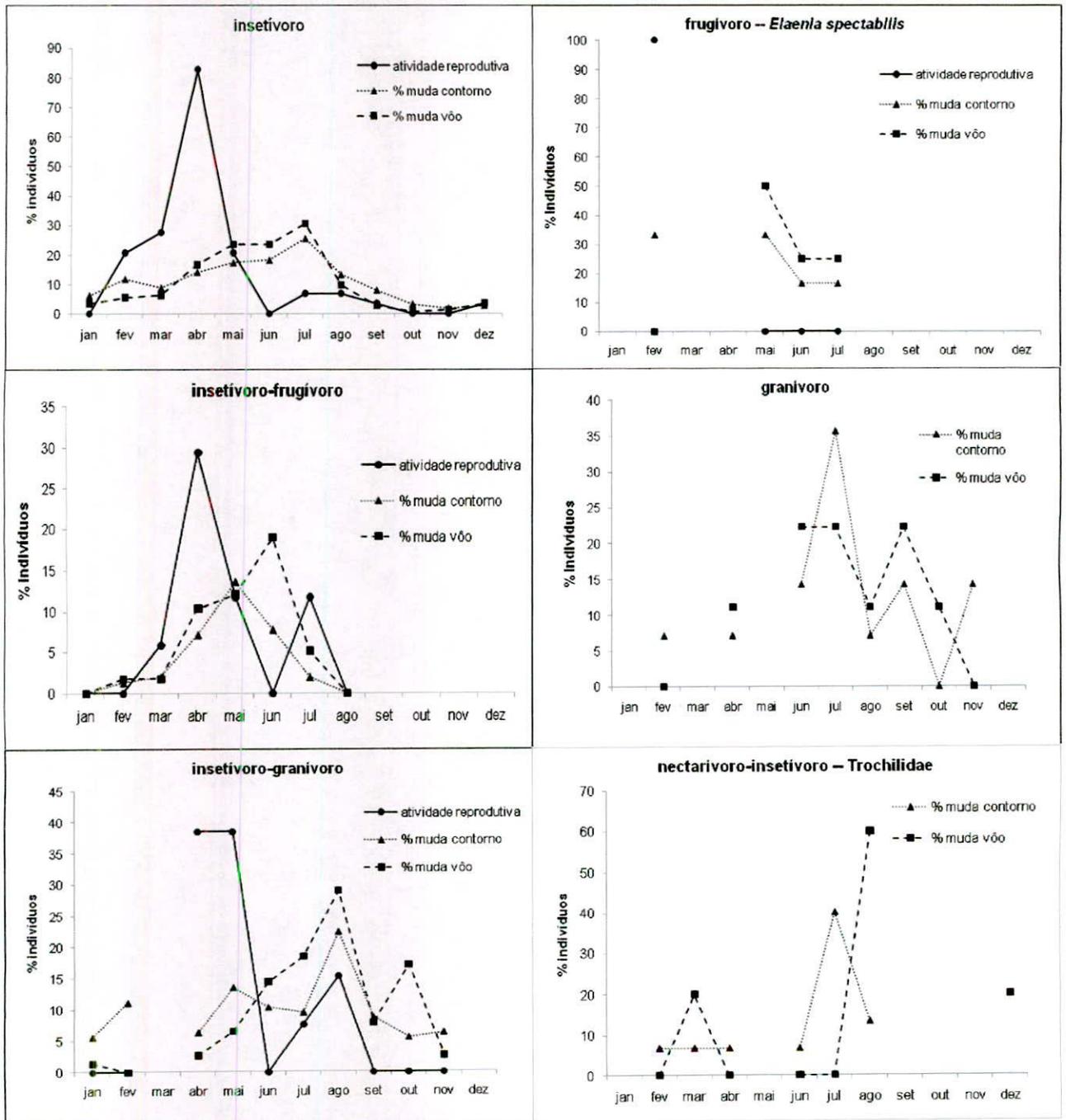


Figura 5.9: Variação temporal da atividade reprodutiva e de muda de penas em grupos-tróficos de aves capturadas em uma área de caatinga no Cariri Paraibano.

DISCUSSÃO

A atividade reprodutiva da grande maioria das espécies analisadas ocorre durante a estação chuvosa, com a exceção de *Veniliornis passerinus*. A precipitação pluviométrica não é uniforme em toda caatinga, nem em quantidade, nem em período de ocorrência. No entanto, a atividade reprodutiva da avifauna deve estar relacionada com

a pluviosidade em toda região, como citado nas observações de Santos (2004), no sul do estado do Piauí.

Em outros ambientes no Brasil, a atividade reprodutiva inicia-se no final da estação seca e continua na primeira metade da estação chuvosa, como ocorre em áreas de cerrado, cerradão e mata de galeria no estado de Mato Grosso do Sul (Piratelli *et al.* 2000); em matas de galeria semi-decíduas e outras manchas florestais em enclaves no cerrado, em Minas Gerais e no Distrito Federal (Marini & Durães 2001); e em floresta atlântica de encosta no sudeste brasileiro (Mallet-Rodrigues 2005). No entanto, em áreas de vegetação árida e semi-árida no norte da Venezuela (Poulin *et al.* 1992), que apresentam variação sazonal de pluviosidade semelhante à caatinga, a atividade reprodutiva da avifauna ocorre na estação chuvosa, como observado no presente trabalho. Nos primeiros meses de chuva são observados estágios iniciais de placa de incubação (Figura 6.4), de modo que a ocorrência das primeiras chuvas parece ser um estímulo ambiental para o início do processo de reprodução das aves em ambientes áridos e semi-áridos no Neotrópico.

Durante este estudo, o período chuvoso iniciou-se no mês de fevereiro e, desse modo, a nidificação em dezembro de 2007, como foi citado para algumas espécies, implicaria em exigências tais como: escolha de um local seguro para proteger-se de predadores, pois a vegetação se apresenta quase que totalmente sem folhas, tornando o local desprovido de obstáculos visuais; e escolha de ambiente com condições favoráveis, com relação à temperatura e umidade, visto que a maioria dos locais estava sem proteção à radiação solar que incide diretamente na maioria dos ambientes. A área de forrageio dos adultos também estaria comprometida com a defesa do ninho. O ninho de *Hirundinea ferruginea*, encontrado em dezembro, estava localizado em uma fenda na pedra de uma serra, a uma altura de cerca de 8m, onde localmente concentra-se mais

umidade e, teoricamente, mais recursos. No entanto, não houve sucesso reprodutivo. Talvez uma pequena quantidade de chuvas em um período brevemente anterior possa ter estimulado a atividade reprodutiva de alguns indivíduos, porém a falta da manutenção das chuvas, que não alterou o ambiente seco, pode ter influenciado no sucesso reprodutivo.

De modo geral, o período da atividade reprodutiva não variou entre os grupos tróficos, mas os insetívoros-frugívoros e insetívoros-granívoros apresentaram um retardo no início da atividade reprodutiva, com registros apenas nas amostragens de março, em comparação aos insetívoros, nos quais os registros de placa iniciaram em fevereiro. Os três grupos tróficos finalizaram o período de incubação em maio, conseqüentemente, os insetívoros apresentaram um período reprodutivo um pouco mais extenso que os insetívoros-frugívoros e insetívoros-granívoros. Uma hipótese possível para explicar o pequeno retardo do início da reprodução desses grupos, em relação aos insetívoros, é a proximidade do período de exploração de frutos e sementes secas. Esses itens só foram encontrados nas amostras estomacais das aves capturadas a partir de abril, entretanto alguns grupos de artrópodes, coleópteras e larvas, foram encontrados com picos de abundância nas amostras de fevereiro (Capítulo 4).

A sincronia geral dos períodos reprodutivos dos diferentes grupos tróficos em três ou quatro meses consecutivos confronta com alguns estudos realizados em áreas úmidas (eg. Skutch 1950, Snow & Snow 1964, Stiles 1980). Esses autores demonstraram que nectarívoros e frugívoros iniciam a reprodução até a metade da estação seca, os insetívoros no fim da estação seca e início da chuvosa e os granívoros na estação chuvosa. No entanto, a sincronia observada no presente estudo é similar ao observado em matas de galeria e manchas florestais no cerrado no centro-sul do Brasil

(Marini & Durães 2001), e em áreas de vegetação árida e semi-árida no norte da Venezuela (Poulin *et al.* 1992).

A reprodução de *Veniliornis passerinus* fora do período de ocorrência da maioria das outras espécies é um caso interessante, porém ainda sem muitos elementos para análise. Neste estudo não obtivemos também dados de placa de *Piculus chrysochloros* e apenas um de *Picumnus fulvescens*, que ocorreu em agosto, semelhante a *V. passerinus*. Um registro anterior de ninho em cavidade de *V. passerinus* foi descrito em um tronco morto, em uma área de caatinga no interior da Paraíba (Almeida & Teixeira 2002). Talvez a nidificação dos Picidae em cavidade seja uma estratégia que possibilite a reprodução no início do período seco, com menor cobertura de folhas na vegetação que no período chuvoso. No entanto, a reprodução de *V. passerinus*, como de possivelmente outros Picidae em ambientes de caatinga, merece um estudo mais detalhado.

Em fevereiro, no início da atividade reprodutiva, um pico de mudas de penas de contorno foi observado, sem mudas expressivas de penas de vôo. Esse pico deve estar relacionado ao ciclo pré-nupcial, quando as penas do corpo são substituídas, promovendo muitas vezes alteração do colorido, como já descrito para aves no território brasileiro (Sick 1997). Em abril, quando se observa um pico na atividade reprodutiva, inicia-se o período mais expressivo do ciclo de muda, tanto de penas de contorno como de vôo. Esse período está relacionado com o período de recrutamento e com o período de muda pós-reprodutiva, onde vários adultos foram capturados no estágio final de placa e com mudas das penas desgastadas de vôo. Essas observações são corroboradas por vários estudos nas regiões tropical e temperada, onde o começo do ciclo de muda está quase sempre associado ao final do ciclo reprodutivo (Snow 1976, Poulin *et al.* 1992, Ralph & Fancy 1994, Piratelli *et al.* 2000, Marini & Durães 2001, Mallet-Rodrigues 2005).

A duração do período de mudas, principalmente mudas de penas de vôo, variou entre os grupos tróficos. Os insetívoros-frugívoros demonstraram um período mais curto com quatro meses de duração, nos insetívoros e granívoros a duração foi de cerca de sete meses, e nos insetívoros-granívoros cerca de oito meses. O período mais curto de mudas dos insetívoros-frugívoros pode estar relacionado à migração. A maioria das espécies desse grupo trófico é caracterizada por espécies que migram para a caatinga durante a estação chuvosa e, geralmente durante o período de seca/verde, deslocam-se da região. A diminuição do período de mudas pode ser uma estratégia para evitar sobreposição do consumo energético da atividade de mudas com o deslocamento migratório e, ainda, providenciar uma composição de penas de vôo novas, sem desgaste para a migração. A ausência de sobreposição de muda e migração e o aumento do comprimento das primárias no período de partida são exemplificados para espécies migratórias de longa distância, entre continentes, como os maçaricos (*eg.* Stresemann & Stresemann 1966, Zwarts *et al.* 1990, Rodrigues *et al.* submet.). Essas estratégias são sugestivas para estudos das espécies migratórias que ocorrem na caatinga.

Segundo Foster (1974), em regiões tropicais haveria uma alta sobreposição entre os ciclos de muda e reprodução comparados à sobreposição desses ciclos em regiões temperadas, devido a um prolongamento do período reprodutivo em regiões tropicais. A duração do período reprodutivo na área de estudo foi de três a quatro meses, semelhante ao observado por Poulin *et al.* (1992), Piratelli *et al.* (2000) e Mallet-Rodrigues (2005), porém mais curto que o observado por Marini & Durães (2001), sete meses. No entanto, a sobreposição entre reprodução e muda foi baixa nessas diferentes áreas no Neotrópico, contrapondo a hipótese de Foster (1974). Na caatinga, mesmo com as chuvas concentradas e abundância de recursos nesse mesmo período, a ausência de sobreposição dos ciclos é consolidada como uma importante adaptação ecológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida A.C.C. & D.M. Teixeira. 2002. Sobre a nidificação de *Veniliornis passerinus* (Linnaeus, 1766) (Aves, Picidae) no nordeste do Brasil. *Revista Nordestina de Biologia*. 16: 65-69.
- CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. 2009. *Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste*. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/proclima>.
- Davis D.E. 1945. The anual cicle of plants, mosquitoes, birds and mammals in two Brazilian forests. *Ecological Monographys*. 15: 243-295.
- Farner D. S. 1964. The photoperiodic control of reproductive cycles in birds. *American Scientific* 52:137-156.
- Foster M. S. 1974. A model to explain molt-breeding overlap and clutch size in some tropical birds. *Evolution* 28:182-190.
- Foster M. S. 1975. The overlap of molting and breeding in some tropical birds. *The Condor* 77:304-314.
- IBAMA. 1994. *Manual de Anilhamento de Aves Silvestres*. 2ª ed. Brasília. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
- Kendeigh S. C. 1949. Effect of temperature and season on the energy resources of the English Sparrow. *The Auk* 66:113-127.
- Klaassen M. 1995. Moults and basal metabolic costs in males of two subspecies of stonechats: the European *Saxicola torquata rubicula* and African *S. t. axillaris*. *Oecology*. 104:424-432.
- Lack D. 1968. *Ecological adaptations for breeding in birds*. London: Methwen.

- Mallet-Rodrigues F. 2005. Molt-Breeding cycle in passerines from a foothill forest in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 13:155-160.
- Marin, M. A. & R. Durães. 2001. Annual patterns of molt and reproductive activity of passerines in south-central Brazil. *The Condor*. 103: 767-775.
- Miller A. H. 1961. Molt cycles in equatorial Andean Sparrows. *The Condor* 63:143-161.
- Piratelli A. J., M. A. C. Siqueira & L. O. Marconde-Machado. 2000. Reprodução e muda de penas em aves de sub-bosque na região leste de Mato Grosso do Sul. *Ararajuba* 8:99-107.
- Poulin B., G. Lefebvre, and R. Mcneill. 1992. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology* 73:2295-2309
- Ralph C. J. & S. G. Fancy. 1994. Timing of breeding and molting in six species of Hawaiian honeycreepers. *The Condor*. 96:151-161.
- Rodrigues R.C., S.M. Azevedo Júnior, M.E.L. Larrazábal & H.F.P. Araujo (submet.) Temporal variations of body mass and plumage in *Arenaria interpres* (Aves: Scolopacidae) along the Brazilian coast. *Revista Brasileira de Zoologia*.
- Santos M.P.D. 2004. As comunidades de aves em duas fisionomias da vegetação da Caatinga no estado do Piauí, Brasil. *Ararajuba*. 12(2): 113-123.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira.
- Skutch A. F. 1950. The nesting seasons of Central American birds in relation to climate and food supply. *Ibis* 92: 185-222.
- Slagsvold, T & S. Dale. 1996. Disappearance of female Pied flycatchers in relation to breeding stage and experimentally induced molt. *Ecology*. 77:461-471
- Snow D. W. & B. K. Snow. 1964. Breeding seasons and annual cycles of Trinidad land-birds. *Zoologica* 49: 1-39.

Snow D. W. 1976. The relationship between climate and annual cycles in the Cotingidae. *Ibis*. 118:366– 401.

Stiles F. G. 1980. The annual cycle in a tropical wet forest hummingbird community. *Ibis* 122:322-343.

Stresemann E. & V. Stresemann. 1966. Die Mäusen der Vögel. *Journal für Ornithology* 107(special no.):viii - 445 p.

Zwarts L., B.J. Ens, M. Kersten & T. Piersma. 1990. Moulting, mass and flight range of waders ready to take off long-distance migrations. *Ardea* 78:339-364.