

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

ESPÉCIES VEGETAIS ESTRATÉGICAS À CONSERVAÇÃO DE
***ANTILOPHIA BOKERMANNI*, AVE AMEAÇADA E ENDÊMICA DA**
CHAPADA DO ARARIPE, CEARÁ, BRASIL: RIQUEZA, USO E
DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE RECURSOS

KARINA VIEIRALVES LINHARES

RECIFE - PE
2009

KARINA VIEIRALVES LINHARES

**ESPÉCIES VEGETAIS ESTRATÉGICAS À CONSERVAÇÃO DE
ANTILOPHIA BOKERMANNI, AVE AMEAÇADA E ENDÊMICA DA
CHAPADA DO ARARIPE, CEARÁ, BRASIL: RIQUEZA, USO E
DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE RECURSOS**

RECIFE - PE

2009

KARINA VIEIRALVES LINHARES

**ESPÉCIES VEGETAIS ESTRATÉGICAS À CONSERVAÇÃO DE
ANTILOPHIA BOKERMANNI, AVE AMEAÇADA E ENDÊMICA DA
CHAPADA DO ARARIPE, CEARÁ, BRASIL: RIQUEZA, USO E
DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE RECURSOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Biologia Vegetal da Universidade Federal de
Pernambuco como parte dos requisitos necessários
à obtenção do título de Doutor em Biologia
Vegetal.

Orientadora: Dra. Isabel Cristina S. Machado
Co-orientadora: Dra. Francisca Soares de Araújo

RECIFE - PE

2009

Linhares, Karina Vieiralves

Espécies vegetais estratégicas à conservação de *Antilophia bokermanni*, ave ameaçada e endêmica da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil: riqueza, uso e distribuição temporal de recursos / Karina Vieiralves Linhares. – Recife: O Autor, 2009.

143 folhas: il., fig., tab.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, 2009.

Inclui bibliografia e anexo.

1. Passeriformes 2. Soldadinho-do-Araripe 3. Preservação de espécies 4. Endemismo. I Título.

**598.8
598.8**

**CDU (2.ed.)
CDD (22.ed.)**

**UFPE
CCB – 2009- 082**

“We have no right to exterminate the species that evolved without us. We have the responsibility to do everything we can to preserve their continued existence”
Sir David Attenborough (em Agosto/2008, no evento British Birdwatching Fair, na Inglaterra, quando se tornou padrinho do soldadinho-do-araripe).

Dedico esta Tese ao ***soldadinho-do-araripe*** que me motivou a realizar este trabalho na esperança de poder contribuir, efetivamente, pela sua conservação... que o seu canto continue ecoando nessas lindas matas...

AGRADECIMENTOS

Muitas instituições e pessoas contribuíram para que eu concretizasse mais esta etapa da minha vida e eu as agradeço sinceramente:

- À Funcap e ao CNPq pelas bolsas concedidas;
- À Coordenação da Pós-graduação em Biologia Vegetal em nome dos professores Iva Carneiro e Marccus Vinícius Alves e Marcelo Tabarelli e Andréa Pedrosa/Ariadna Valentina;
- Às professoras Isabel Cristina Sobreira Machado e Francisca Soares Araújo (Tchesca) pela orientação e co-orientação, respectivamente, agradeço a disposição constante em discutir sobre este trabalho e a me orientar da melhor forma;
- Aos funcionários da Secretaria da Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Hidelbrando, Patrícia, Rafaela e outros pelo auxílio, com simpatia e cortesia, nos trâmites burocráticos;
- Ao soldadinho-do-araripe pelo fato de sua existência me permitir estar em contato com a magnífica natureza que é seu lar...;
- Ao Weber por ter mostrado ao mundo científico (juntamente com o Profº Galileu) ave tão magnífica como o soldadinho-do-araripe e também pelo amor, compreensão, paciência e apoio em várias etapas da vida e da pesquisa;
- Aos meus pais, pelo amor e apoio;
- Ao Dr. Marco Bosia, ao Fabio, à Mazé, ao Paulo Levy, ao Volkmar, pelo apoio logístico nas áreas de estudo e pela amizade;
- Ao pessoal da Aquasis, setor da Biodiversidade, pelas diversas “caronas” em suas viagens e pelas observações da dieta do soldadinho-do-araripe repassadas;
- À Ana Virgínia, ao André Maurício, à Patrícia Cara, à Michele, à Ana Carolina, ao Gilmar, ao Marcondes e à Tarcila pela amizade e apoio constante em todos os momentos e ao Leonhard pela construção do climatograma;
- Aos colegas do PPGBV pela agradável convivência;
- Ao Ciro Albano pelas imagens cedidas às apresentações dos seminários e da Tese;
- À Nice pela grande força e pela constante disposição em me acompanhar no campo e pela amizade e à Maria, ao Seu Antônio, ao Seu Cícero, ao Seu Tonho, ao Almir e ao Fernando pela disposição constante em me ajudar e pela amizade;
- À Jacira e à Tchesca pela ida ao campo no início da pesquisa e à Tchesca pelo empréstimo de parte do material de coleta de campo e doação de parte do material de montagem das exsiccatas;

- Ao Seu Mundô pela ajuda na identificação das espécies no campo no início da pesquisa;
- Aos botânicos pela identificação das plantas: Dr. Marcondes Oliveira, Dra. Fátima Lucena, Msc. Anderson, Msc. Elisabeth Córdula, Msc. Diogo, Msc. Jefferson, Msc. João Batista Oliveira, Msc. Shirley e aos professores Dra. Roxana Cardoso, Dr. Marccus Alves, Dr. Augusto Santiago e Dr. Sérgio Xavier;
- Aos pesquisadores do IPA, em especial à Dra. Bernadete, Dra. Rita, Olívia, Juliana e Fátima pelas identificações das espécies vegetais;
- Ao Wilson Lima-Verde, pelo auxílio na identificação de parte do material botânico e à todos do Herbário Prisco Bezerra (Profa Dra. Lígia Queiroz, Prof. Msc.: Edson e Adalberto) pelo apoio e doação do material à montagem exsicatas e à Elane pela montagem das exsicatas;
- Aos pesquisadores do Jardim Botânico do Rio de Janeiro: Dra. Marli Pires, Dra. Ângela Studart, Dra. Elsie Guimarães, Dr. Haroldo Lima, Dr. Cyl Farney, Dr. Ronaldo Marquete, Dr. Gustavo Martinelli, Dr. José Fernando, Dr. Vidal e ao Msc. José Eduardo Meireles pela identificação e confirmação de espécies vegetais;
- Aos pesquisadores da Universidade de São Paulo (Dr. José Rubens Pirani e Dr. Renato Mello-Silva) pela identificação e confirmação de espécies vegetais;
- Aos membros da banca de qualificação, Dr. André Maurício (CAV), Dra. Ariadna Valentina (UFPE), Dra. Sônia Roda (CEPAN) pelas valiosas sugestões dadas.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Frutos utilizados por *Antilophia bokermanni*, ave ameaçada de extinção e endêmica da Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil

Figura 1: (A) Mapa do Brasil, (B) e os Estados do Ceará, Piauí e Pernambuco, cujas divisas situa-se (C) a Chapada do Araripe, (D) com destaque a Floresta Estacional perene, presente apenas na sua vertente nordeste, nos Municípios do Crato, de Barbalha e de Missão Velha, no Ceará.

Figura 2: A. Indivíduo verde (macho jovem ou fêmea) de *Antilophia bokermanni* utilizando a tática de forrageio pousado juntamente com a estratégia de consumo bicar (circulado) em *Cecropia pachystachya* (Urticaceae), B. Macho adulto de *Antilophia bokermanni* utilizando a tática de forrageio pousado e estratégia de consumo engolir em *Miconia ibaguensis* (Melastomataceae), na Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, Ceará. (Fotos: Ciro Albano e Edson Endrigo, respectivamente).

CAPÍTULO 2

Espécies vegetais utilizadas como suporte para ninhos de *Antilophia bokermanni*, ave ameaçada e endêmica da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil

Figura 1: (A) Mapa do Brasil, (B) e os Estados do Ceará, Piauí e Pernambuco, cujas divisas situa-se (C) a Chapada do Araripe, (D) com destaque a Floresta Estacional perene, presente apenas na sua vertente nordeste, nos Municípios do Crato, de Barbalha e de Missão Velha, no Ceará.

Figura 2: A. Fêmea de *Antilophia bokermanni* sobre o ninho construído em uma espécie de Piperaceae e B. Ninho com dois ovos construídos sobre *Henriettea succosa* (Melastomataceae), na Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, Ceará (Fotos: Ciro Albano).

CAPÍTULO 3

Fenologia reprodutiva de espécies vegetais utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni*, ave ameaçada de extinção e endêmica da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil

Figura 1: (a) Mapa do Brasil, (b) em detalhe os Estados de Pernambuco, Piauí e Ceará e (c) localização da Chapada do Araripe, com destaque a Floresta Estacional perene, presente apenas na sua vertente Nordeste, no Ceará, (d) nos Municípios do Crato, de Barbalha e de Missão Velha, com a área de estudo indicada pela seta (Mapa: Weber Girão). (e) Imagem da Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, Ceará, Brasil (f) e imagem de satélite da área de estudo (Fonte: Google Earth).

Figura 2: Diagrama climático adaptado de Walter & Lieth (1960), da Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, Ceará. Temperatura média (Fonte: Departamento de Ciências Atmosféricas, UFPB). Precipitação média (1912-2006) e precipitação do período do estudo (agosto/2006-julho/2008) (Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia-Funceme). Zona preta: período superúmido, com precipitação superior à 100 mm, Zona de traços verticais: período úmido, Zona pontilhada: período seco.

Figura 3: Fenograma do percentual (a) de indivíduos (n=122) e (b) de espécies (n=13) vegetais utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni*, na Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, Ceará. □ Botão, ▤ Flor, ▣ Fruto imaturo, ■ Fruto maduro, — precipitação.

Figura 4: Fenofase floração (••• botão e — flor) das 13 espécies (n=122) utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni* na Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, Ceará, nordeste do Brasil. (a) *Hirtella glandulosa* (n=10); (b) *Miconia ibaguensis* (n=10); (c) *Hieronyma alchorneoides* (♂) (n=6); (d) *Hieronyma alchorneoides* (♀) (n=7); (e) *Miconia chamissois* (n=10); (f) *Clidemia biserrata* (n=10); (g) *Cecropia pachystachya* (♂) (n=5); (h) *Cecropia pachystachya* (♀) (n=5); (i) *Myrcia splendens* (n=1); (j) *Simarouba amara* (♂) (n=2); (k) *Simarouba amara* (♀) (n=6); (l) *Psychotria colorata* (n=10); (m) *Henriettea succosa* (n=10); (n) *Byrsonima sericea* (n=10); (o) *Siparuna guianensis* (n=10) e (p) *Heliconia psittacorum* (n=10). As barras cinzas correspondem à estação chuvosa.

Figura 5: Fenofase frutificação (···fruto imaturo e — fruto maduro) das 13 espécies pistiladas (n=104-109) utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni* na Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, Ceará, nordeste do Brasil. (a) *Hirtella glandulosa* (n=10); (b) *Miconia ibaguensis* (n=10), (c) *Hieronyma alchorneoides* (n=7), (d) *Miconia chamissois* (n=10); (e) *Clidemia biserrata* (n=10); (f) *Cecropia pachystachya* (n=5); (g) *Myrcia splendens* (n=1); (h) *Simarouba amara* (n=6); (i) *Psychotria colorata* (n=10); (j) *Henriettea succosa* (n=10); (k) *Byrsonima sericea* (n=10); (l) *Siparuna guianensis* (n=10) e (m) *Heliconia psittacorum* (n=10). As barras cinzas correspondem à estação chuvosa.

Figura 6: Fenofases botão e flor de algumas espécies utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni*, Chapada do Araripe, Ceará. a) flores de *Miconia ibaguensis*; b) botões de *Miconia chamissois*; c) flores de *Myrcia splendens*; d) flor (circuladas) (e fruto imaturo) de *Siparuna guianensis*; e) flores de *Psychotria colorata*; f) botão de *Henriettea succosa*; g) flor de *Henriettea succosa*; e h) botão e flor de *Byrsonima sericea*.

Figura 7: Fenofases fruto imaturo e maduro de algumas espécies utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni*, Chapada do Araripe, Ceará. a) frutos imaturos e maduros (e flores) de *Hirtella glandulosa*; b) frutos imaturos e maduros *Miconia ibaguensis*; c) frutos imaturos e maduros de *Hieronyma alchorneoides*; d) frutos de *Cecropia pachystachya*; e) frutos imaturos de *Simarouba amara*; f) frutos maduros de *Psychotria colorata*; g) frutos imaturos e maduros *Henriettea succosa*; h) frutos imaturos de *Byrsonima sericea*; i) frutos imaturos de *Siparuna guianensis*.

Figura 8: Análise da média de frutos imaturos e maduros em relação à condição reprodutiva de *Antilophia bokermanni*, na Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe ($t=3,7$; $p=0,003$ e $t=8,01$; $p=0,001$, respectivamente).

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Frutos utilizados por *Antilophia bokermanni*, ave ameaçada de extinção e endêmica da Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil

Tabela 1: Lista de famílias (n=16) e espécies (n=22), Hb= hábito (Arv=árvore, Arb=arbusto, Sarb=subarbusto, Her=herbáceo, Hem=hemiparasita), TaFr= tamanho do fruto (Largura X Comprimento mm) e TaSe= tamanho da semente (Largura X Comprimento em mm), CFrm=cor do fruto maduro (Vl=vermelho, Rx=roxo, Pt=preto, Az=azul, Lj=laranja, Am=amarelo, Vd=verde), TiFr=tipo de fruto maduro (Dp= drupa, Bg= baga, Inf= infrutescência, Pse=pseudofruto), CP=consistência do pericarpo (C=carnoso e S=seco), DS=Deiscência (D=Deiscente e I=Indeiscente) e ER= estratégia de regeneração (P=pioneira, TS= tolerante à sombra) de plantas consumidas por *Antilophia bokermanni* na Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, Ceará, Brasil.

Tabela 2: Lista de famílias (n=16) e espécies (n=22), as táticas de forrageio (voando e pousado) e as estratégias de consumo (amassar, bicar e engolir), realizadas por *Antilophia bokermanni*, na Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, Ceará, Brasil.

CAPÍTULO 2

Espécies vegetais utilizadas como suporte para ninhos de *Antilophia bokermanni*, ave ameaçada e endêmica da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil

Tabela 1: Lista de famílias (n=8), espécies (n=11) e nomes populares de plantas utilizadas como suporte na construção de ninhos de *Antilophia bokermanni*, além do hábito (HB: Arbóreo=Arv, Arbustivo=Arb e Subarbustivo=Sarb), nº de ninhos/espécie vegetal (Ninho/sp.) e seu período de frutificação, na Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, Ceará, Nordeste do Brasil.

CAPÍTULO 3

Fenologia reprodutiva de espécies vegetais utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni*, ave ameaçada de extinção e endêmica da Chapada do Araripe, ceará, Brasil

Tabela 1: Famílias e espécies vegetais utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni*, assim como o nome popular, hábito e a expressão sexual, na Chapada do Araripe, Ceará.

Tabela 2: Famílias e espécies vegetais da dieta de *Antilophia bokermanni* monitoradas quanto à fenologia (n=13), assim como o número de indivíduos (NI), na Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, CE.

Tabela 3: Espécies vegetais utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni* não monitoradas sistematicamente quanto à fenologia reprodutiva e meses de ocorrência de frutos maduros, na Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, Ceará.

Tabela 4: Sequenciamento dos frutos maduros utilizados na dieta de *Antilophia bokermanni*, na Floresta Estacional perene, Chapada do Araripe, Ceará.

 Frutos maduros  Pico de frutificação  Estação seca  Estação chuvosa.

Tabela 5: Espécies vegetais da dieta de *Antilophia bokermanni* monitoradas quanto à fenologia (n=13) e as suas estratégias de floração e frutificação relacionadas à frequência (Contínua, Subanual, Anual e Supra-anual) e à duração (Curta, Intermediária e Longa), na Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, Ceará.

Tabela 6: Análise do coeficiente de correlação de Sperman (r_s) entre precipitação e os percentuais de indivíduos/espécies apresentando as fenofases botão, flor, fruto imaturo e fruto maduro para o período de agosto/2006-julho/2008, em Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, Ceará.

Tabela 7: Análise do coeficiente de correlação de Sperman (r_s) entre precipitação e os percentuais de Fournier (1974) das 10 espécies vegetais (hermafroditas e monóica) monitoradas individualmente (análise ao nível de população) quanto às fenofases botão, flor, fruto imaturo e fruto maduro no período de agosto/2006-julho/2008, em Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, Ceará. P-1= precipitação no mês anterior ao da observação

fenológica, P0= precipitação no mês da observação fenológica, P+1= precipitação no mês posterior ao da observação fenológica; ns= não significativo.

Tabela 8: Análise do coeficiente de correlação de Sperman (r_s) entre precipitação e os percentuais de Fournier (1974) das três espécies vegetais (dióicas) monitoradas individualmente (análise ao nível de população) quanto às fenofases botão, flor, fruto imaturo e fruto maduro para o período de agosto/2006-julho/2008, em Floresta Estacional perene na Chapada do Araripe, Ceará.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
LISTA DE FIGURAS	vii
CAPÍTULO 1	vii
CAPÍTULO 2	vii
CAPÍTULO 3	viii
LISTA DE TABELAS	x
CAPÍTULO 1	x
CAPÍTULO 2	x
CAPÍTULO 3	xi
I. APRESENTAÇÃO	15
Referências Bibliográficas	17
II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
Frugivoria em ambientes tropicais e o caso de <i>Antilophia bokermanni</i>	19
Principais ameaças à <i>Antilophia bokermanni</i> e sua conservação	21
Espécies vegetais utilizadas como suporte na construção de ninhos de <i>Antilophia bokermanni</i>	22
Fenologia: terminologia, conceito, evolução e amplitude dos estudos em florestas tropicais	23
Referências Bibliográficas	27
III. Capítulo 1: FRUTOS UTILIZADOS POR ANTILOPHIA BOKERMANNI, AVE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO E ENDÊMICA DA CHAPADA DO ARARIPE, NORDESTE DO BRASIL	43
Resumo	44
Abstract	45
Introdução	46
Metodologia	48
Resultados	51
Discussão	53
Agradecimentos	58
Referências Bibliográficas	58

IV. Capítulo 2: ESPÉCIES VEGETAIS UTILIZADAS COMO SUPORTE PARA NINHOS DE <i>ANTILOPHIA BOKERMANNI</i>, AVE AMEAÇADA E ENDÊMICA DA CHAPADA DO ARARIPE, CEARÁ, BRASIL	70
Resumo	71
Abstract	72
Introdução	73
Metodologia	74
Resultados	75
Discussão	76
Agradecimentos	79
Literatura Citada	79
V. Capítulo 3: FENOLOGIA REPRODUTIVA DE ESPÉCIES VEGETAIS UTILIZADAS NA DIETA DE <i>ANTILOPHIA BOKERMANNI</i>, AVE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO E ENDÊMICA DA CHAPADA DO ARARIPE, CEARÁ, BRASIL	84
Resumo	85
Abstract	86
Introdução	87
Metodologia	89
Resultados	93
Discussão	102
Agradecimentos	108
Referências Bibliográficas	108
Conclusões	135
Resumo Geral	137
General Abstract	139
VI. ANEXOS	141
NORMAS DO PERIÓDICO ORYX	142
NORMAS DO PERIÓDICO THE CONDOR.....	147
NORMAS DO PERIÓDICO BIOTROPICA	153

I. APRESENTAÇÃO

O Brasil é considerado um país megadiverso (Mittermeier *et al.* 1997), apresentando elevada riqueza em determinados grupos de plantas (e.g. Orchidaceae e Poaceae) e de animais (e.g. Aves) (Giulietti *et al.* 2005, Sick 1997), além de um grande número de endemismos (Myers *et al.* 2000). Desde a sua descoberta em 1500, pelos portugueses, a crescente exploração e degradação dos ambientes brasileiros vêm colocando em risco de extinção uma quantidade expressiva desta biodiversidade (Dean 1996, Coimbra-Filho & Câmara 1996), refletida nas listas estaduais, nacionais e internacionais de espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção, cada vez mais numerosas ao longo dos anos (Machado *et al.* 1998, MMA 2003, Mikich & Bérnils 2004, IUCN 2008). A caça, o extrativismo vegetal, a invasão de espécies exóticas, assim como a perda, a degradação e a fragmentação de ambientes são as principais causas do aumento do número de espécies ameaçadas destas listas (Marini & Garcia 2005). Na Floresta Atlântica nordestina, por exemplo, uns dos ecossistemas mais ameaçados do mundo, restam apenas 2% de sua extensão original, distribuídos em fragmentos esparsos e rodeados, principalmente, por monoculturas canavieiras e aglomerados urbanos (Viana *et al.* 1997, Chiarello 1999, Silva & Tabarelli 2000). Em Pernambuco, aproximadamente 48% dos remanescentes possuem menos de 10 hectares e apenas 7% apresentam fragmentos com mais de 100 hectares (Ranta *et al.* 1998).

Apesar da população humana exercer pressões constantes sobre os recursos naturais, amplamente associadas aos interesses econômicos, algumas iniciativas buscam remediar estes efeitos com intuito de reverter a degradação destes ambientes e de sua fauna associada (Hirchfeld 2009). Na região neotropical, o Brasil é considerado o país com o maior número de aves ameaçadas (Collar *et al.* 1997), porém esforços para conservação destes animais e de seu habitat vêm sendo empregados em prol da sua sobrevivência através de programas de monitoramento, tais como os: da arara-azul-de-lear (*Anodohrynychus learii* Bonaparte, 1857), no Raso da Catarina, na Bahia; da arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus* Latham, 1720), no Pantanal Matogrossense; do papagaio-da-cara-roxa (*Amazona brasiliensis* Linnaeus, 1758), no Paraná; do mutum-do-sudeste (*Crax blumenbachii* Spix, 1825), no sudeste e do soldadinho-do-araripe (*Antilophia bokermanni* Coelho & Silva 1998), no sul do Ceará, com o intuito de serem desenvolvidas ações que garantam a manutenção de populações viáveis dessas espécies na natureza (Hirchfeld 2009).

Antilophia bokermanni (Aves, Passeriformes, Pipridae) é uma ave endêmica da Floresta Estacional perene (floresta úmida) da Chapada do Araripe, no Ceará e classificada como

“Criticamente em Perigo”, sendo a perda de habitat a sua principal ameaça (Hirschfeld 2009). Recentemente, um plano de conservação foi elaborado a espécie, tendo como objetivo geral evitar a extinção desta ave e promover ações que assegurem a conservação e recuperação do seu habitat, visando à ampliação de sua distribuição e incremento populacional (Aquasis 2006). Os objetivos específicos propostos neste documento foram dispostos em cinco áreas temáticas: 1. Políticas Públicas e Legislação; 2. Unidades de Conservação; 3. Pesquisa; 4. Recuperação do Habitat e 5. Mobilização e Envolvimento da Sociedade (Aquasis 2006).

Diante deste panorama, esta Tese traz informações acerca das espécies vegetais utilizadas na dieta e no suporte para construção de ninhos de *A. bokermanni*, além de avaliar a disponibilidade temporal dos recursos vegetais dos quais esta ave se alimenta, visando contribuir, direta ou indiretamente, com o seu manejo, contemplando assim, com alguns dos objetivos específicos do seu plano de conservação.

As informações levantadas sobre as espécies vegetais utilizadas na dieta e no suporte à construção de ninhos poderão ser empregadas na confecção de materiais didáticos em projetos educacionais com o objetivo, por exemplo, de alertar a população sobre a importância de preservá-las a fim de garantir a sobrevivência de *A. bokermanni* e/ou elaboração de documentos técnicos como manuais de plantio das espécies vegetais que esta ave utiliza nas diversas fases do seu ciclo vital com intuito de auxiliar e incentivar a produção de mudas em seus locais de ocorrência (Mobilização e Envolvimento da Sociedade).

Os resultados obtidos a respeito do período de disponibilidade dos recursos vegetais utilizados na dieta de *A. bokermanni* (Pesquisa), por exemplo, possibilitaram o conhecimento da época mais apropriada à coleta de sementes e serão úteis à futuros projetos relacionados ao enriquecimento e recuperação dos ambientes degradados da floresta úmida que está presente apenas na vertente nordeste da Chapada do Araripe (Recuperação do habitat).

Parte desta Tese foi desenvolvida em uma área que está sendo transformada, como consequência desta pesquisa, em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) e necessitará, futuramente, de um plano de manejo que poderá utilizar dados obtidos neste estudo para subsidiar suas ações de conservação (Unidades de Conservação). A Tese está dividida em quatro partes, detalhadas a seguir, as quais compreendem uma fundamentação teórica e três manuscritos a serem enviados para publicação.

Na fundamentação teórica foi realizada uma revisão sobre a evolução dos estudos fenológicos e os principais estudos desenvolvidos abordando este tema em florestas tropicais, incluindo o Brasil. Nesta seção foram ainda relatadas pesquisas com espécies vegetais utilizadas na dieta de aves e como suporte na construção de ninhos e também descritos

estudos abordando a importância das aves frugívoras, com ênfase à *A. bokermanni* e evidenciadas as suas principais ameaças e estratégias à sua conservação.

No primeiro capítulo (Frutos utilizados por *Antilophia bokermanni*, ave ameaçada de extinção e endêmica da Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil) foram pesquisados os itens alimentares vegetais (frutos) consumidos por *A. bokermanni*, além de obtidas informações sobre as características morfológicas dos frutos, ecológicas das plantas e comportamentais desta ave ameaçada e endêmica da Chapada do Araripe relacionadas à dieta com intuito de gerar subsídios à sua conservação.

O segundo capítulo (Espécies vegetais utilizadas como suporte para ninhos de *Antilophia bokermanni*, ave ameaçada de extinção e endêmica da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil) é uma nota científica que trata das plantas utilizadas como suporte na construção dos ninhos de *A. bokermanni*, alertando às consequências do manejo indevido dos cursos d'água que interferem na manutenção da vegetação ciliar onde estas aves nidificam e que podem prejudicar o ciclo reprodutivo desta ave ameaçada de extinção.

No terceiro capítulo (Fenologia reprodutiva de espécies vegetais utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni*, ave ameaçada de extinção e endêmica da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil) foi descrita a disponibilidade dos recursos vegetais utilizados por *A. bokermanni*, através de um monitoramento fenológico sistemático, com duração de dois anos. As hipóteses testadas foram: (H1) a frutificação ocorre na época de maior precipitação; (H2) a floração concentra-se no período de menor precipitação; e (H3) o período reprodutivo de *A. bokermanni* coincide com a época de maior disponibilidade de fruto na Floresta Estacional perene (floresta úmida), situada apenas na vertente nordeste da Chapada do Araripe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquasis-Associação de Pesquisa e Conservação dos Ecossistemas Aquáticos (2006). Plano de conservação do soldadinho-do-araripe (*Antilophia bokermanni*). Disponível em: http://www.aquasis.org/adm/arquivos/Plano_de_Conservacao.pdf
- Hirchfeld, E. (ed.) (2009). Rare birds yearbook 2008. The world's 189 most threatened birds. BirdLife International: Cambridge, 274p.
- Chiarello, A. G. (1999). Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. Biol. Cons. 89: 71-82.

- Coimbra-Filho, A. F. & Câmara, I. de G. (1996). Os limites originais do bioma Mata Atlântica da região Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza. 86 p.
- Collar, N. J., Wege, D. C. & Long, A. J. (1997). Patterns and causes of endangerment in the New World avifauna. *Ornithol. Monogr.* 48: 237-260.
- Dean, W. (1996). A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das Letras. 484 p.
- Giulietti, A. M., Harley, R. M., Queiroz, L. P. de, Wanderley, M. das G. L. & Van der Berg, C. (2005). Biodiversidade e conservação de plantas no Brasil. Edição especial: Desafios e oportunidades para conservação da biodiversidade brasileira. *Megadiversidade. Conservation International do Brasil.* 1(1): 52-61.
- IUCN-International Union for Conservation of Nature. (2008). 2008 IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: www.iucnredlist.org.
- Machado, A. B. M., Fonseca, G. A. B. da, Machado, R. B., Aguiar, L. M. S. & Lins, L. V. (1998). Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.
- Marini, M. Â. & Garcia, F. I. (2005). Conservação de Aves no Brasil. Edição especial: Desafios e oportunidades para conservação da biodiversidade brasileira. *Megadiversidade. Conservation International do Brasil.* 1(1): 95-102.
- Mikich, S. B. & Bérnils, R. S. (2004). Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná.
- Mittermeier, R. A., Robles-Gil, P. & Mittermeier, C. G. (eds.). (1997). *Megadiversity: Earth's biologically wealthiest nations*. CEMEX, Agrupación Serra Madre, S. C. Mexico.
- MMA-Ministério do Meio Ambiente. (2003). Instrução Normativa nº 3 de 27 de maio de 2003. Lista das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Seção 1101:88-97.*
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. B. A. & Klent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature.* 403: 853-858.
- Ranta, P.; Blom, T., Niemelä, J., Joensuu, E. & Siitonen, M. (1998). The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity Conserv.* 7: 385-403.
- Sick, H. (1997). *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira. 862 p.
- Silva, J. M. C. & M. Tabarelli (2000). Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of Northeast Brazil. *Nature.* 404: 72-74.

Viana, V. M.; A. J. Tabanez & J. L. Batista (1997). Biology and conservation of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. Pp. 151-167. In: Schellas, J.; Greenberg, R. (eds.). *Forest Patches in Tropical Landscapes*. Island Press, London.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

*Frugivoria em ambientes tropicais e o caso de *Antilophia bokermanni**

Aves tropicais comumente consomem frutos, na maioria dos casos pertencentes às famílias Melastomataceae (Pereira & Mantovani 2001, Marcondes-Machado 2002, Manhães 2003), Rubiaceae (Melo *et al.* 2003), Lauraceae (Francisco & Galetti 2002), Ulmaceae (Argel-de-Oliveira *et al.* 1996), Cecropiaceae (Fleming & Williams 1990, Oniki *et al.* 1994) e Viscaceae (Cazetta & Galetti 2007). Muitas destas famílias apresentam frutos pequenos, coloridos, com polpas carnosas e que são considerados recursos-chave para sobrevivência de certos grupos de aves (Gilbert 1980, Leighton & Leighton 1983, Terborgh 1986, Galetti & Stotz 1996).

Estudos que abordam a frugivoria nos trópicos tiveram impulso a partir da década de 60 (Snow 1965) e, no Brasil, desenvolveram nas duas últimas décadas, a maioria realizada com aves presentes em ambientes florestais (Galetti & Pizo 1996, Mikich 2002, Pizo 2002). Várias abordagens têm sido dadas às pesquisas de frugivoria com aves, tais como: (1) levantamento de plantas que compõem a dieta de aves (Manhães 2003, Melo *et al.* 2003, Coelho 2007, Aires *et al.* 2008), (2) aves que se alimentam de determinada planta ou família vegetal (Argel-de-Oliveira *et al.* 1996, Francisco & Galetti 2001, Francisco & Galetti 2002, Manhães *et al.* 2003, Marcondes-Machado 2002, Piratelli & Pereira 2002, Marcondes-Machado & Rosa 2005, Faustino & Machado 2006, Cazetta & Galetti 2007), bem como sobre as (3) interações comportamentais envolvidas (Marini 1992).

Nas regiões tropicais, aproximadamente um terço das aves são essencialmente frugívoras, sem considerar àquelas que se alimentam ocasionalmente de frutos (Blake *et al.* 1990) e podem desempenhar importante função ecológica na natureza ao atuarem como dispersoras de sementes (Snow 1971, Snow 1981, Leighton & Leighton 1983, Janson 1983, Gautier-Hion *et al.* 1985, Stiles 1992, Levey *et al.* 1994, Motta Jr 1988, Francisco & Galetti 2001, Gondim 2001, Manhães *et al.* 2003, Gressler *et al.* 2006).

Estima-se que 50 a 90% de espécies de árvores encontradas em florestas tropicais produzam diásporos dispersos por animais, inclusive aves (Howe & Smallwood 1982). De

acordo com Silva & Tabarelli (2000), 31,6% da flora arbórea dos fragmentos da Floresta Atlântica do Nordeste está supostamente ameaçada devido, principalmente, ao desaparecimento das aves de médio a grande porte, dispersoras de sementes. A extinção local destes animais pode comprometer a sobrevivência de espécies vegetais dependentes destes vetores bióticos e/ou alterar o recrutamento das populações de plantas e, consequentemente, a estrutura destas comunidades vegetais (Howe 1984, Chapman & Chapman 1995). Um dos fatores responsáveis pela diminuição da fauna na natureza é a perda de habitat que pode levar à fragmentação de ecossistemas naturais e, desta forma, impossibilitar o seu deslocamento entre fragmentos, tornando-a vulnerável à extinção local (Redford 1992, Silva & Tabarelli 2000), antes mesmo de terem sido realizados estudos sobre os processos ecológicos que a mantinha viva nestas áreas.

Antilophia bokermanni Coelho & Silva 1998, por exemplo, ave descrita apenas em 1998, já é considerada “Criticamente em Perigo” pela Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção e pela União Internacional para a Conservação da Natureza (MMA 2003, IUCN 2008). Endêmica do Ceará e ocorre somente na Floresta Estacional perene presente na vertente nordeste da Chapada do Araripe, nos Municípios de Crato, de Barbalha e de Missão Velha (Aquasis 2006). *Antilophia bokermanni* vive associada aos córregos d’água presentes nestas áreas, alimentando-se principalmente de frutos e construindo ninhos em plantas ao longo de seu leito (Aquasis 2006, Linhares *et al.* 2007). Pertencente à família Pipridae, com representantes conhecidos como tangarás que comumente alimentam-se de frutos pertencentes às famílias Melastomataceae (Sick 1997), Rubiaceae (Snow 1962), Heliconiaceae (Sick 1997), Cecropiaceae (Sick 1997), Loranthaceae (Motta Jr 1988). O macho de *A. bokermanni* é territorialista e defende os seus recursos e o de sua fêmea, com a qual permanece durante a estação reprodutiva (Aquasis 2006).

A espécie foi enquadrada no gênero *Antilophia* devido à semelhança com sua espécie irmã, bastante estudada na região central do Brasil (*Antilophia galeata* Lichtenstein 1823) (Marini 1992) e o seu epíteto específico foi dado por Coelho & Silva (1998) em homenagem ao pesquisador brasileiro Werner Bokerman que muito contribuiu com estudos zoológicos no Brasil, especialmente na área da herpetologia (Alvarenga 1995). O nome vernacular dado na ocasião de sua descoberta, soldadinho-do-araripe, foi inspirado no nome de sua espécie irmã *A. galeata*, conhecida por soldadinho.

Antilophia bokermanni possui cerca de 15 cm de comprimento e pesa em média 20 g, apresentando um dimorfismo sexual acentuado. O macho adulto é branco, com cauda e penas de vôo pretas e um manto carmim que se estende do dorso até o topete saliente sobre o bico e

a fêmea e macho jovem apresentam coloração verde-oliva. À medida que os machos vão amadurecendo começam a aparecer penas carmins na cabeça de maneira crescente e as penas negras de vôo substituem as juvenis até que a plumagem branca suprima a verde-oliva (Coelho & Silva 1998, Aquasis 2006).

Principais ameaças à *Antilophia bokermanni* e sua conservação

A principal ameaça de *A. bokermanni* é a descaracterização de seu ambiente. Além da destruição da floresta para retirada de madeira para fabricação de carvão, construção e especulação imobiliária, há também o problema com a conservação dos recursos hídricos que mantém a Floresta Estacional perene (floresta úmida) na vertente nordeste da Chapada do Araripe. A redução da vazão de suas nascentes tem sido observada por pesquisadores e moradores, causando grande preocupação da sociedade local sobre o futuro abastecimento de água e da qualidade ambiental da região (Aquasis 2006).

Apesar da bela plumagem dos machos adultos, estes animais não sofrem com o tráfico e geralmente morrem quando capturados (Aquasis 2006). Não possuem valor cinegético e, portanto, não têm valor de subsistência para a população (Aquasis 2006). Após a sua descrição em 1998, esforços crescentes continuam sendo empreendidos em prol da conservação desta ave. Inicialmente os estudos visaram a ampliação da distribuição geográfica da espécie (Silva & Rêgo 2004, Azevedo Jr *et al.* 2000) e a realização de pesquisas genéticas (Silva & Rêgo 2004), sendo posteriormente abordados aspectos ecológicos e comportamentais desta ave (Girão & Souto 2005, Girão *et al.* em preparação).

Os resultados destes estudos possibilitaram diagnosticar suas principais ameaças e a elaboração de seu plano de conservação (Aquasis 2006). Foi possível verificar que *A. bokermanni* conta com alguns instrumentos de proteção legal, tais como: i) a sua área de ocorrência estar inserida em Área de Proteção Ambiental (APA) da Chapada do Araripe e na zona de amortecimento da Floresta Nacional do Araripe (FLONA), ii) pertencer às formações florestais do Domínio Mata Atlântica, iii) seus recursos hídricos estarem sob proteção das leis das Áreas de Proteção Permanente (APPs), através do Código Florestal (Lei 4.771/65), assim como estarem protegidos por Lei Federal (Lei nº 5.197/67) e Estadual (Lei nº13.613/05) para espécies ameaçadas de extinção. Além disso, a Chapada do Araripe é reconhecida pelo Governo Federal Brasileiro como uma área de Extrema Importância Biológica (MMA 2006), em função da Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e da Caatinga realizada com especialistas em biodiversidade, como parte do

cumprimento sobre a Convenção da Diversidade Biológica (MMA 2003), sendo também considerada uma Área Importante para a Conservação de Aves no Brasil (IBA-Important Bird Area) por abrigar três aves ameaçadas (entre outros critérios), sendo uma delas, *A. bokermanni* (Bencke *et al.* 2006).

Apesar de todos estes mecanismos de proteção, não há controle suficiente no uso indiscriminado da água, solo e matas da região, sendo então necessária a aplicação da legislação ambiental vigente para a conservação de *A. bokermanni*, além da criação de unidades de proteção integral (i.e. Parques Nacionais) e incentivo ao surgimento de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) nos remanescentes de floresta úmida.

É igualmente importante que sejam empreendidas campanhas de conscientização na região da Chapada do Araripe utilizando *A. bokermanni* como símbolo de conservação da sua biodiversidade e dos seus recursos hídricos e promoção de pesquisas que envolvam a flora da floresta úmida a fim de dar suporte às futuras ações de conservação relacionadas à recuperação dos ambientes degradados contribuindo para evitar a perda e destruição do habitat de *A. bokermanni*, principais fatores responsáveis pelo seu declínio populacional (Aquasis 2006, Hirschfeld 2009).

Espécies vegetais utilizadas como suporte na construção de ninhos de Antilophia bokermanni

As aves geralmente utilizam plantas como suporte para construção de seus ninhos (Sick 1997) e a escolha destes locais varia de acordo com a espécie, podendo ser reconhecidos alguns padrões na construção e localização dos ninhos para determinados grupos (Buzetti & Silva 2005). *Phaethornis ruber* (Trochilidae), por exemplo, um beija-flor com peso aproximado de 2 g, pode construir seus ninhos na extremidade de uma folha de palmeira (Grantsau 1988), enquanto representantes dos Psittacidae, como araras e periquitos, por serem maiores e mais pesados, constroem predominantemente em troncos de árvores das famílias Arecaceae, Bignoniaceae e Leguminosae-Mimosoideae (Seixas & Mourão 2002). Há ainda espécies, como *Antilophia galeata* e *Antilophia bokermanni*, que priorizam a construção de seus ninhos em plantas situadas acima dos córregos d'água (Marini 1992, Aquasis 2006, respectivamente). De acordo com Antunes (2004), as espécies que nidificam sobre a vegetação e as que escavam cavidades em troncos de árvores, proporcionalmente, declinam ou extinguem-se menos do que espécies que nidificam no solo por terem os seus ovos e/ou filhotes mais protegidos dos predadores naturais.

Fenologia: terminologia, conceito, evolução e amplitude dos estudos em florestas tropicais

O termo fenologia, proposto em 1853 por Charles Morren (Hoop 1974), é de origem grega, onde *phaino* significa mostrar, aparecer e *logo* quer dizer ciência (Gama & Fisch 2003). A fenologia estuda os eventos biológicos repetitivos e as causas de sua ocorrência em relação às forças seletivas abióticas e bióticas, além das inter-relações entre as fases fenológicas (fenofases) dentro de uma ou várias espécies e busca esclarecer a ocorrência dos fenômenos biológicos cíclicos (Lieth 1974, Ter Steege & Persaud 1991, Terborgh 1992).

Estudos fenológicos são importantes ao entendimento da dinâmica dos ecossistemas florestais (Fournier 1976, Lieberman 1982, Sarmiento & Monasterio 1983, Rathcke & Lacey 1985, Morellato 1992, van Schaik *et al.* 1993, Williams *et al.* 1999, Galetti *et al.* 2004), pois a partir deles é possível conhecer o período de estabelecimento, crescimento e reprodução (floração e frutificação) das plantas e permitem uma melhor compreensão dos processos de regeneração (Grubb 1977, Newstrom *et al.* 1994), das interações planta-animal (Frankie *et al.* 1974, Gentry 1974, Stiles 1977, Aide 1992) e da evolução da história de vida dos animais dependentes destes recursos (Fournier 1976, Levey 1988, Bawa 1990, Morellato & Leitão-Filho 1990, 1992, McCarty *et al.* 2002).

Os estudos fenológicos apresentam grande aplicação em vários campos da ciência, como na agronomia e em práticas silviculturais (Lieth 1974) e, quando aliados aos estudos de ciclagem de nutrientes, possibilitam uma visão integrada da dinâmica dos ecossistemas (Morellato 1991). Desta forma, tais pesquisas permitem a criação de modelos baseados em considerações sobre a fenologia e sazonalidade (Lieth 1974) que podem ser úteis aos planos de conservação, manejo e reflorestamento de áreas degradadas (Knowles & Parrota 1995).

Embora a terminologia referente à fenologia seja relativamente recente, as observações de caráter fenológico são tão antigas quanto às da humanidade (Williams-Linera & Meave 2002). Os primeiros registros do comportamento reprodutivo das plantas foram realizados por chineses há mais de 2.500 anos e estão relacionados às práticas agrícolas, e, no Japão, há anotações fenológicas com duração de até 1.200 anos (Hoop 1974).

Na Europa, as observações fenológicas tornaram-se mais elaboradas a partir do século XVIII (Lieth 1974). Em 1751, por exemplo, Linneu sugeriu os primeiros métodos para confecção de calendários fenológicos em sua obra “*Philosophia Botanica*” (Hoop 1974), mas apenas anos mais tarde, na África, a descrição de padrões fenológicos para compreensão da dinâmica vegetal passou a ser investigada sistematicamente (Njoku 1963).

Na região neotropical, as observações fenológicas tiveram início no final do século XIX (Warming 1908 *apud* Morellato 1991), mas nas Florestas Pluviais neotropicais iniciaram-se após a segunda metade do século XX (Williams-Linera & Meave 2002) e desenvolveram-se na América do Sul apenas nas duas últimas décadas (Morellato 2003). O fato dos estudos fenológicos terem iniciado anteriormente nas regiões temperadas reflete-se na maior quantidade de artigos publicados nestes locais quando comparados aos das regiões tropicais (Newstrom *et al.* 1994; Williams-Linera & Meave 2002).

O mais antigo registro de informação fenológica na América do Sul foi sobre o ciclo anual de plantas e animais em duas áreas de Floresta Atlântica, no Rio de Janeiro (Davis 1945). Inicialmente as pesquisas fenológicas eram mais descritivas sendo realizadas com plantas presentes em determinadas áreas ou em jardins botânicos (Silveira 1935, Lima 1957, Santos 1979), ou ainda com aquelas que apresentavam importância econômica (Alvim 1964). Este autor analisou a fenologia de espécies nativas de cacau e café, na Bahia. Pesquisas da fenologia de comunidade de plantas tiveram início posteriormente (Veloso 1945, Andrade 1967).

Na Amazônia, os primeiros estudos fenológicos de longa duração foram desenvolvidos com dados primários do campo (Araujo 1970, Alencar *et al.* 1979) e, no Panamá, a partir de exsicatas (Croat 1975). Frankie *et al.* (1974) e Opler *et al.* (1980) descreveram os padrões fenológicos de 185 espécies de árvores do dossel e subbosque na Costa Rica e Hilty (1980) estudou a periodicidade da floração e da frutificação de 164 espécies em uma floresta úmida pré-montana na Colômbia. Carabias-Lillo & Guevara (1985) analisaram a fenologia de 42 espécies arbustivas e arbóreas no México.

A distribuição de pesquisas fenológicas é desigual entre os países da América do Sul (Morellato 2003) e na América Central (Williams-Linera & Meave 2002), destacando-se, em quantidade de trabalhos, o Brasil e o Panamá. A partir de 1990, o número de pesquisas com fenologia aumentou consideravelmente, pois de acordo com um levantamento realizado na América do Sul, as pesquisas fenológicas passaram, em duas décadas, de 15 artigos publicados (1980-1989) para 70 (1990-1999), realizados principalmente no Brasil (Morellato 2003). No Brasil os estudos fenológicos foram desenvolvidos em várias formações vegetacionais, tais como Cerrado (Oliveira 1991), Florestas Atlântica e Amazônica (Costa *et al.* 1992, Morellato 1992, Pires O'Brien 1993, Morellato 1995, Ferraz *et al.* 1999) e Caatinga (Machado *et al.* 1997).

Estudos fenológicos podem abordar uma ou poucas espécies (e. g. Augspurger 1981, Reich & Borchert 1982, Alencar 1990, Morellato & Leitão-Filho 1990, Crestana *et al.* 1992,

Antunes & Ribeiro 1999, Galetti *et al.* 1999, Mikich & Silva 2001, Pedroni *et al.* 2002, Ragusa-Neto 2002, Martin-Gajardo & Morellato 2002, Lenzi & Orth 2004, Morellato 2004, Pinto *et al.* 2005, Bianchini *et al.* 2006, Leite & Machado 2007), agrupar famílias vegetais, como Arecaceae (Peres 1994), Bignoniaceae (Gentry 1974), Bombacaceae (Lobo *et al.* 2003), Moraceae (Harrison *et al.* 2000, Ragusa-Neto 2002), Rubiaceae (Martin-Gajardo & Morellato 2003), Leguminosae (Bulhão e Figueiredo 2002), Myrtaceae (Smith-Ramírez *et al.* 1998, Staggemeier *et al.* 2007), assim como envolver comunidades (e. g. Hilty 1980, Lieberman 1982, Lampe *et al.* 1992, Peres 1994, Machado *et al.* 1997, Sakai *et al.* 1999, Talora & Morellato 2000, Griz & Machado 2001, Funch *et al.* 2002, Bollen & Donatti 2005, O'Brien *et al.* 2008).

Pesquisas fenológicas também podem enfatizar diferentes estratos nas formações vegetacionais, como subbosque e dossel (Gentry & Emmons 1987; Bullock & Solis-Magallanes 1990, Marques & Oliveira 2004), assim como diversos hábitos, tais como árvores (e.g. Borchet 1983, Morellato *et al.* 1989, Morellato & Leitão-Filho 1990, Ferraz *et al.* 1999, Talora & Morellato 2000, Lenza & Klink 2006, Medeiros *et al.* 2007), arbustos (e. g. Augspurger 1983, Gentry & Emmons 1987), ervas (Pereira *et al.* 1989, Munhoz & Felfili 2007) e lianas (e. g. Morellato & Leitão-Filho 1996), além de realizar comparações entre eles (Opler *et al.* 1980, Batalha & Mantovani 2000, Rich *et al.* 2008).

A partir de 2000 começaram a surgir pesquisas fenológicas envolvendo comparações dos métodos de amostragem e de avaliação fenológica e foram sugeridas padronizações dos mesmos com intuito de facilitar a interpretação e comparação dos resultados entre diferentes áreas (Bencke & Morellato 2002a, b; d'Eça-Neves & Morellato 2004). Estas últimas autoras realizaram um levantamento dos métodos de amostragem e avaliação utilizados em pesquisas fenológicas desenvolvidas nos últimos trinta anos e verificaram que os mais utilizados foram, respectivamente, trilha (20%) e quantitativo (62%). Após esta análise Bencke & Morellato (2002b) indicaram a utilização do método de amostragem por transecções pela facilidade da aplicação e de repetição e sugeriram que deve ser empregado pelo menos um método de avaliação quantitativo associado a um qualitativo para uma descrição mais acurada das fenofases

Estudos mais recentes também abordam a influência da fragmentação florestal e de mudanças climáticas globais na fenologia das espécies vegetais (Corlett & LaFrankie 1998, Cunningham 2000, Hill & Curran 2001). A fragmentação florestal, além de afetar a diversidade e abundância de frutos e frugívoros, pode alterar as interações entre eles (Restrepo & Gomes 1998, Jordano *et al.* 2006). Pesquisas indicam que mudanças climáticas,

amplamente associadas ao desmatamento (Wright 1996), influenciam as respostas fenológicas das plantas, de forma diferenciada entre as espécies (Post *et al.* 2008). A evapotranspiração que ocorre na floresta contribui com a precipitação (Salati *et al.* 1979) e modelos globais do clima predizem que o desmatamento irá diminuir a precipitação e intensificar a sazonalidade nos trópicos (Shukla *et al.* 1990).

Florestas tropicais possuem mais espécies vegetais do que em qualquer outra formação vegetacional do planeta (Gentry 1988) e, conseqüentemente, apresentam grande variedade de padrões fenológicos (Gentry 1974, Wright 1996). Nestas formações, indivíduos e populações exibem praticamente todos os comportamentos fenológicos possíveis, desde a atividade contínua, até picos de atividade bem delimitados, com espécies florescendo e frutificando mais de uma vez por ano (sub-anuais) ou em intervalos mais longos (supra-anuais) (Croat 1969, Gentry 1974, Newstrom *et al.* 1994), e variam da completa sincronia intraespecífica até a total assincronia (van Schaik *et al.* 1993). Desta forma, estudos fenológicos de longa duração são essenciais para programas de monitoramento do efeito das mudanças climáticas globais (Zipparro 2007, Miller-Rushing & Primack 2008) e o seu valor como indicador aumenta ainda mais porque mudanças em processos fenológicos têm amplas consequências para biodiversidade, interações bióticas, agricultura e ciências florestais (Inoye 2008), sendo portanto, fortemente indicados para assegurar uma interpretação correta destes fenômenos, pois fatores abióticos irregulares ou até mesmo estocásticos como chuvas ou intempéries, respectivamente, podem modificar o comportamento fenológico das espécies vegetais entre os anos e induzir a interpretações pontuais errôneas (Wright *et al.* 1999, Funch *et al.* 2002).

Em termos globais, a inclinação do eixo de rotação da Terra e a natureza elíptica da sua órbita determinam as condições do tempo prevalentes em cada faixa latitudinal do globo fazendo com que variem ciclicamente ao longo do ano, entretanto, os fatores fundamentais que deliberam estas variações são diversos e dependentes da posição latitudinal (Williams-Linera & Meave 2002).

As regiões tropicais são influenciadas ainda pelas movimentações da zona de convergência intertropical que determinam a ocorrência das estações secas e chuvosas (Hastenrath 1985), nem sempre bem definidas nestes locais, o que gera diversos níveis de sazonalidade (desde ausente a bastante marcada) e acarreta, portanto, padrões fenológicos variáveis.

Em regiões que apresentam baixa sazonalidade, as plantas exibem periodicidade nos eventos fenológicos (Hilty 1980, Talora & Morellato 2000) e as variações no comprimento do

dia e/ou temperatura durante o ano parecem determinar os padrões fenológicos (Morellato *et al.* 2000, Borchert *et al.* 2005).

Nos trópicos, a maioria dos estudos fenológicos tem sido realizada em ambientes sazonais (Morellato *et al.* 2000), com as estações chuvosas e secas bem definidas e, nestes casos, a precipitação apresenta-se como principal fator abiótico desencadeador dos eventos fenológicos (Janzen 1967, Araujo 1970, Daubenmire 1972, Frankie *et al.* 1974, Opler *et al.* 1976, Alencar *et al.* 1979, Bullock & Solis-Magallanes 1990). No Cerrado do Brasil Central, por exemplo, a precipitação tem sido apontada como responsável pelas respostas fenológicas das plantas da região (Barros 1979, Barros & Caldas 1980, Barbosa 1983, Oliveira 1991, Felfili *et al.* 1999), assim como na Caatinga do Nordeste (Machado *et al.* 1997, Barbosa *et al.* 2003, Locatelli & Machado 2004).

Na região nordestina brasileira o número de pesquisas fenológicas publicadas ainda é pequeno e foram registradas para Floresta Pluvial Atlântica (Andrade-Lima 1958, Alvim & Alvim 1976, Mori *et al.* 1982), Floresta Pluvial montana e de galeria (Funch *et al.* 2002) e Caatinga (Oliveira *et al.* 1988, Barbosa *et al.* 1989, Pereira *et al.* 1989, Machado *et al.* 1997). Na Chapada do Araripe existe apenas um estudo que aborda aspectos fenológicos no Cerrado (Costa *et al.* 2004), e não existe qualquer publicação com enfoque na fenologia das suas florestas úmidas nem nas matas ciliares, embora sejam áreas consideradas de extrema importância biológica para a conservação de ecossistemas (Silva & Vielliard 2000).

Os eventos de floração e frutificação são os mais marcantes da história natural das angiospermas (Primack 1985), pois além de serem responsáveis pela sobrevivência genética das espécies vegetais, também determinam as relações entre os fatores bióticos e abióticos. Desta forma, conhecer a disponibilidade de flores para nectarívoros (Koptur *et al.* 1988) e de frutos para frugívoros é de grande importância para a compreensão da dinâmica em um ecossistema (Galetti *et al.* 2004), uma vez que estas informações podem ser utilizadas para o planejamento de propostas de manejo e conservação da biota.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aide, T. M. (1992). Dry season leaf production: an escape from herbivory. *Biotropica*. 24: 532-537.
- Aires, R. P., Ferreira, G. N., Silva, A. L. & Valle, N. C.. 2008. Dieta de *Antilophia galeata* (Aves, Passeriformes: Pipridae) em quatro regiões de Cerrado. Resumo do XVI Congresso Brasileiro de Ornitologia, Palmas, Tocantins, p. 216.

- Alencar, J. C. (1990). Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazonica*. 9: 63-97.
- Alencar, J. C., Almeida, R. A. & Fernandes, N. P. (1979). Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazonica*. 9: 63-97.
- Alvarenga, H. M. F. (1995). In Memoriam: Werner C. Bokermann. *Ararajuba*. 3: 101-102.
- Alvim, P. T. & Alvim, R. (1976). Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. Pp. 455-464. In: Tomlinson, P. B. & Zimmerman, M. H. (eds). *Tropical trees as living systems*. New York: Cambridge University Press.
- Alvim, P. T. (1964). Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. Sociedade Botânica do Brasil (ed.). In: *Anais do 15º Congresso Nacional de Botânica*. Porto Alegre, p. 405-422.
- Andrade, M. A. B. (1967). Contribuição ao crescimento da ecologia de plantas do litoral do estado de São Paulo. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras-Botânica*. 22: 1-169.
- Andrade-Lima, D. (1958). Notas para a fenologia da zona da mata de Pernambuco. *Revista de Biologia*. 1: 125-135.
- Antunes, A. Z. (2004). Alterações na composição da comunidade de aves ao longo do tempo em um fragmento florestal no sudeste do Brasil. *Ararajuba* 13 (1):47-61.
- Antunes, N. B. & Ribeiro, J. F. (1999). Aspectos fenológicos de seis espécies vegetais em matas de galeria do Distrito Federal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 34(9): 1517-1527.
- Aquasis-Associação de Pesquisa e Conservação dos Ecossistemas Aquáticos (2006). Plano de conservação do soldadinho-do-araripe (*Antilophia bokermanni*). Disponível em: http://www.aquasis.org/adm/arquivos/Plano_de_Conservacao.pdf
- Araujo, V. C. (1970). Fenologia de essências florestais amazônicas I. *Boletim do Instituto de Pesquisas da Amazônia (Manaus)*. 4: 1-25.
- Argel-de-Oliveira, M. M., Castiglioni, G. D. A. & Souza, S. B. (1996). Comportamento alimentar de aves frugívoras em *Trema micrantha* (Ulmaceae) em duas áreas alteradas do sudeste brasileiro. *Ararajuba*. 4(1): 51-55.
- Augspurger, C. K. (1981). Reproductive synchrony of a tropical shrub: experimental studies on effects of pollinators and seed predators in *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). *Ecology*. 62(3): 775-788.
- Augspurger, C. K. (1983). Phenology, flowering synchrony, and fruit set of six neotropical shrubs. *Biotropica*. 15(4): 257-267.

- Azevedo Jr., S. M.; Nascimento, J. L. X. & Nascimento, I. L. S. (2000). Novos registros de ocorrência de *Antilophia bokermanni* Coelho e Silva, 1999 na Chapada do Araripe, Ceará, Brasil. *Ararajuba*. 8(2): 113-121.
- Barbosa, A. A. A. (1983). Aspectos da ecologia reprodutiva de três espécies de *Qualea* (Vochysiaceae) num cerrado de Brasília, DF. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.
- Barbosa, D. C., Alves, J. L. A., Prazeres, S. M. & Paiva, A. M. A. (1989). Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de caatinga (Alagoinha-PE) *Acta Botânica Brasilica*. 3: 109-117.
- Barbosa, D. C. A., Barbosa, M. C. B. & Lima, L. C. M. (2003). Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. Pp.657-693. In: Leal, I., Tabarelli, M. & Silva, J. M. C. *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: Ed. Universitária.
- Barros, M. A. G. E. (1979). Variação no diâmetro de árvores do cerrado relacionada à fenologia e aos fatores ambientais. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.
- Barros, M. A. G. (1992). Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* Rich (Malpighiaceae). *Revista Brasileira de Biologia*. 52(2): 343-353.
- Barros, M. A. G. E. & Caldas, L. S. (1980). Acompanhamento de eventos fenológicos apresentados por 5 gêneros nativos do Cerrado (Brasília, DF). *Brasil Florestal*. 10: 7-14.
- Batalha, M. A. & Mantovani, W. (2000). Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Revista Brasileira de Biologia*. 60(1): 129-145.
- Bawa, K. S. (1990). Plant-pollinator interactions in tropical rain Forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 21: 399-422.
- Bencke, C. S. C. & Morellato, L. P. C. (2002a). Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica*. 25(3): 269-275.
- Bencke, C. S. C. & Morellato, L. P. C. (2002b). Estudo comparativo de fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 25(2): 237-248.

- Bencke, G. A., Mauricio, G. N., Develey, P. F. & Goerck, J. M (Orgs.). (2006). *Áreas Importantes para a Conservação de Aves. Parte I-Estados do Domínio da Mata Atlântica*. SAVE Brasil, São Paulo.
- Bianchini, E., Pimenta, J. A. & Santos, F. A. M. dos (2006). Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em Floresta semidecídua do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29(4): 595-602.
- Blake, J. G., Stiles, F. G. & Loiselle, B. A. (1990). Birds of La Selva biological station: habitat, use, trophic composition, and migrants. Pp.161-182. *In*: Gentry, A. H. (ed.). *Four neotropical Forest*. Yale University Press, New Haven.
- Bollen, A. & Donati, G. (2005). Phenology of the littoral forest of Saint Luce, southeastern Madagascar. *Biotropica*. 37(1): 32-43.
- Borchert R., Renner, S. S., Calle, Z., Navarrete, D, Tye, A., Gautier, L., Spichiger, R., von Hildebrand, P. (2005). Photoperiodic induction of synchronous flowering near the Equator. *Nature*. 433: 627-629.
- Borchert, R. (1983). Phenology and control of flowering in tropical trees. *Biotropica*. 15:81-89.
- Bulhão, C. F. & Figueiredo, P. S. (2002). Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Revista Brasileira de Botânica*. 25(3): 361-369.
- Bullock, S. H. & Solis-Magallanes, J. A. (1990). Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica*. 22 (1): 22-35.
- Buzetti, D. T. & Silva, S. (2005). *Berços da vida: ninhos das aves brasileiras*. Editora Terceiro Nome, São Paulo.
- Carabias-Lillo, J. & Guevara, S. (1985). Fenología em uma selva tropical humeda y em uma comunidad derivada; Los Tuxtlas, Veracruz. Pp. 27-66. *In* A. Gómez-Pompa, A. & Amor-Rodrigues, S. (eds.). *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Vera Cruz, México: Tomo II*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Editorial Alhambra Mexicana, México.
- Cazetta, E. & Galetti, M. (2007). Frugivoria e especificidade por hospedeiros na erva-de-passarinho *Phoradendron rubrum* (L.) Griseb. (Viscaceae). *Revista Brasileira de Botânica*. 30(2): 345-351.
- Chapman, C. A. & Chapman, L. J. (1995). Survival without dispersers: seedling recruitment under parents. *Conservation Biology*. 9: 675-678.

- Coelho, A. G. M. & Silva, W. A. G. (1998). A new species of *Antilophia* (Passeriformes: Pipridae) from Chapada do Araripe, Ceará, Brazil. *Ararajuba*. 6(2): 81-84.
- Coelho, C. P. 2007. Frugivoria e possível dispersão em *Palicourea macrobotrys* (Rubiaceae). *Revista Brasileira de Biociências*. 5: 180-182.
- Corlett, R. & LaFrankie, J. V. (1998). Potential impacts of climate change on tropical Asian forests through an influence on phenology. *Climate Change*. 39: 439-453.
- Costa, M. L. M. N., Pereira, T. S. & Andrade, A. C. S. (1992). Fenologia de algumas espécies de mata atlântica, Reserva Ecológica de Macaé de Cima (estudo preliminar). *Revista do Instituto Florestal* (ed. esp.). 4(1): 226-232.
- Costa, I. R., Araújo, F. S. & Lima-Verde, L. W. (2004). Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de Cerrado na Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 18(4): 759-770.
- Crestana, C. de S. M., Batista, E. A. & Mariano, G. (1992). Fenologia de frutificação de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) em mata ciliar do rio Mogi Guaçu, SP. *IPEF* 45: 31-34.
- Croat, T. B. (1969). Seasonal flowering behavior in Central Panama. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 56: 295-307.
- Croat, T. B. (1975). Phenological behavior of habit and habitat classes on Barro Colorado Island (Panama Canal Zone). *Biotropica*. 7(4): 270-277.
- Cunningham, S. A. (2000). Effects of habitat fragmentation on the reproductive ecology of four plants species in mallee woodland. *Conservation Biology*. 14: 758-768.
- Daubenmire, R. (1972). Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous Forest in North-western Costa Rica. *Journal of Ecology*. 60: 147-170.
- Davis, D. E. (1945). The annual cycle of plants, mosquitoes, birds, and mammals in 2 brazilian forests. *Ecological Monograph*. 15:243-295.
- d'Eça Neves, F. F. & Morellato, L. P. C. (2004). Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. *Acta Botanica Brasileira*. 18(1): 99-108.
- Faustino, T. C. & Machado, C. G. (2006). Frugivoria por aves em uma área de campo rupestre na Chapada Diamantina, BA. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 14(2): 137-143.
- Felfili, J. M., Junior, M. C. S., Dias, B. J. & Rezende, A. V. (1999). Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 22(1): 1-14.
- Ferraz, D. K., Artes, R., Mantovani, W. & Magalhães, L. M. (1999). Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*. 59(2): 305-317.

- Fleming, T. H. & Williams, C. F. (1990). Phenology, seed dispersal, and recruitment in *Cecropia peltata* (Moraceae) in Costa Rican Tropical Dry Forest. *Journal of Tropical Ecology*. 6(2): 163-178.
- Fournier, L. A. (1976). El dendrofenograma, uma representação gráfica del comportamento fenológico de los árboles. *Turrialba*. 26(1): 96-97.
- Francisco, M. R. & Galetti, M. (2001). Frugivoria e dispersão de sementes de *Rapanea lancifolia* (Myrsinaceae) por aves numa área de cerrado do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. *Ararajuba*. 9(1): 13-19.
- Francisco, M. R. & Galletti, M. (2002). Consumo dos frutos de *Davilla rugosa* (Dilleniaceae) por aves numa área de cerrado em São Carlos, Estado de São Paulo. *Ararajuba*. 10(2): 193-198.
- Frankie, G. W.; Baker, H. G. & Opler, P. A. (1974). Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry forest sites of Costa Rica. *Journal of Ecology*. 62: 881-913.
- Funch, L. S., Funch, R. & Barroso, G. M. (2002). Phenology of Gallery and Montane Forest in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Biotropica*. 34(1): 40-50.
- Galetti, M. & Pizo, M. A. (1996) Fruiting eating by birds in a forest fragmented in southeastern Brazil. *Ararajuba*. 4: 71-79.
- Galetti, M. & Stotz, D. (1996). *Miconia hypoleuca* (Melastomataceae) como espécie-chave para aves frugívoras no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*. 56(2): 435-439.
- Galetti, M., Pizo, M. A. & Morellato, L. P. C. (2004). Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. Pp. 395-422. In: Cullen Jr, L., Rudran, R. & Valladares-Padua, C. (orgs.). *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo de vida silvestre*. Editora UFPR, Curitiba.
- Galetti, M.; Zipparro, V. B. & Morellato, L. P. C. (1999). Fruiting phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland Atlantic forest of Brazil. *Ecotropica*. 5: 115-122.
- Gama, F. L. de A. & Fisch, S. T. V. (2003). Fenologia de espécies arbóreas de áreas de recuperação da vegetação ciliar do Córrego Alambari-São José dos Campos, São Paulo. *Revista de Biociências*. 9(2): 17-25.
- Gautier-Hion, A.; Duplantier, J. M.; Feer, F.; Sourd, C.; Decoux, J. P.; Dubost, G.; Emmons, L.; Erard, C.; Hecketsweiler, P.; Mounqazi, A.; Roussilhon, C. & Thiollay, J. M. (1985). Fruit characteristics as basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. *Oecologia*. 65: 324-337.

- Gentry, A. H. & Emmons, L. H. (1987). Geographic variation in fertility, phenology, and composition of the understory of the neotropical forest. *Biotropica*. 19(3): 216-227.
- Gentry, A. H. (1974). Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica*. 6(1): 64-68.
- Gentry, A. H. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 75: 1-34.
- Gilbert, F. S. (1980). The equilibrium theory of island biogeography: fact ou fiction? *Journal of Biogeography*. 7: 209-235.
- Girão, W. & Souto, A. (2005). Breeding period of araripe manakin *Antilophia bokermanni* inferred from vocalization activity. *Cotinga*. 24: 35-37.
- Girão, W.; Rêgo, P.; Albano, C.; Thieres, P.; Campos, A. & Linhares, K. V. Reproductive biology, population census and range of the Araripe Manakin *Antilophia bokermanni*, Chapada do Araripe, Brazil (em preparação).
- Gondim, M. J. C. (2001). Dispersão de sementes de *Trichila* spp. (Meliaceae) por aves em um fragmento de mata mesófila semidecídua, Rio Claro, SP, Brasil. *Ararajuba*. 9(2): 101-112.
- Grantsau, R. (1988). Os beija-flores do Brasil: uma chave de identificação para todas as formas de beija-flores do Brasil. *Expressão e Cultura*, Rio de Janeiro.
- Gressler, E., Pizo, M. A. & Morellato, L. P. C. (2006). Polinização e dispersão de sementes de Myrtaceae do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 29(4): 509-530.
- Griz, L. M. S. & Machado, I. C. S. (2001). Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in Caatinga, a tropical dry forest in northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology*. 17: 303-321.
- Grubb, P. J. (1977). The maintenance of species richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Review*. 52: 107-145.
- Harrison, R. D., Yamamura, N. & Inoue, T. (2000). Phenology of a common roadside fig in Sarawak. *Ecological Research*. 15: 47-61.
- Hill, J. L. & Curran, P. J. (2001). Species composition in fragmented forests: conservation implications of changing Forest area. *Applied Geography*. 21: 157-174.
- Hilty, S. T. (1980) Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain Forest in pacific Colombia. *Biotropica*. 12(4): 292-306.
- Hirchfeld, E. (ed.) (2009). *Rare birds yearbook 2009. The world's 189 most threatened birds*. BirdLife International: Cambridge. 274p.

- Hoop, R. J. (1974). Plant phenology observations networks. Pp.24-44. In: Lieth, H. (ed.). *Phenology and seasonality models*. Springer-Verlag, Berlin.
- Howe, H. F. & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology Systematics*. 13: 201-228.
- Howe, H. (1984). Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biological Conservation*. 39: 261-281.
- Inoye, D. W. (2008). Effects of climate change on phenology, frost damage, and floral abundance of montane wildflowers. *Ecology*. 89(2): 353-362.
- IUCN (2008) *2008 IUCN Red list of threatened species*. IUCN, Gland, Switzerland [http://www.redlist.org, accessed may 2008].
- Janson, C. H. (1983). Adaptation of fruit morphology to dispersal agents in a neotropical forest. *Science*. 219:187-189.
- Janzen, D. H. (1967). Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution*. 21: 620-637.
- Jordano, P., Galetti, M. & Silva, W. R. (2006). Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. Pp. 411-436. In: Duarte, C. F., Bergallo, H. G., dos Santos, M. A. & V., A. E. (eds.). *Biologia da conservação: essências*. Editora Rima, São Paulo, Brasil.
- Knowles, O. H. & Parrota, J. A. (1995). Amazonian forest restoration: an innovative system for native species selection based on phenological data and field performance indices. *Commonwealth Forestry Review*. 74: 230-243.
- Koptur, S., Haber, W. A., Frankie, G. W. & Baker, H. G. (1988). Phenological studies of shrub and treelet species in tropical cloud forests of Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology*. 4: 347-359.
- Lampe, M. G., Bergeron, Y., McNeil, R. & Leduc, A. (1992). Seasonal flowering and fruiting patterns in Tropical Semi-Arid vegetation of Northeastern Venezuela. *Biotropica*. 24(1): 64-76.
- Leighton, M. & Leighton, D. R. (1983). Vertebrate responses to fruiting seasonality within a Bornean rain forest. Pp. 181-209. In: Sutton, S. L., Whitmore, T. C. & Chadwick, A. C. (eds.). *Tropical rainforest: ecology and management*. Blackwell Scientific Publishers, Oxford.
- Leite, A. V. & Machado, I. C. (2007). Fenologia reprodutiva, biologia floral e polinizadores de duas espécies simpátricas de Marantaceae em um fragmento de Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 30(2): 221-231.

- Lenza, E. & Klink, C. A. (2006). Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, D.F. *Revista Brasileira de Botânica*. 29(4): 627-638.
- Lenzi, M. & A. I. Orth (2004). Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*. 17(2): 67-89.
- Levey, D. J. (1988). Spatial and temporal variation in Costa Rican fruit and fruit eating bird abundance. *Ecological Monographs*. 58: 251-269.
- Levey, D. J.; Moermond, T. C. & Denslow, J. S. (1994). Frugivory: an overview. Pp. 282-294. In: McDade, A., Bawa, K. S., Hespenheide, H. A. & Hartshorn (eds.). *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest*. Chicago University Press, Chicago.
- Lieberman, D. (1982). Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. *Journal of Ecology*. 70: 791-806.
- Lieth, H. (1974). Introduction to phenology and modeling seasonality. Pp. 3-19. In: München, J. J., Würzburg, O. L. L., Oak Ridge, J. S. O. & Innsbruck, W. W. (eds.). *Phenology and seasonality modeling*. Springer-Verlag: Berlin.
- Lima, D. A. (1957). Notas para fenologia da zona da Mata de Pernambuco. *Revista de Biologia Lisboa*, I. 125-135.
- Linhares, K. V., Machado, I. C., Araújo, F. S., Lima-Verde, L. W., Oliveira, M., Girão, W., Albano, C., Rêgo, P. & Pinto, T. (2007) Espécies vegetais utilizadas como suporte para ninhos de *Antilophia bokermanni* Coelho & Silva 1998 (Aves: Pipridae), Chapada do Araripe, Ceará. XXX Encontro Regional de Botânica, Universidade Regional do Cariri, Crato, Ceará.
- Lobo, J. A., Quesada, M., Stoner, K. E., Fuchs, E., Herrerías-Diego, Y., Rojas, J. & Saborío, G. (2003). Factors affecting phenological patterns of Bombacaceous trees in seasonal Forest in Costa Rica and México. *American Journal of Botany*. 90(7): 1054-1063.
- Locatelli, E. & Machado, I. C. (2004). Fenologia de espécies arbóreas de uma Mata Serrana (Brejos de Altitude) em Pernambuco, Brasil. Pp. 255-276. In: Pôrto, K., Tabarelli, M. & Machado, I. C. (org.). *Brejos de Altitude: História Natural, Ecologia e Conservação*. Brasília: MMA/PROBIO/CNPq.
- Machado, I. C. S.; Barros, L. M. & Sampaio, E. V. S. (1997). Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica*. 29(1): 57-68.

- Manhães (2003). Frugivoria e dispersão de sementes de *Miconia urophylla* (Melastomataceae) por aves em um fragmento de Mata Atlântica secundária em Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. *Ararajuba*. 11(2): 173-180.
- Manhães, M. A., Assis, L. C. de S. & Castro, R. M. (2003) Frugivoria e dispersão de sementes de *Miconia urophylla* (Melastomataceae) por aves em um fragmento de Mata Atlântica secundária em Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. *Ararajuba*. 11(2): 173-180.
- Marcondes-Machado, L. O. & Rosa, G. A. (2005). Frugivoria por aves em *Cytharexylum myrianthum* cham (Verbenaceae) em áreas de pastagens de Campinas, SP. *Ararajuba*. 13(1): 113-115.
- Marcondes-Machado, L. O. (2002). Comportamento alimentar de aves em *Miconia rubiginosa* (Melastomataceae) em fragmento de cerrado, São Paulo. *Iheringia*. 92(3): 97-100.
- Marini, M. Â. (1992). Foraging behavior and diet of the Helmeted Manakin. *Condor*. 94: 151-158.
- Marques, M. C. M. & Oliveira, P. E. (2004). Fenologia de espécies de dossel e do sub-bosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 27(4): 713-723.
- Martin-Gajardo, I. S. & Morellato, L. P. C. (2002). Inter and intraspecific variation on reproductive phenology of the Brazilian Atlantic Forest Rubiaceae: ecology and phylogenetic. *Revista de Biologia Tropical*. 5(3): 1-8.
- Martin-Gajardo, I. S. & Morellato, L. P. C. (2003). Fenologia de Rubiaceae do sub-bosque em floresta atlântica do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 26(3): 299-309.
- McCarty, J. P., Levey, D. J., Greenberg, C. H. & Sargent, S. (2002). Spatial and temporal variation in fruit use by wildlife in a forested landscape. *Forest Ecology and Management*. 164: 277-291.
- Medeiros, D. P. W., Lopes, A. V. & Zickel, C. S. (2007). Phenology of woody species in tropical coastal vegetation, northeastern Brazil. *Flora*. 202: 513-520.
- Melo, C., Bento, E. C. & Oliveira, P. E. (2003). Frugivory and dispersal of *Faramea cyanea* (Rubiaceae) in Cerrado woody plant formations. *Brazilian Journal of Biology*. 63(1): 75-82.
- Mikich, S. B. & Silva, S. M. (2001). Composição florística e fenologia de espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no Centro-oeste do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 15(1): 89-113.

- Mikich, S. B. (2002). A dieta frugívora de *Penelope superciliaris* (Cracidae) em remanescentes de floresta semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil e sua relação com *Euterpe edulis* (Arecaceae). *Ararajuba* 10(2): 207-217.
- Miller-Rushing, A. J. & Primack, R. (2008). Global warming and flowering times in Thoreaus's concord: a community perspective. *Ecology*. 89(2): 332-341.
- MMA-Ministério do Meio Ambiente. (2003). Instrução Normativa nº 3 de 27 de maio de 2003. Lista das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Seção 1101:88-97.
- MMA-Ministério do Meio Ambiente. (2006). Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Secretaria de Biodiversidade e Florestas.
- Morellato, L. P. C. & Leitão-Filho, H. F. (1990). Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*. 50(1): 163-173.
- Morellato, L. P. C. & Leitão-Filho, H. F. (1992). Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. Pp. 112-139. In: Morellato, L. P. C. (org.). *História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal do sudeste do Brasil*. Editora Unicamp, Campinas.
- Morellato, L. P. C. & Leitão-Filho, H. F. (1996). Reproductive phenology of climber in a Southeastern Brazilian Forest. *Biotropica*. 28: 180-191.
- Morellato, L. P. C. (1991). Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no Sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Unicamp. 176 p.
- Morellato, L. P. C. (1992). Sazonalidade e dinâmica dos ecossistemas florestais da Serra do Japi. Pp. 98-110. In: Morellato, L. P. C. (ed.). *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Editora Unicamp, Campinas.
- Morellato, L. P. C. (1995). As estações do ano na floresta. Pp. 37-41. In: Morellato, L. P. C. & Leitão-Filho, H. F. (orgs). *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana*. Editora da Unicamp, Campinas.
- Morellato, L. P. C. (2003). Phenological data, networks, and research: South America. Pp: 75-92. In: Schwartz, M. D. (ed.). *Phenology: an integrative environmental science*. Kluwer Academic Publishers Dordrecht/Boston/London.
- Morellato, L. P. C. (2004). Phenology, sex ratio, and spatial distribution among dioecious species of *Trichila* (Meliaceae). *Plant Biology*. 6: 491-497.

- Morellato, L. P. C., Rodrigues, R. R., Leitão-Filho, H. F. & Joly, C. A. (1989). Estudo fenológico comparativo de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, SP. *Revista Brasileira de Botânica*. 12: 85-98.
- Morellato, L. P. C., Talora, D. C., Takahashi, A., Bencke, C. C, Romera, E. C. & Zipparo, V. B. (2000). Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica*. 32: 811-823.
- Mori, S. A., Lisboa, G. E. & Kallunki, J. A. (1982). Fenologia de uma mata higrófila sul-baiana. *Revista Theobroma*. 12(4): 217-230.
- Motta Jr, J. C. (1988). Dispersão por aves das sementes de *Psittacanthus robustus*. Resumos do VII Congresso Sociedade Botânica São Paulo, Rio Claro.
- Munhoz, C. B. R. & Felfili, J. M. (2007). Reproductive phenology of an herbaceous-subshrub layer of a Savannah (Campo Sujo) in the Cerrado biosphere Reserve I, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 67(2): 299-307.
- Newstrom, L. E., Frankie, G. W. & Baker, H. G. (1994). A new classification of plant phenology based on flowering pattern in lowland Tropical Rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*. 26: 141-159.
- Njoku, E. (1963). Seasonal periodicity in the growth and development of some forest trees in Nigeria: I. Observation on mature trees. *Journal of Ecology*. 51(3): 617-624.
- O'Brien, J. J., Oberbauer, S. F., Clark, D. B. & Clark, D. A. (2008). Phenology and stem diameter increment seasonality in Costa Rica Wet Tropical Forest. *Biotropica*. 40(2): 151-159.
- Oliveira, J. G. B., Quesado, H. L. C., Nunes, E. P. & Viana, F. A. (1988). Observações preliminares da fenologia de plantas da caatinga na estação ecológica de Aiuaba, Ceará. Mossoró: ESAM. Coleção Mossoroense, Série B, nº 538.
- Oliveira, P. E. (1991). The pollination and reproductive biology of a cerrado Woody community in Brazil. Ph. D. thesis, University of St. Andrews, St. Andrews.
- Oniki, Y., Melo Junior, T. A., de Scopel, E. T. & Willis, E. O. (1994). Bird use of *Cecropia* (Cecropiaceae) and nearby trees in Espírito Santo State, Brazil. *Ornitologia Neotropical*. 5: 109-114.
- Opler, P. A.; Frankie, G. W. & Baker, H. G. (1976). Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *Journal of Biogeography*. 3(3): 231-236.

- Opler, P. A.; Frankie, G. W. & Baker, H. G. (1980). Comparative phenological studies of treelet and shrubs species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*. 68: 167-188.
- Pedroni, F., Sanches, M. & Santos, F. A. M. (2002). Fenologia de Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.-Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 25(2): 183-194.
- Pereira, R. M. A., Araújo Filho, J. A., Lima, R. V., Lima, F. D. G. & Araújo, Z. B. (1989). Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. *Ciência Agrônômica*. 20: 11-20.
- Pereira, T. S. & Mantovani, W. (2001). Maturação e dispersão de *Miconia cinnamofolia* (D.C.) NAUD na Reserva Biológica de Poço das Antas, Município de Silva Jardim, RJ., Brasil. *Acta Botanica*. 15(3): 1-14.
- Peres, C. A. (1994). Composition, density, and fruiting phenology of arborescent palms in an amazonian firme forest. *Biotropica*. 26(3): 285-294.
- Pinto, A. M.; Ribeiro, R. J.; Alencar, J. da C. & Barbosa, A. P. (2005). Fenologia de *Simarouba amara* Aubl. na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM. *Acta Amazonica*. 35(3): 347-352.
- Piratelli, A. & Pereira, M. R. (2002). Dieta de aves na região leste do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Ararajuba*. 10(2): 131-139.
- Pires O'Brien, M. J. (1993). Phenology of tropical trees from Jari, lower Amazon, I. Phenology of eight Forest communities. *Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi, Série Botânica*. 9(1): 67-92.
- Pizo, M. A. (2002) The seed dispersers and fruit syndromes of Myrtaceae in Brazilian Atlantic Forest. Pp. 129-143. In: Levey, D., Silva, W. R. & Galetti, M. (eds.). *Frugivores and seed disperses-biodiversity and conservation perspectives*. CABI Publishing, Wallingford.
- Post, E. S.; Pedersen, C.; Wilmers, C. C. & Forchhammer, M. C. (2008). Phenological sequences reveal aggregate life history response to climatic warming. *Ecology*. 89(2): 363-370.
- Primack, R. B. (1985). Patterns of flowering phenology in communities, populations, individual, and single flowers. Pp. 571-593 In White, J. (ed.). *The population structure of vegetation* Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- Ragusa-Neto, J. (2002). Fruiting phenology and consumption by birds in *Ficus calyptorceras* (MIQ.) MIQ. (Moraceae). *Brazilian Journal of Biology*. 62(2): 339-346.

- Rathcke, B. & Lacey, E. P. (1985). Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 16: 179-214.
- Redford, K. H. (1992). The empty forest. *BioScience*. 42(6): 412-422.
- Reich, P. B. & Borchert, R. (1982). Phenology and ecophysiology of tropical tree, *Tabebuia neocrysantha*, Bignoniaceae. *Ecology*. 63(2): 294-299.
- Restrepo, C. & Gomez, D. A. (1998). Responses of understory birds to anthropogenic edges in a Neotropical montane forest. *Ecological Applications*. 8: 170-183.
- Rich, P. M., Breshears, D. D. & White, A. B. (2008). Phenology of mixed woody-herbaceous ecosystems following extreme events: net and differential responses. *Ecology*. 89(2): 342-352.
- Sakai, S. M., Momose, K.; Yumoto, T.; Nagamitsu, T.; Nagamasu, H.; Hamid, A. A. & Nakashizuka, T. (1999). Plant reproductive phenology over four years including an episode of general flowering in a lowland dipterocarp forest, Sarawak, Malaysia. *American Journal of Botany*. 86(10): 1414-1436.
- Salati, E., Dall'Olio, A., Matsui, E. & Bat, J. A. (1979). Recycling of water in the Amazon basin: an isotopic study. *Water Resources*. 15: 1250-1258.
- Santos, N. (1979). Fenologia. *Rodriguesia*. 31: 223-226.
- Sarmiento, G. M. & Monasterio, M. (1983). Life forms and phenology. Pp 79-108. In: Bourliere, F. (ed.). *Tropical Savannas*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Seixas, G. H. F. & Mourão, G. M. (2002). Biologia reprodutiva do papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*) no Pantanal sul-matogrossense, Brasil. Pp. 157-171. In: Galletti, M & Pizo, M. A. (eds.). *Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil*. Melopsittacus Publicações Científicas. Belo Horizonte, Minas Gerais.
- Shukla, T., Nobre, C. & Sellers, P. (1990). Amazon deforestation and climate change. *Science*. 247: 1322-1325.
- Sick, H. (1997). *Ornitologia brasileira*. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 862 p.
- Silva, J. M. C. & Tabarelli, M. (2000). Tree species impoverishment and future flora of atlantic forest of northeast Brazil. *Nature*. 404: 72-74.
- Silva, W. A. de G. e & Rêgo, P. S. do. (2004). Conservação do soldadinho-do-araripe *Antilophia bokermanni* (Aves: Pipridae): subsídios para a elaboração do plano de manejo. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Paraná e Observadores de Aves de Pernambuco: Recife. 32p.

- Silva, W. R. & Vielliard, J. (2000). Avifauna da mata ciliar. Pp. 169-185. In: Rodrigues, R. R. & Leitão-Filho, H. de (eds.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. Edusp/Fapesp, São Paulo.
- Silveira, F. R. (1935). Queda de folhas. *Rodriguesia*, I. 1-6.
- Smith- Ramírez, C., Armesto, J. J. & Figueroa, J. (1998). Flowering, fruiting and seed germination in Chilean rain forest myrtaceae: ecological and phylogenetic constraints. *Plant Ecology*. 119-131.
- Snow, D. W. (1962). A field study of the Black and White manakin, *Manacus manacus*, in Trinidad. *Zoologica*. 47: 65-104.
- Snow, D. W. (1965). A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos*. 15: 274-281.
- Snow, D. W. (1971). Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *Ibis*. 113: 194-202.
- Snow, D. W. (1981) Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica*. 13 (1): 1-14.
- Staggemeier, V. G., Morellato, E. P. C & Galetti, M. (2007). Fenologia reprodutiva de Myrtaceae em uma ilha continental de floresta Atlântica. *Revista Brasileira de Biociências*. 5(1): 423-425.
- Stiles, F. G. (1977). Coadapted competitors. *Science*. 198: 1177-1178.
- Stiles, F. G. (1992). Animal as seed dispersers. Pp. 87-104. In: Fenner, M. (ed.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. CAB International, Wallingford.
- Talora, D. C. & Morellato, L. P. C. (2000). Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 23(1): 13-26.
- Ter Steege, H. & Persaud, C. A. (1991). The phenology of Guyanese timber species: a compilation of a century of observations. *Vegetatio*. 95: 177-198.
- Terborgh, J. (1986). Keystone plant resources in the tropical forest. Pp. 330-344. In: Soulé, M. (ed.) *Forest. Conservation Biology: Science of scarcity and diversity*. Sunderlands, Massach.
- Terborgh, J. (1992). Diversity and the tropical rain forest. Scientific American Library. New York, USA.
- van Schaik, C. P. (1986). Phenological change in a Sumatran rain forest. *Journal of Tropical Ecology*. 2: 327-347.
- van Schaik, C. P., Terborgh, J. W. & Wright, S. J. (1993). The phenology of tropical forest: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 24: 353-377.

- Veloso, H. P. (1945). As comunidades e as estações botânicas de Teresópolis, RJ. Boletim do Museu Nacional do Rio de Janeiro. 3: 3-95.
- Williams, R. J., Myers, B. A., Eamus, D. & Duff, G. A. (1999). Reproductive phenology of Woody species in North Australian tropical Savanna. *Biotropica*. 31(4): 626-636.
- Williams-Linera, G. & Meave, H. (2002). Patrones fenológicos. Pp. 407-431. *In: Guariguata, M. R. & Kattan, G. H. (eds.). Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Libro Universitario Regional, Cartago.
- Wright, S. J. (1996). Phenological responses to seasonality in tropical Forest plants. Pp. 675 *In: Mulkey, S. S.; Chazdon, R. L. & Smith, A. P. (Eds.). Tropical Forest plant ecophysiology*. Chapman & Hall, New York.
- Wright, S. J., Carrasco, C., Calderon, O. & Patton, S. (1999). The El Niño Southern Oscillation, variable fruit production and famine in a tropical forest. *Ecology*. 80: 1632-1647.
- Zipparro, V. B. & Morellato, L. C. P. (2007). Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em Floresta Atlântica: um estudo de longa duração. Pp. 113-126. *In: Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo dos recursos vegetais arbóreos (recurso eletrônico)*. Colombo: Embrapa Florestas.

Capítulo 1:**FRUTOS UTILIZADOS POR *ANTILOPHIA BOKERMANNI*, AVE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO E ENDÊMICA DA CHAPADA DO ARARIPE, NORDESTE DO BRASIL**

Karina Vieiralves Linhares¹, Francisca Soares Araújo² e Isabel Cristina S. Machado³

1. Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);
2. Universidade Federal do Ceará (UFC), Av. Mister Hull, s/n, Pici, Centro de Ciências, Departamento de Biologia, Laboratório de Fitogeografia, Fortaleza-Ceará, Brasil, CEP.: 60.430-760;
3. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Rua Professor Nelson Chaves, s/n, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva, Cidade Universitária, Recife-Pernambuco, Brasil, CEP.: 50.372-970.

A ser enviado para o periódico: ORYX

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram determinar a dieta frugívora de *Antilophia bokermanni*, além de obter características morfológicas dos frutos, ecológicas das plantas e comportamentais desta ave ameaçada e endêmica da Chapada do Araripe relacionadas à sua dieta. As coletas foram realizadas na Floresta Estacional perene, na vertente nordeste da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil e ocorreram entre dezembro de 2004 e julho de 2008. Foram registradas 22 espécies de plantas utilizadas por *A. bokermanni*, distribuídas em 19 gêneros e 16 famílias. Foi possível verificar que esta ave utiliza todos os estratos da floresta para se alimentar, com preferência por árvores e ingere predominantemente frutos do tipo drupa, pequenos e com sementes pequenas e de coloração vermelha e roxa. A maioria das plantas utilizadas possui estratégia de regeneração pioneira. As táticas de forrageio e estratégias de consumo mais comuns foram adquirir o fruto voando e engolindo-o, respectivamente. Este pássaro apresenta características comportamentais e/ou fisiológicas que o apontam como potencial dispersor de sementes. Desta forma, o conhecimento sobre a sua dieta frugívora auxiliará no seu manejo e na sua conservação.

Palavras-chave: conservação, “Criticamente em Perigo”, dieta, endemismo, floresta úmida, frugivoria, Pipridae, soldadinho-do-araripe.

ABSTRACT

This study had as its main aims to determine the diet of *Antilophia bokermanni*, as well as to obtain the morphological characteristics of the fruits, the ecological characteristics of the plants, and the behavioral characteristics related to the diet of this endemic, endangered bird from Chapada do Araripe. The gatherings were carried out in humid forest of the Northeastern strand of Chapada do Araripe, Ceará, Brazil, and occurred between December, 2004, and July, 2008. Twenty-two species of plants used by *A. bokermanni*, distributed into 19 genres and 16 families, were registered. It was possible to verify that this bird utilizes all the forest stracts for feeding, preferring trees, and ingesting mainly fruits of the drupe kind, small and with small seeds and of red or purple color. Most of the plants used have a pioneer regeneration strategy. The most common tactics of forage and strategies of consume were to acquire the fruit by flying and swallowing it, respectively. This bird presents behavioral and/or physiological characteristics which point it out as a potential seed disperser. Thus, the knowledge about its frugivorous diet will help with dealing with and conserving the threatened *A. bokermanni*.

Key words: conservation, “Critically Endangered”, diet, endemism, humid forest, frugivory, Pipridae, araripe manakin.

INTRODUÇÃO

Em regiões tropicais os estudos abordando frugivoria tiveram impulso a partir da década de 60 (Snow, 1965) e, no Brasil, desenvolveram-se nas duas últimas décadas, sendo a maioria realizada com aves presentes em ambientes florestais (Galetti & Pizo, 1996, Mikich, 2002, Pizo, 2002).

O Brasil possui uma das mais ricas avifaunas do mundo, com aproximadamente 1.800 espécies (CBRO, 2008), das quais cerca de 240 são endêmicas (Myers *et al.*, 2000, MMA & Fundação Biodiversitas, 2008). A maioria ocorre na Floresta Pluvial Atlântica do Sudeste e do Nordeste (Silveira *et al.*, 2003, Marini & Garcia, 2005). Um terço das aves tropicais são frugívoras, sem considerar as que se alimentam ocasionalmente de frutos (Snow, 1981), podendo desempenhar importante função ecológica na natureza ao atuarem como dispersoras de sementes (Snow, 1971, Stiles, 1992, Leighton & Leighton, 1983, Gautier-Hion *et al.*, 1985, Levey *et al.*, 1994, Motta Jr, 1988, Francisco & Galetti, 2001, Manhães *et al.*, 2003, Gressler *et al.*, 2006).

As aves frugívoras (*sensu strictu*) da Floresta Pluvial Atlântica brasileira formam a guilda mais ameaçada de extinção (Goerck, 1997) e são as primeiras a desaparecerem em áreas fragmentadas pelo fato de serem particularmente sensíveis à fragmentação das florestas e à perda de habitat (Terborgh, 1974, Willis, 1979), principais ameaças aos processos ecológicos mantenedores da biodiversidade, como a polinização e a dispersão (Tabarelli, 1998). O conhecimento das estratégias de regeneração das espécies vegetais utilizadas na alimentação de aves frugívoras possibilita o conhecimento das condições ideais para sua reprodução (Ferraz *et al.* 1999) e deve ser considerado quando se deseja contribuir para planos de recuperação de florestas degradadas.

Em florestas tropicais os frutos zoocóricos são encontrados em 50% a 90% de árvores e arbustos (Howe & Smallwood, 1982) e representam uma importante fonte energética por serem facilmente encontrados, capturados e processados (Levey *et al.*, 1994). A maneira como são engolidos (estratégias de consumo) e a forma como são obtidos (tática de forrageio) interferem na eficiência da dispersão de suas sementes. Quando os frutos são engolidos por inteiro, aumenta a chance de quebra de dormência das sementes ao passarem pelo trato digestório e, se os frutos são obtidos com a ave em vôo, diante dos frutos, diminui o tempo de visita sobre a planta-mãe e possibilita que as sementes sejam defecadas em locais livres da densidade dependente superior abaixo da planta-mãe, aumentando assim, as chances de estabelecimento e germinação (Janzen, 1971). Geralmente frutos ornitocóricos apresentam

características peculiares, tais como tamanho compatível com a abertura do bico das aves, coloração conspicua, são inodoros e possuem consistência do pericarpo carnosa (Janzen, 1980, van der Pijl, 1982, Moermond & Denslow, 1985, Jordano, 2000, Faustino & Machado, 2006).

A família Pipridae possui muitos representantes essencialmente frugívoros (Snow, 2004), incluindo *Antilophia galeata* Lichtenstein, 1823 e *Antilophia bokermanni* Coelho & Silva 1998, únicas espécies deste gênero cuja ocorrência restringe-se às florestas úmidas ciliares (Marini, 1992, Silva & Vielliard, 2000, Bencke *et al.*, 2006) e alimentam-se principalmente de frutos situados próximos aos cursos d'água (Marini, 1989, Aquasis, 2006), recursos estes que são defendidos pelos machos, principalmente no período reprodutivo. São espécies monogâmicas e não se exibem em arenas como ocorre com a maioria dos piprídeos (Marini, 1989, Aquasis, 2006) que se mostram para as fêmeas durante o voo e/ou perseguem os intrusos em seu território (Aquasis, 2006).

Antilophia bokermanni, também conhecida como soldadinho-do-araripe, é considerado o piprídeo mais ameaçado de extinção global (Snow, 2004, Girão & Albano, 2008, Hirschfeld, 2009). Dois anos após a sua descoberta, foi classificado como “Criticamente em Perigo” pela União Mundial para a Natureza (IUCN, 2008) e, em 2003, já constava na Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2003).

As principais ameaças à *A. bokermanni* são a perda de habitat e a degradação dos mananciais hídricos que comprometem a sua pequena área de ocorrência, apenas 28 km² situados em remanescentes da Floresta Estacional perene (Holdrige, 1947), em altitudes que variam de 600 a 800 m da vertente Nordeste da Chapada do Araripe (IUCN, 2008, Hirschfeld, 2009), considerada uma área disjunta da ecorregião da Floresta Atlântica (Conservation International do Brasil *et al.*, 2000). A presença de *A. bokermanni* nesta porção restrita desta chapada foi um dos fatores que definiu o remanescente florestal uma área importante para conservação de aves (IBA-Important Bird Area) (Bencke *et al.*, 2006), além de ser considerada um local de importância biológica e prioridade de ação extremamente alta (MMA, 2006).

O conhecimento da dieta de aves e dos aspectos ecológicos a ela relacionados é essencial para o entendimento de sua história natural e para o estabelecimento de estratégias à sua conservação (Bartholomew, 1986). Existem pesquisas sobre a dieta vegetal de *A. galeata* (Motta Jr, 1988, Marini, 1989, 1992, Francisco & Galetti, 2002, Melo *et al.*, 2003, Coelho, 2007, Aires *et al.*, 2008), mas em relação à *A. bokermanni*, as informações são pontuais e

escassas, tratando-se de observações ocasionais de ingestão de frutos de *Cordia* sp. (Boraginaceae) e *Cecropia* sp. (Urticaceae) (Coelho & Silva, 1998, Azevedo Jr. *et al.*, 2000).

Desta forma, os objetivos deste trabalho foram determinar quais são os frutos utilizados na dieta de *A. bokermanni* bem como suas características morfológicas (tamanho dos frutos e das sementes, cor, tipo, consistência do pericarpo e deiscência) e ecológicas (estratégias de regeneração da planta), assim como o hábito destas espécies vegetais e a altura de forrageamento por *A. bokermanni*, além de descrever aspectos comportamentais desta ave relacionados à ingestão de frutos e à dispersão de sementes, informações que poderão subsidiar ações futuras de manejo e conservação da ameaçada *A. bokermanni*.

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em cinco remanescentes de Floresta Estacional perene (Holdrige 1947) situados na vertente Nordeste da Chapada do Araripe (floresta úmida), entre as cotas altitudinais de 600 e 800 m, nos Municípios de Crato (7°16'36"S/39°26'41"W, 7°16'55"S/39°26'24"W) e de Barbalha (7°19'59"S/39°24'46, 7°21'52"S/39°19'52"W e 7°18'47"S/39°23'51"W), no Ceará, Nordeste do Brasil (Figura 1A-D). Na Chapada do Araripe, esta formação florestal é favorecida por nascentes d'água que se concentram na vertente nordeste, bem como pela umidade nebulosa captada em altitudes entre 600 e 800 metros (DNPM 1996), local onde *Antilophia bokermanni* é endêmica (Aquasis, 2006).

A área de estudo apresenta duas estações climáticas bem distintas, uma seca (com 0 a 60 mm de precipitação) que compreende o período de maio a novembro, e outra chuvosa (acima de 60 mm), entre dezembro e abril, com máximas de chuva em fevereiro e março e precipitação média anual de 1.033 mm. A temperatura média anual é 25,7°C, com os meses mais frios em junho e julho (24,1°C) e o mais quente em novembro (27,4°C). O solo é majoritariamente (66,45%) latossolo vermelho amarelo distrófico (Figueiredo, 1997).

Coletas

As coletas foram mensais, em um período total de três anos e oito meses e ocorreram entre dezembro de 2004 e julho de 2008. O levantamento qualitativo dos frutos consumidos por *A. bokermanni*, das suas estratégias de consumo, das táticas de forrageio e dos comportamentos

associados à dispersão foi obtido a partir de observações *ad libitum* (Lehner, 1996), através de caminhadas na área de estudo, com velocidade variável de acordo com a taxa de encontro de indivíduos em comportamento de forrageio (Robinson & Holmes, 1982), durante o período luminoso, com auxílio de binóculo e caderneta de campo. À medida que o pássaro era observado alimentando-se de determinado fruto, marcava-se a planta e coletavam-se ramos férteis.

Para cada espécie vegetal ingerida por *A. bokermanni* foi observada a morfologia do fruto (seu tamanho e o da semente, cor e tipo, consistência do pericarpo (seco e carnosos), deiscência (deiscente e indeiscente), o hábito, a altura de forrageamento e as características ecológicas destas plantas (estratégia de regeneração da planta-pioneiras e tolerantes à sombra).

Morfologia e tipificação dos frutos

Os frutos pertencentes à dieta de *A. bokermanni* foram coletados (n=5-20) e depositados em potes plásticos com álcool 70%. Os frutos e as sementes foram medidos (largura X comprimento) com auxílio de um paquímetro de metal com 0,1 mm de precisão e microscópio estereoscópico, respectivamente. O tamanho do bico de *A. bokermanni* também foi mensurado com o paquímetro.

Os frutos e as sementes foram agrupados em três classes de tamanho: (1) pequenos (<6 mm), (2) médio ($\geq 6 < 15$ mm), (3) grandes ($\geq 15 < 30$ mm) e (4) muito grandes (≥ 30 mm), adaptado de Tabarelli & Peres (2002). Para o pseudofruto foi considerado o tamanho dos frutículos (*Siparuna guianensis*, Siparunaceae). Para *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) e *Piper aduncum* (Piperaceae) foi considerado o tamanho da infrutescência.

A cor, o tipo do fruto, a consistência do pericarpo e a deiscência foram definidos a partir de observações diretas do campo e com base em literatura especializada (Roosmalen, 1985, Spjut, 1994, Ribeiro *et al.*, 1999, Lorenzi, 2008, Souza & Lorenzi, 2008).

Adicionalmente às coletas dos frutos da dieta de *A. bokermanni* obtidas a partir de observações visuais de ingestão, foi realizada coleta de fezes defecadas abaixo de um ninho e a partir de três capturas com redes de neblina (*mist net*). Após a captura, os animais eram mantidos em sacos de algodão por cerca de vinte minutos até defecarem. As fezes foram coletadas e, posteriormente, separadas em estruturas animais e vegetais, sendo fotografadas com auxílio de um microscópio estereoscópico. As sementes foram separadas em morfotipos e comparadas às sementes de frutos da lista de plantas identificadas que compunham a dieta de *A. bokermanni*.

Hábito e altura de forrageamento

Quanto ao hábito, as espécies vegetais utilizadas na dieta de *A. bokermanni* foram classificadas em: (1) *árvores*: espécies lenhosas que, em fase reprodutiva, apresentavam no mínimo, três metros de altura; (2) *arbustos*: aquelas que apresentavam, no mínimo, um metro e, no máximo, três metros; (3) *subarbustos*: as espécies com no máximo um metro e caule principal lenhoso com ramificações secundárias; (4) *ervas*: quando se tratavam de plantas vasculares terrestres com a parte aérea herbácea e (5) *hemiparasitas*: aquelas que dependem nutricionalmente de outra planta (adaptado de Whittaker 1975). A altura do forrageamento realizada por *A. bokermanni* foi determinada a partir dos registros visuais do consumo de frutos.

Estratégias de regeneração

As estratégias de regeneração desenvolvidas pelas plantas que compunham a dieta de *A. bokermanni* foram obtidas a partir de bibliografia especializada (Spjut, 1994, Ribeiro *et al.*, 1999, Oliveira *et al.*, 2004, Lorenzi, 2008, Souza & Lorenzi, 2008) e/ou de observações em campo, sendo consideradas: (1) *tolerantes à sombra*, aquelas capazes de se regenerarem em ambientes sombreados da floresta e (2) *intolerantes à sombra ou pioneiras*: aquelas que requerem grande quantidade de luz presentes em clareiras ou bordas para regenerarem (Oliveira *et al.*, 2004).

Táticas de forrageio e estratégias de consumo

As táticas de forrageio foram classificadas de acordo com Remsen & Robison (1990), sendo consideradas apenas aquelas referentes ao consumo de frutos, tais como: (1) *voando*: quando o pássaro obtém o fruto em pleno vôo, libra em frente à frutificação e destaca o fruto com o seu bico e (2) *pousado*: quando o animal colhe o fruto estando pousado em um galho próximo, podendo ou não levá-lo a outro poleiro (Figuras 2A e 2B).

As estratégias de consumo dos frutos, ou seja, a maneira como o recurso foi explorado foram baseadas em Melo *et al.* (2003), podendo ser: (1) *amassado*: quando há a mandibulação do fruto, sendo consumida apenas a polpa e o suco, (2) *bicado*: quando o animal remove a porção da polpa, perfura ou bica o fruto fixo na planta (Figura 2A) e (3) *engolido*: quando há o consumo do fruto incluindo as sementes (Figura 2B). Foi ainda observado o grau de

maturação dos frutos ingeridos por *A. bokermanni* e se os animais alimentavam-se de forma isolada ou em grupos.

Exsicatas das espécies vegetais relacionadas com a dieta de *A. bokermanni* foram depositadas nos herbários da Universidade Federal do Ceará (UFC) e da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), como espécimes-testemunho e identificadas com auxílio de chaves dicotômicas, através de comparação com exemplares existentes nos herbários da Universidade Federal de Pernambuco (UFP), Universidade Federal do Ceará (EAC), Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB) e da Universidade de São Paulo (SPF), bem como a partir de consultas aos especialistas destas e de outras instituições. O sistema de classificação adotado seguiu o APG II (2003).

RESULTADOS

Riqueza

Foram registradas 27 espécies vegetais pertencentes à dieta de *A. bokermanni*, das quais 22 estavam distribuídas em 19 gêneros e 16 famílias (Tabela 1) e as demais foram encontradas nas fezes de *A. bokermanni*. Nesta última análise foi verificada a presença de partes de frutos (epicarpo) e sementes em maior proporção do que as de conteúdo animal, sendo registrados adicionalmente cinco morfotipos diferentes da lista de plantas forrageadas por *A. bokermanni* nas observações de campo.

Morfologia e tipificação dos frutos

A maioria dos frutos utilizados na dieta de *A. bokermanni* apresentou tamanho pequeno (52,38%), seguido de médio (47,62%). A maior parte das sementes foi considerada pequena (95,24%) e o restante apresentou tamanho médio (4,76%). Grande parte dos frutos consumidos por *A. bokermanni* tinha coloração roxa (23,82%), seguida de vermelha (19,05%), preta (19,05%), azul (9,52%), verde (9,52%) e laranja (9,52%) e, por último, amarela (4,76%) e branca (4,76%). Predominaram frutos do tipo drupa (47,62%), seguido de baga (38,10%), infrutescência (9,52%) e pseudofruto (4,76%) (Tabela 1). No caso de *Siparuna guianensis* (Siparunaceae) a parte atrativa à ave é o receptáculo que se rompe quando fica maduro (vermelho), só então expõe o fruto branco situado na sua porção mais interna.

Hábito e altura de forrageamento

Das plantas com frutos consumidos por esta ave 47,62 % são árvores, seguidas do hábito arbustivo (28,57%), subarbustivo (9,52%), herbáceo (9,52%) e hemiparasita (4,77%) (Tabela 1). *Antilophia bokermanni* consumiu frutos de espécies vegetais situadas desde a 20 cm do solo (*Coccocypselum lanceolatum*, Rubiaceae), dois metros (*Phoradendron* sp., Santalaceae) ou até aqueles presentes em árvores com mais de 20 m de altura (*Hieronyma alchorneoides*, Phyllanthaceae; *Hirtella glandulosa*, Chrysobalanaceae), embora tenha sido possível observar uma preferência em forragear em árvores.

Estratégias de regeneração

As espécies vegetais cujos frutos são consumidos por *A. bokermanni* são na maioria pioneiras (95,24%), desenvolvendo-se em áreas com grande quantidade de luz, embora *Hirtella glandulosa* (Chrysobalanaceae), *Hieronyma alchorneoides* (Phyllanthaceae) e *Psychotria colorata* (Rubiaceae) podem desenvolver-se tanto em locais com grande incidência de luz como no interior da floresta (Tabela 1).

Táticas de forrageio e estratégias de consumo

A tática referente à aquisição do fruto pelo pássaro em vôo (voando) foi verificada na maior parte das observações (47,62%). Nesta tática a ave deslocava-se de um galho em direção ao fruto, libra em frente deste recurso, destacando-o e engolindo-o. Na segunda tática o animal fica posicionado em um galho, aproxima-se do fruto e destaca-o (28,57%). *Antilophia bokermanni* realizou também as duas táticas de forrageio (23,81%) na mesma planta para obtenção de frutos (Tabela 2).

As três estratégias de consumo foram realizadas por *A. bokermanni* embora a estratégia de consumo engolir tenha sido a mais representativa (80,95%) (Tabela 2). Nesta estratégia, o pássaro antes de engolir o fruto colocou o bico para o alto a fim de ajustar a posição deste recurso nutricional. Apenas os frutos de *Cecropia pachystachya* (Urticaceae), *Piper aduncum* (Piperaceae) e *Henriettea succosa* (Melastomataceae) foram vistos sendo bicados (14,28%), e, só posteriormente suas polpas e/ou sementes eram consumidas (Figura 2A, Tabela 2). A utilização desta estratégia ocorreu com os frutos de maior tamanho consumidos por esta ave (Tabela 2). Os frutos de *Miconia ibaguensis* (Melastomataceae) foram amassados e

posteriormente engolidos por *A. bokermanni*, sendo utilizadas duas táticas (4,76%) na ingestão destes recursos. Na primeira (amassar), a ave retirou o pericarpo dos frutos antes de ingeri-los e alimentou-se apenas da sua polpa e do suco e só depois realizou a segunda tática (engolir).

Antilophia bokermanni foi observada ingerindo uma única vez frutos de *Byrsonima sericea* (Malpighiaceae) quando estes ainda estavam imaturos (com coloração verde) e alimentando-se de frutos de *Hieronyma alchorneoides* (Phyllanthaceae) juntamente com outras aves frugívoras (i.e. *Tangara cayana*, *Thraupis palmarum*, *Turdus leucomelas*).

DISCUSSÃO

O número de frutos utilizados na dieta de *A. bokermanni* foi semelhante ao obtido por Marini (1992) ao estudar os itens alimentares consumidos por *A. galeata* que consumiu frutos de 17 espécies vegetais pertencentes a 12 famílias. Comparando-se a dieta destas duas aves, houve uma espécie em comum (*Cecropia pachystachya*, Urticaceae), além de representantes de Melastomataceae (*Miconia*) e de Piperaceae (*Piper*). Estudos posteriores sobre a dieta de *A. galeata* revelaram a ingestão de frutos de *Palicourea macrobotrys* (Rubiaceae), *Faramea cyanea* (Rubiaceae) e *Rapanea lancifolia* (Myrsinaceae), entretanto, não houve qualquer espécie coincidente com aquelas consumidas por *A. bokermanni* (Sick, 1997, Francisco & Galetti, 2002, Melo *et al.*, 2003, Coelho, 2007). Esta variedade de frutos utilizados por estes pássaros parece ser comum em Pipridae (Marini, 1992). Snow (1962) listou 105 espécies de plantas sendo consumidas por *Manacus manacus* (17 Melastomataceae, 15 Rubiaceae e 4 Moraceae) e Wheelwright *et al.* (1984) registrou o consumo de 37 espécies vegetais distribuídas em 22 famílias pertencentes à dieta de *Chiroxiphia linearis*.

Representantes de Urticaceae e Melastomataceae são frequentemente reportados como importantes recursos para aves frugívoras em outros estudos (Wheelwright *et al.*, 1984, Marcondes-Machado & Argel-de-Oliveira, 1988, Fleming & Williams, 1990, Galetti & Pizo, 1996, Loiselle & Blake, 1999, Hasui & Höfling, 1998). Skutch (1945) refere-se à *Cecropia* como a mais hospitaleira das árvores, pois provê alimento e abrigo para vários animais, incluindo aves. Marini (1992) ao analisar onze conteúdos fecais de *A. galeata* encontrou 760 sementes de *C. pachystachya* (Urticaceae) e 450 sementes de *Miconia hirtella* (Melastomataceae).

Aves generalistas são comumente atraídas por frutos de Melastomataceae (Hilty, 1980, Galetti & Stotz, 1996, Marcondes-Machado, 2002), devido à elevada produção e ao tamanho

diminuto que facilita a ingestão, além de serem de fácil acesso (Snow 1981). Frutos de *Miconia* (Melastomataceae), por exemplo, são considerados recursos-chave para muitas aves frugívoras (Snow, 1962, Galetti & Stotz, 1996), pois são produzidos em grande quantidade nas regiões neotropicais, frutificam na época de escassez de alimentos (Terborgh, 1986, van Schaik *et al.*, 1993) e não oferecerem barreiras químicas à digestão (Gilbert, 1980).

O fato de terem sido encontradas nas fezes de *A. bokermanni* sementes diferentes das que haviam sido registradas na sua dieta pode indicar que, apesar do longo tempo de acompanhamento e da grande quantidade de recursos alimentares que este pássaro foi visto ingerindo, este valor ainda seja subestimado. Marini (1992) chegou a esta mesma conclusão, apesar da metodologia empregada no seu estudo também incluir a coleta de animais para verificação do conteúdo estomacal, que não foi realizada neste trabalho, principalmente por tratar-se de uma espécie tão ameaçada.

A abertura bucal de *A. bokermanni*, com cerca de 13 mm, permite que este pássaro engula a maioria dos frutos por inteiro. O tamanho dos frutos e das sementes influencia diretamente no comportamento alimentar das aves (Moermond & Denslow, 1983, Wheelwright, 1985, Silva & Tabarelli, 2000). Estudos realizados com frutos de Myrtaceae, por exemplo, indicaram que as espécies desta família geralmente apresentam frutos pequenos, compatíveis com a abertura do bico de muitas aves frugívoras, fazendo destes animais dispersores em potencial (Pizo, 2003; Gressler *et al.*, 2006).

Todas as sementes de frutos consumidos por *A. bokermanni* foram consideradas pequenas, principalmente aqueles das Melastomataceae que comumente apresentam sementes diminutas e numerosas (Snow, 1981, Moermond & Denslow, 1985) compondo uma massa gelatinosa (polpa + sementes) de difícil individualização e ao invés de serem regurgitadas, são engolidas juntamente com o fruto, passando pelo trato digestório e sujeitando-se à ação de enzimas. Este processo, muitas vezes, possibilita a quebra da sua dormência tegumentar, aumentando as chances de germinação (Logan & Xu, 2006). Pineschi (1990) obteve maiores taxas de germinação quando as sementes de algumas mirsináceas passavam pelo trato digestório das aves consumidoras. Knowles & Parrota (1997) reportaram que espécies vegetais com sementes pequenas tendem a ter vida curta e possuírem estratégia de regeneração pioneira, tais como *Cecropia* spp. (Urticaceae) e *Miconia* spp. (Melastomataceae), fato também observado no presente estudo.

A produção de sementes pequenas é uma estratégia bastante utilizada por plantas (Janzen, 1971) e, de acordo com Schupp (1993), aves que engolem as sementes possibilitam maiores chances de dispersão. Um estudo realizado com a dieta de aves da floresta atlântica revelou

que representantes frugívoros pertencentes às famílias Pipridae, Turdidae e Thraupidae foram responsáveis pelo consumo de 88% das sementes que eram pequenas e pertencentes às Melastomataceae.

Segundo o “modelo de baixo investimento” proposto por Mckey (1975) plantas com frutos pequenos apresentam sementes pequenas e de baixa qualidade nutricional (altos teores de açúcar e água), compensado pela alta produtividade. Estas espécies estão geralmente associadas a ambientes em estádios sucessionais iniciais, onde os principais dispersores são aves generalistas de pequeno porte, fato que pode estar ocorrendo também no presente estudo com grande parte das espécies vegetais observadas.

Pesquisadores que analisaram a preferência de aves por frutos, naturais ou artificiais, acreditam que a coloração conspícua destes facilita o seu avistamento a distâncias consideráveis e servem de estímulo para o consumo das aves (Ridley, 1930, Howe & Smallwood, 1982, van der Pijl, 1982, Gautier-Hion *et al.*, 1985, Wilson & Whelan, 1990, Alves-Costa & Lopes, 2001, Faustino & Machado, 2006), o que pode explicar as escolhas preferenciais de *A. bokermanni* por frutos de coloração roxa, vermelha e preta.

O maior percentual de espécies arbóreas fazendo parte da dieta de *A. bokermanni* pode estar ligado ao fato de que, segundo Mikich & Silva (2001), frutos zoocóricos ocorrem predominantemente em árvores.

A ocupação de diversos estratos da floresta (altura de forrageamento) por *A. bokermanni* para realizarem sua alimentação também foi observado por Ferreira & Cavalcanti (1997) ao estudar *A. galeata*. Estes autores verificaram ainda que os machos adultos de *A. galeata* ocupavam preferencialmente os estratos mais altos da mata, enquanto indivíduos verdes (fêmeas ou machos imaturos) permaneciam mais tempo nos estratos inferiores, o que parece ocorrer igualmente com *A. bokermanni*, embora esses dados não tenham sido quantificados.

Grande parte das plantas utilizadas pela *A. bokermanni* são pioneiras, apresentando, portanto, adaptações para colonizar clareiras e bordas, além de produzirem grandes quantidades de frutos com pequenas sementes, aumentando a sua chance de estabelecimento nas áreas abertas disponíveis (Snow, 1976). De fato, espécies como *Trema micrantha* (Cannabaceae), *Cecropia pachystachya* (Urticaceae), *Simarouba amara* (Simaroubaceae) e *Hieronyma alchorneoides* (Phyllanthaceae), são freqüentemente indicadas para reflorestamentos (Martins, 2007, Souza & Lorenzi, 2008), inclusive de florestas ciliares (Lorenzi, 2008).

Desta forma, a propagação destas plantas não parece ser uma barreira para recomposição de ambientes degradados de *A. bokermanni*, e se nas áreas de ocorrência houver o plantio

destas espécies ou mesmo não sofrerem intervenções prejudiciais ao seu estabelecimento natural, o ambiente pode ser adequado à manutenção dos ciclos vitais desta ave.

A estratégia de consumo e a tática de forrageio mais comum em *A. bokermanni* foi engolir os frutos por inteiro e em vôo, respectivamente, comportamentos igualmente observados por Coelho (2007) quando estudou a ingestão de frutos de *Palicourea macrobotrys* (Rubiaceae) por *A. galeata*. De acordo com Schupp (1993) a realização da estratégia engolir implica em maiores chances da dispersão de sementes uma vez que a ave pode levá-las para longe da planta-mãe. A estratégia amassar os frutos foi desempenhada minimamente por *A. bokermanni* apesar de Manhães *et al.* (2003) acreditarem que este comportamento fosse exclusivo de traupídeos e alguns representantes de Emberezidae quando estudou a dieta destes animais no sudeste do Brasil.

Embora neste estudo a tática de forrageio de obtenção dos frutos em vôo tenha sido realizada em mais espécies vegetais, Melo *et al.* (2003) acreditam que quando aves adquirirem os frutos estando pousadas seja aparentemente mais vantajoso para a ave, pois permite maior consumo em um tempo menor e reduz a energia gasta para obter tais recursos. Entretanto, a estratégia de obtenção durante o vôo pode, por outro lado, ser vantajosa à planta, pois reduziria o tempo do animal sobre a mesma, possibilitando que as sementes sejam expelidas a maiores distâncias (Wheelwright, 1985).

A ingestão de frutos imaturos observada em *A. bokermanni* também foi registrada por Foster (1977) ao estudar *Chiroxiphia linearis* (Pipridae), na Costa Rica. Esta autora atribui que tal comportamento coincidiu com o período de escassez dos recursos na área, sugerindo, portanto, que este pássaro normalmente não os incluiria em sua dieta se houvesse elevada oferta de alimento. Ao contrário do observado por Foster (1977), a ingestão de frutos imaturos de *B. sericea* por *A. bokermanni* ocorreu período de grande oferta de frutos maduros na área de estudo pertencentes à sua dieta (dezembro/2007) (ver capítulo 3 desta Tese), portanto, descarta-se a possibilidade de que este pássaro tenha se alimentado de frutos imaturos devido à ausência destes recursos.

Considerando que a eficiência de um dispersor pode ser avaliada, entre outros fatores, a partir de algumas características como a forma como o fruto é ingerido (engolido, amassado ou bicado), influenciando assim o tratamento que é dado à semente e no tubo digestivo, além do modo de apanhar os frutos (em vôo ou pousado), da qualidade da deposição de sementes no ambiente (se é feita em poleiros de exibição ou durante o vôo) e da preferência por frutos maduros, há indícios de que *A. bokermanni* seja uma espécie importante na dispersão de sementes no local onde ocorre, pois além de engolir preferencialmente os frutos por inteiro e

não utilizar poleiros de exibição, contribuindo assim para que as sementes sejam levadas para longe da planta-mãe e apresentem distribuição mais ampla ao longo da floresta, livrando-as da mortalidade associada à densidade dependente (Janzen, 1971), também defecam em intervalos de 10 a 13 minutos, como fazem outros piprídeos. Algumas aves desempenham um papel importante na recuperação de áreas degradadas, pois podem carregar sementes de espécies pioneiras para áreas abertas, acelerando a sucessão vegetal (Guedes *et al.*, 1997).

Os encontros agonísticos podem ser considerados como fatores negativos à dispersão de sementes, uma vez que os indivíduos agressores podem permanecer nas plantas afugentando outras espécies potencialmente dispersoras (Pizo, 1997; Galetti *et al.*, 1999). Apesar de seu comportamento territorialista (Aquasis, 2006), *A. bokermanni* tolerou a presença de outras espécies de aves quando *Hieronyma alchorneoides* (Phyllanthaceae) estava em frutificação, provavelmente devido à alta oferta deste recurso, pois a espécie encontrava-se no pico de frutificação. Nesse caso, conforme Leck (1972) e Marcondes-Machado (2002) aves territorialistas podem tolerar a presença de outras espécies desde que haja abundância de recursos alimentares.

Recomendações à conservação de *Antilophia bokermanni*

Apesar de *A. bokermanni* contar com alguns instrumentos de proteção legal ainda existe o uso indiscriminado da água, solo e matas da região, portanto é necessária a aplicação da legislação ambiental vigente à conservação de *A. bokermanni*, além da criação de unidades de proteção integral e criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) aliada à projetos de educação ambiental, uma vez que a perda e alteração de habitat são os principais fatores responsáveis pelo declínio populacional desta espécie (Aquasis, 2006, Hirschfeld, 2009).

Recomenda-se, portanto, que ações contidas no plano de manejo de *A. bokermanni* e projetos de restauração de florestas ciliares da região incluam as espécies vegetais utilizadas na dieta deste pássaro e/ou considerem os atributos morfológicos dos frutos compatíveis à ingestão deste animal ameaçado, um possível dispersor de sementes das plantas da Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa é parte integrante da Tese de Doutorado da primeira autora e teve apoio financeiro da FUNCAP e do CNPq através da bolsa de doutorado concedida à primeira autora. Aos botânicos Dr. Marcondes Oliveira (UNIVASF), Msc. João Batista (UFPE), Msc. Luiz Wilson Lima-Verde (UFC), Dra. Ângela Martins (Unicamp), Dr. Piero Del Petre (UFG), Dra. Elsie Guimarães (Jardim Botânico do Rio de Janeiro), Dra. Roxana Barreto (UFPE), Dra. Bernadete Costa e Silva (IPA), Dr. Elnatan Souza (UVA-Sobral) e Dr. Marcos Sobral (UFMG) pelas identificações das plantas. À equipe da Aquasis pelo auxílio na coleta de dados. Ao Weber Girão pela confecção do mapa e revisão do manuscrito. À MSc. Ana Carolina Borges (UFRPE), ao MSc. Gilmar Farias (UFPE-CAV), à Dra. Ariadna Valentina (UFPE), Dra. Sônia Aline Roda (CEPAN), Dr. André Maurício Melo Santos (UFPE-CAV), Dra. Lígia Funch (UEFS) e Dra. Ana Virgínia Leite (UFRPE) pela revisão do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aires, R. P., Ferreira, G. N., Silva, A. L. & Valle, N. C. (2008) Dieta de *Antilophia galeata* (Aves, Passeriformes: Pipridae) em quatro regiões de Cerrado. Resumo do XVI Congresso Brasileiro de Ornitologia, Palmas, Tocantins, p. 216.
- Alves-Costa, C. P. & Lopes, A. V. (2001) Using artificial fruits to evaluate fruit selection by birds in the field. *Biotropica*, **33**, 713-717.
- APG [=Angiosperm Phylogeny Group II] (2003) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **141**, 399-436.
- Aquasis [=Associação de Pesquisa e Conservação dos Ecossistemas Aquáticos] (2006) Plano de conservação do soldadinho-do-araripe (*Antilophia bokermanni*). Disponível em: [http://www.aquasis.org/adm/arquivos/Plano_de_Conservação.pdf]
- Azevedo Jr., S. M. de, Nascimento, J. L. X & Nascimento, I. de S. (2000) Novos registros de ocorrência de *Antilophia bokermanni* Coelho e Silva 1999 na Chapada do Araripe, Ceará, Brasil. *Ararajuba*, **8**, 133-134.
- Bartholomew, G. A. (1986) The role of natural history in contemporary biology. *BioScience*, **36**, 324-329.

- Bencke, G. A., Mauricio, G. N., Develey, P. F. & Goerck, J. M (orgs.) (2006) *Áreas Importantes para a Conservação de Aves. Parte I-Estados do Domínio da Mata Atlântica*. SAVE Brasil, São Paulo, 494p.
- CBRO [=Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos] (2008) Lista de aves do Brasil. Disponível em: <http://www.cbro.org.br>.
- Coelho, C. P. (2007). Frugivoria e possível dispersão em *Palicourea macrobotrys* (Rubiaceae). *Revista Brasileira de Biociências*, **5**, 180-182.
- Coelho, G. & Silva, W. (1998) A new species of *Antilophia* (Passeriformes: Pipridae) from Chapada do Araripe, Ceará, Brazil. *Ararajuba*, **6**, 2, 81-84.
- Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/Instituto Estadual de Florestas-Minas Gerais. (2000) Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Brasília: Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA). 40p.
- DNPM [=Departamento Nacional de Produção Mineral] (1996) Projeto Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe. Departamento Nacional de Produção Mineral, Recife.
- Faustino, T. C. & Machado, C. G. (2006) Frugivoria por aves em uma área de campo rupestre na Chapada Diamantina, BA. *Revista Brasileira de Ornitologia*, **14**, 137-143.
- Ferraz, D. K., Artes, R., Mantovani, W. & Magalhães, L. M. (1999) Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, **59**, 305-317.
- Ferreira, A. A. & Cavalcanti, R. B. (1997) Uso diferencial de nicho espacial entre machos e fêmeas de *Antilophia galeata*. P. 152. In Marini, M. Â. (coord.). Resumos do VI Congresso Brasileiro de Ornitologia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Figueiredo, M. A. (1997) Unidades Fitoecológicas. In *Atlas do Ceará*. Ed. IPLACE, Fortaleza.
- Fleming, T. H. & Williams, C. F. (1990) Phenology, seed dispersal, and recruitment in *Cecropia peltata* (Moraceae) in Costa Rican Tropical Dry Forest. *Journal of Tropical Ecology*, **6**, 2, 163-178.
- Foster, M. S. (1977) Ecological and nutritional effects of food scarcity on a tropical frugivorous bird and its fruit source. *Ecology*, **58**, 73-85.

- Francisco, M. R. & Galetti, M. (2001) Frugivoria e dispersão de sementes de *Rapanea lancifolia* (Myrsinaceae) por aves numa área de cerrado do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. *Ararajuba*, **9**, 13-19.
- Francisco, M. R. & Galetti, M. (2002) Consumo dos frutos de *Davilla rugosa* (Dilleniaceae) por aves numa área de cerrado em São Carlos, Estado de São Paulo. *Ararajuba*, **10**, 2, 193-198.
- Galetti, M. & Pizo, M. A. (1996) Fruiting eating by birds in a forest fragmented in southeastern Brazil, *Ararajuba*, **4**, 71-79.
- Galetti, M. & Stotz, D. (1996) *Miconia hypoleuca* (Melastomataceae) como espécie-chave para aves frugívoras do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, **56**, 2, 435-439.
- Galetti, M., Zipparro, V. & Morellato, L. P. (1999) Fruit phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland Atlantic Forest. *Ecotropica*, **5**, 115-122.
- Gautier-Hion, A., Duplantier, J. M., Feer, F., Sourd, C., Decoux, J. P., Dubost, G., Emmons, L., Erard, C., Hecketsweiler, P., Mounigazi, A., Roussilhon, C. & Thiollay, J. M. (1985) Fruit characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical Forest vertebrate community. *Oecologia*, **65**, 324-337.
- Gilbert, L. E. (1980) Conservation Biology. In *Food web organization and the conservation of neotropical diversity* (eds. M. E. Soulé & B. A. Wilcox), pp. 11-33, Sinauer Associates Inc. Sunderland, Massachusetts.
- Girão, W. & Albano, C. (2008) *Antilophia bokermanni* Coelho & Silva 1998. In *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. (eds. A. B. M. Machado, G. M. Drummond & A. P. Paglia), pp. 588-589. v. II. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente e Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas.
- Goerck, J. M. (1997) Patterns of rarity in the birds of the Atlantic Forest of Brazil. *Conservation Biology*, **11**, 112-118.
- Gressler, E., Pizo, M. A. & Morellato, L. P. C. (2006) Polinização e dispersão de sementes de Myrtaceae do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, **29**, 4, 509-530.
- Guedes, M. C., Melo, V. A. & Griffith, J. J. (1997) Uso de poleiros artificiais e ilhas de vegetação por aves dispersoras de sementes. *Ararajuba*, **5**, 229-232.
- Hasui, E. & Höfling, E. (1998) Preferência alimentar das aves frugívoras de um fragmento de floresta semidecídua secundária, São Paulo. *Iheringia, Zoologia*, **81**, 43-64.
- Hilty, S. T. (1980) Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain Forest in pacific Colombia. *Biotropica*, **12**, 4, 292-306.

- Hirchfeld, E. (2009) *Rare birds yearbook (2009) The world's 189 most threatened birds*. BirdLife International: Cambridge. 274p.
- Holdridge, L. R. (1947) Determination of world plant formation from simple climatic data. *Science*, **105**, 367-368.
- Howe, H. F. & Smallwood, J. (1982) Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **13**, 201-208.
- IUCN (2008) *2008 IUCN Red list of threatened species*. IUCN, Gland, Switzerland [http://www.redlist.org, accessed december 2008].
- Janzen, D. (1971) Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **2**, 465-492.
- Janzen, D. (1980) *Ecologia vegetal nos trópicos*. São Paulo: EPU/EDUSP.
- Jordano, P. (2000) Fruits and frugivory. In *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities* (ed. M. Fenner), pp. 125-165. Ed. CAB International, Wallingford.
- Knowles, O. H. & Parrota, J. A. (1997) Phenological observations and tree seed characteristics in a equatorial moist Forest at Trombetas, Para State, Brazil. In *Phenology in Seasonal Climates* (eds. H. Lieth & M. D. Schwartz), pp. 67-84. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Leck, C. F. (1972) Seasonal size fruit-handling techniques of avian frugivores. *Condor*, **74**, 54-60.
- Lehner, P. N. (1996) *Handbook of ethological methods*. 2a. Ed. Cambridge. 672 pg.
- Leighton, M. & Leighton, D. R. (1983) Vertebrate responses to fruiting seasonality within a Bornean rain forest. In *Tropical rainforest: ecology and management* (eds. S. L. Sutton, T. C. Whitmore & A. C. Chadwick), pp. 181-209. Blackwell Scientific Publishers, Oxford.
- Levey, D. J.; Moermond, T. C. & Denslow, J. S. (1994) Frugivory: an overview. In *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest*. (eds. A. McDade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide & Hartshorn), pp. 282-294. Chicago University Press, Chicago.
- Logan, D. P. & Xu, X. (2006) Germination of kiwifruit, *Actinidia chinensis*, after passagethrough Silvereyes, *Zosterops lateralis*. *New Zealand Journal of Ecology*, **30**, 407-411.
- Loiselle, B. A & Blake, J. G. (1999) Dispersal of melastoma seeds by fruit-eating birds of tropical forest undestory. *Ecology*, **80**, 330-336.
- Lorenzi, H. (2008) *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. V1, 5ª Ed., Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum.

- Manhães, M. A., Assis, L. C. S. & Castro, R. M. (2003) Frugivoria e dispersão de sementes de *Miconia urophylla* (Melastomataceae) por aves em um fragmento de Mata Atlântica secundária em Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. *Ararajuba*, **11**, 2, 173-180.
- Marcondes-Machado, L. O. & Argel-de-Oliveira, M. M. (1988) Comportamento alimentar de aves em *Cecropia* (Moraceae), em mata atlântica, no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Zoologia*, **4**, 331-339.
- Marcondes-Machado, L. O. (2002) Comportamento alimentar de aves em *Miconia rubiginosa* (Melastomataceae) em fragmento de Cerrado, São Paulo. *Iheringia, Série Zoológica*, **92**, 3, 97-100.
- Marini, M. Â. & Garcia, F. I. (2005) Conservação de Aves no Brasil. Megadiversidade. Edição especial: Desafios e oportunidades para conservação da biodiversidade brasileira. *Conservation International do Brasil*, **1**, 95-102.
- Marini, M. Â. (1989) Seleção de habitat e socialidade em *Antilophia galeata* (Aves: Pipridae) Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília.
- Marini, M. Â. (1992) Foraging behavior and diet of the helmeted manakin. *The Condor*, **94**, 151-158.
- Martins, S. V. (2007) *Recuperação de matas ciliares*. 2ª Ed. Viçosa: Minas Gerais. CPT, 255p.
- Mckey, D. (1975) The dispersal of coevolved seed dispersal systems. In *Coevolution of animals and plants* (eds. L. E. Gilbert & P. H. Raven), pp. 159-191. University of Texas Press.
- Melo, C., Bento, E. C. & Oliveira, P. E. (2003) Frugivory and dispersal of *Faramea cyanea* (Rubiaceae) in Cerrado woody plant formations. *Brazilian Journal of Biology*, **63**, 1, 75-82.
- Mikich, S. B. & Silva, S. M. (2001) Composição florística e fenologia de espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no Centro-oeste do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, **15**, 89-113.
- Mikich, S. B. (2002) A dieta frugívora de *Penelope superciliaris* (Cracidae) em remanescentes de floresta semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil e sua relação com *Euterpe edulis* (Arecaceae). *Ararajuba*, **10**, 207-217.
- Ministério do Meio Ambiente & Fundação Biodiversitas (2008) *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. v. II. Biodiversidade 19. Brasília, Distrito Federal: Ministério do Meio Ambiente e Belo Horizonte, Minas Gerais: Fundação Biodiversitas.

- MMA [=Ministério do Meio Ambiente] (2003) Lista de espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção. Instrução Normativa nº 3, de 27 de maio de 2003. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.
- MMA [=Ministério do Meio Ambiente] (2006) Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Secretaria de Biodiversidade e Florestas.
- Moermond, T. C. & Denslow, J. S. (1983) Fruit choice in neotropical birds: effects of fruit type and accessibility on selectivity. *Journal of Animal Ecology*, **52**, 407-420.
- Moermond, T. C. & Denslow, J. S. (1985) Neotropical avian frugivores: patterns of behavior, morphology, and nutrition, with consequences for fruit selection. *Ornithological Monographs*, **36**, 865-897.
- Motta Jr., J. C. (1988) Observações sobre a dispersão de sementes de *Psittacanthus robustus* Mart. (Loranthaceae) por aves numa região do Distrito Federal. Resumo do VII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, Rio Claro, p.17.
- Myers, N., Mittermeier, R. A. Mittermeier, C. G., Fonseca, G. B. A. & Klent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, **403**, 853-858.
- Oliveira, M., Grillo, A. S. & Tabarelli, M. (2004) Forest edge in the Brazilian Atlantic Forest: drastic changes in tree species assemblages. *Oryx*, **38**, 1-6.
- Pineschi, R. B. (1990) Aves como dispersores de sete espécies de *Rapanea* (Myrsinaceae) no mato do Itatiaia, estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. *Ararajuba*, **1**, 73-78.
- Pizo, M. A. (1997) Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the atlantic forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, **13**, 559-578.
- Pizo, M. A. (2002) The seed dispersers and fruit syndromes of Myrtaceae in Brazilian Atlantic Forest. In *Frugivores and seed disperses-biodiversity and conservation perspectives*. (eds. D. Levey, W. R. Silva & M. Galetti), pp. 129-143. CABI Publishing, Wallingford.
- Pizo, M. A. (2003) Padrão de deposição de sementes e sobrevivência de sementes e plântulas de duas espécies de Myrtaceae na Mata Atlântica. *Revista Brasileira de Botânica*, **26**, 371-377.
- Remsen, J. V. & Robison, S. K. (1990) A classification scheme for foraging behavior of birds in terrestrial habitats. *Studies of Avian Biology*, **13**, 144-160.
- Ribeiro, J. E. L., Hopkins, M. J. G., Vicentini, A., Sothers, C. A., Costa, M. A., De Brito, J. M., Souza, M. A. D., Martins, L. H. P., Lohmann, L. G., Assunção, P. A. C. L., Pereira, E. C., Silva, C. F., Mesquita, M. R. & Procópio, L. C. (1999) *Flora da Reserva Ducke: guia*

- de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. INPA, Manaus.
- Ridley, H. N. (1930) *The dispersal of plants throughout the world*. L. Reeve & CO., LTDA. Iloyds Bank Buildings, Ashford, Kent, 743p.
- Robinson, J. K. & Holmes, R. T. (1982) Foraging behavior of forest birds: the relationship among search tactics, diet, and habitat structure. *Ecology*, **63**, 1918-1931.
- Roosmalen, M. G. M. V. (1985) *Fruits of Guiana flora*. Utrecht: Institute of Systematic Botany, Utrecht University. 483p.
- Schupp, E. W. (1993) Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio*, **107/108**, 15-29.
- Sick, H. (1997) *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira. 862 p.
- Silva, J. M. C. & Tabarelli, M. (2000) Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature*, **404**, 72-74.
- Silva, W. R. & Vielliard, J. (2000) Avifauna da mata ciliar. In *Matas ciliares: conservação e recuperação* (eds. R. R. Rodrigues & H. F. Leitão), pp. 169-185. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Silveira, L. F., F. Olmos, and A. J. Long. (2003) Birds in Atlantic Forest fragments in North-east Brazil. *Cotinga*, **20**, 32-46.
- Skutch, A. F. (1945) The most hospitable tree. *Scientific Monthly*, **40**, 5-17.
- Snow, D. W. (1962) A field study of the black and white manakin, *Manacus manacus*, in Trinidad. *Zoologica*, **47**, 65-104.
- Snow, D. W. (1965) A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos*, **15**, 274-281.
- Snow, D. W. (1971) Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *Ibis*, **113**, 194-202.
- Snow, D. W. (1976) *The web of adaptation: bird studies in the american tropics*. Cornell University Press, New York.
- Snow, D. W. (1981) Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica*, **13**, 1, 1-14.
- Snow, D. W. (2004) Handbook of the birds of the world. In *Family Pipridae (manakins)* (eds. J. Del Hoyo, A. Elliott, & D. A. Christie.), pp. 110-169. Lynx Edicions, Barcelona.
- Souza, V. C. & H. Lorenzi. (2008) *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Instituto Plantarum: Nova Odessa, São Paulo.

- Spjut, R. W. (1994) *A systematic treatment of fruit types*. Memoirs of the Botanical Gardens. V. 70, 192p.
- Stiles, F. G. (1992) Animal as seed dispersers. In *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. (ed. M. Fenner), pp. 87-104. CAB International, Wallingford.
- Tabarelli, M. & Peres, C. (2002) Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic Forest: implication for forest regeneration. *Biological Conservation*, **2**, 165-176
- Tabarelli, M. (1998) Dois Irmãos: o desafio da conservação biológica em um fragmento de floresta tropical. In *Reserva ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de mata atlântica em uma área urbana (Recife-Pernambuco-Brasil)*. (eds. I. C. Machado, A.V. Lopes & K. C. Pôrto), pp. 311-323. Editora Universitária, UFPE, SECTMA, Recife.
- Terborgh, J. (1974) Preservation of natural diversity: the problem of extinction-prone species. *Bioscience*, **24**, 153-169.
- Terborgh, J. (1986). Keystone plant resources in the Tropical Forest. In *Conservation Biology*. (ed. M. E. Soulé), pp. 330-344, Sinauer Associates, Inc. Massachusetts, USA.
- van der Pijl, L. (1972) *Principles of dispersal in higher plants*. 2^a Ed. Springer-Verlag, New York, 162p.
- van Schaik, C. P., Terborgh, J. W., Wright, S. J. (1993) The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **24**, 353-377.
- Wheelwright, N. T. (1985) Fruit size, gape width, and the diets of fruit-eating birds. *Ecology*, **66**, 808-818.
- Wheelwright, N. T., Haber, W. A., Murray, K. G. & Guindon, C. (1984) Tropical fruit-eating birds and their food plants: a survey of a Costa Rican lower montane Forest. *Biotropica*, **16**, 173-192.
- Whittaker, R. H. (1975) *Communities and ecosystems*. 2^a Ed., Collier-Macmillan Ltda., New York.
- Willis, E. O. (1979) The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, **33**, 1-25.
- Wilson, M. F. & Whelan, C. J. (1990) The evolution of fruit color in flesh-fruited plants. *The American Naturalist*, **136**, 790-809.

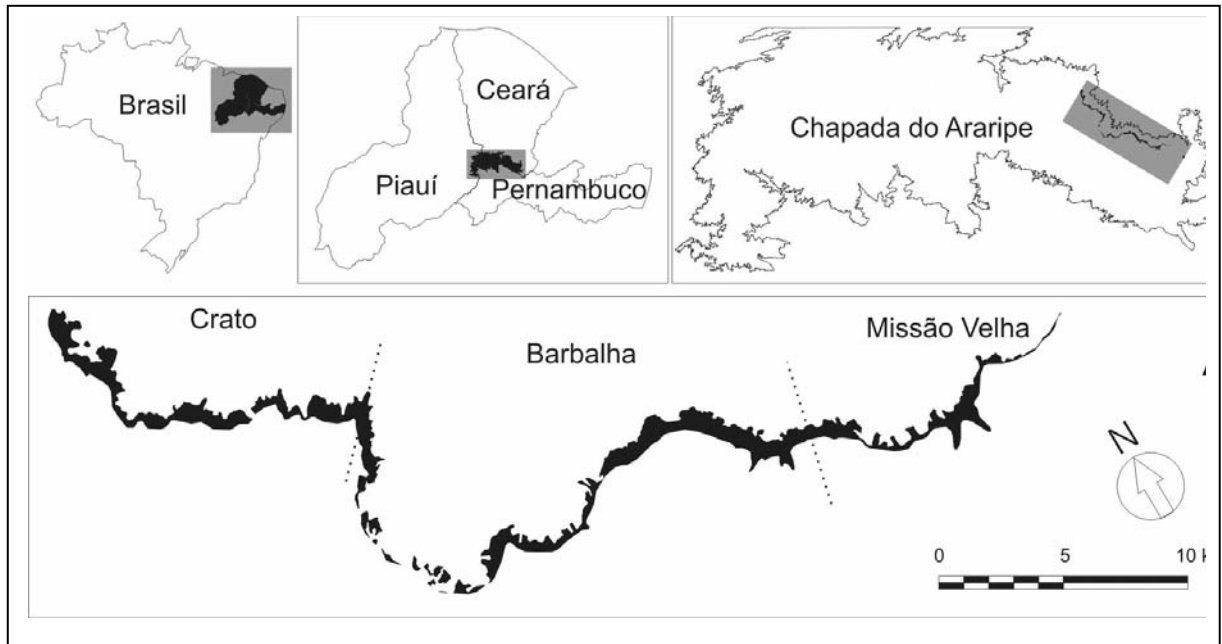


Figura 1: (A) Mapa do Brasil, (B) e os Estados do Ceará, Piauí e Pernambuco, cujas divisas situa-se (C) a Chapada do Araripe, (D) com destaque a Floresta Estacional perene, presente apenas na sua vertente nordeste, nos Municípios do Crato, de Barbalha e de Missão Velha, no Ceará.



Figura 2: A. Indivíduo verde (macho jovem ou fêmea) de *Antilophia bokermanni* utilizando a tática de forrageio pousado juntamente com a estratégia de consumo bicar (circulado) em *Cecropia pachystachya* (Urticaceae), B. Macho adulto de *Antilophia bokermanni* utilizando a tática de forrageio pousado e estratégia de consumo engolir em *Miconia ibaguensis* (Melastomataceae), na Floresta Estacional perene, Chapada do Araripe, Ceará. (Fotos: Ciro Albano e Edson Endrigo, respectivamente).

Tabela 1: Lista de famílias (n=16) e espécies (n=22), Hb= hábito (Arv=árvore, Arb=arbusto, Sarb=subarbusto, Her=herbáceo, Hem=hemiparasita), TaFr= tamanho do fruto (Largura X Comprimento mm) e TaSe= tamanho da semente (Largura X Comprimento em mm), CFrm=cor do fruto maduro (Vl=vermelho, Rx=roxo, Pt=preto; Az=azul, Lj=laranja, Am= amarelo, Vd=verde), TiFr=Tipo de fruto maduro (Dp= drupa, Bg= baga, Inf= infrutescência, Pse=pseudofruto), CP=consistência do pericarpo (C=carnoso e S=seco), DS=Deiscência (D=Deiscente e I=Indeiscente) e ER= estratégia de regeneração (P=pioneira, TS= tolerante à sombra) de plantas consumidas por *Antilophia bokermanni* na Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil.

Família	Espécie	Hb	TaFr	TaSe	CFrm	TiFr	CP	DS	ER
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp. ¹	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> Blume	Arv	2,4x2,5	2,0x2,0	Lj	Dp	C	I	P
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	Arv	7,7x11,3	3,3x6,3	Vl	Dp	C	I	P#
Heliconiaceae	<i>Heliconia psittacorum</i> L.	Her	8,1x9,6	4,5x8,0	Rx	Dp	C	I	P
Lauraceae	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	Arv	7,9x9,6	7,4x9,0	Pt	Bg	C	I	P
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Arv	7,3x6,3	6,0x5,0	Am	Dp	C	I	P
Melastomataceae	<i>Clidemia biserrata</i> DC.	Sarb	8,4x10,1	1,0x1,0	Rx	Bg	C	I	P
	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	Arv	10,7x13,6	1,0x1,0	Vl	Bg	C	I	P
	<i>Miconia chamissois</i> Naudin	Arb	7,8x5,6	1,2x1,9	Rx	Bg	C	I	P
	<i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana	Arb	7,3x5,8	1,0x1,0	Rx	Bg	C	I	P
	<i>Miconia</i> sp.	Arv	2,1x2,0	2,0x1,9	Rx	Bg	C	I	P
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Arv	5,2x7,7	0,5x0,5	Vl	Bg	C	I	P
	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	Arv	4,0x5,0	3,5x4,5	Vl	Dp	C	I	P
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	Arv	4,5x4,0	4,0x3,0	Pt	Dp	C	I	P#
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	Sarb	4,5x87,0	1,0x1,5	Vd	Inf	C	I	P
Poaceae	<i>Lasiacis ligulata</i> Hitchc. & Chase	Her	4,0x3,0	2,5x2,0	Pt	Dp	S	D	P
Rubiaceae	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Her	6,4x11,3	1,5x1,2	Az	Dp	C	I	P
	<i>Psychotria colorata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Müll. Arg.	Arb	10,3x16,0	3,0x4,0	Az	Dp	C	I	P#
Santalaceae	<i>Phoradendron</i> sp.	Hem	3,7x4,03	2,0x2,6	Lj	Bg	C	I	P
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Arv	8,7x13,8	6,4x11,2	Pt	Dp	C	I	P
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Arv	5,2x5,5	4,0x5,0	Br	Pse	C	I	TS
Urticaceae	<i>Cecropia</i> ² <i>pachystachya</i> Trécul	Arv	10,3x96,1	0,5x0,5	Vd	Inf	C	I	P

1.Coelho & Silva 1998; 2.Azevedo Jr. et al. 2000; # Espécies vegetais que podem ocorrer tanto em ambientes com alta incidência luminosa quanto sombreados; Nd=não determinado.

Tabela 2: Lista de famílias (n=16) e espécies (n=22), as táticas de forrageio (voando e pousado) e as estratégias de consumo (amassar, bicar e engolir), realizadas por *Antilophia bokermanni*, na Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil.

Família	Espécie	Tática de forrageio	Estratégia de consumo
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp. ¹	nd	nd
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> Blume	voando	engolir
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	voando e pousado	engolir
Heliconiaceae	<i>Heliconia psittacorum</i> L.	voando	engolir
Lauraceae	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	pousado	engolir
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	pousado	engolir
Melastomataceae	<i>Clidemia biserrata</i> DC.	voando	engolir
	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	pousado	bicar
	<i>Miconia chamissois</i> Naudin	voando e pousado	engolir
	<i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana	voando e pousado	amassar e engolir
	<i>Miconia</i> sp.	pousado	engolir
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	pousado	engolir
	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	pousado	engolir
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	voando e pousado	engolir
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	voando	bicar
Poaceae	<i>Lasiacis ligulata</i> Hitchc. & Chase	voando	engolir
Rubiaceae	<i>Psychotria colorata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Müll. Arg.	voando	engolir
	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	voando	engolir
Santalaceae	<i>Phoradendron</i> sp.	voando	engolir
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	voando	engolir
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	voando	engolir
Urticaceae	<i>Cecropia</i> ² <i>pachystachya</i> Trécul	voando e pousado	bicar

1.Coelho & Silva 1998; 2.Azevedo Jr. et al. 2000; nd= não determinado.

Capítulo 2:**ESPÉCIES VEGETAIS UTILIZADAS COMO SUPORTE PARA NINHOS DE *ANTILOPHIA BOKERMANNI*, AVE AMEAÇADA E ENDÊMICA DA CHAPADA DO ARARIPE, CEARÁ, BRASIL**

Karina Vieirals Linhares¹, Francisca Soares Araújo² e Isabel Cristina S. Machado³

1. Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);
2. Universidade Federal do Ceará (UFC), Av. Mister Hull, s/n, Pici, Centro de Ciências, Departamento de Biologia, Laboratório de Fitogeografia, Fortaleza-Ceará, Brasil, CEP.: 60.430-760;
3. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Rua Professor Nelson Chaves, s/n, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva, Cidade Universitária, Recife-Pernambuco, Brasil, CEP.: 50.372-970.

RESUMO

Antilophia bokermanni é uma ave endêmica da floresta úmida da Chapada do Araripe, classificada como “Criticamente em Perigo” que possui associação estreita com seus cursos d’água naturais e artificiais, onde constrói ninhos em suas margens. O objetivo desta pesquisa foi verificar quais plantas são utilizadas como suporte para estes ninhos. As coletas das espécies vegetais foram realizadas em três municípios (Crato, Barbalha e Missão Velha), durante quatro estações reprodutivas de *A. bokermanni* (dezembro/2004-março/2007). Foram documentados 28 ninhos sustentados por 11 espécies vegetais pertencentes a oito famílias, sendo Melastomataceae, Rubiaceae e Piperaceae as mais representativas. Os ninhos de *A. bokermanni* são construídos entre as estações seca e úmida, quando plantas são retiradas indiscriminadamente das margens dos cursos d’água visando o aumento do seu fluxo para diversos fins. Recomenda-se, portanto, que na gestão dos recursos hídricos leve-se em consideração a vegetação ciliar presente nestes locais, sobretudo durante o período reprodutivo deste pássaro.

Palavras-chave: *conservação*, “*Criticamente em Perigo*”, *floresta ciliar*, Melastomataceae, *recursos hídricos*, *reprodução*, *soldadinho-do-araripe*.

ABSTRACT

Antilophia bokermanni is an endemic bird of the humid forest of Chapada do Araripe, classified as “Critically Endangered”, with a close association with its natural and artificial watercourses, building nests in their banks. The objective of this research was to verify which plants are used as a support for the nests. The gatherings of vegetal species were carried out in three municipalities (Crato, Barbalha and Missão Velha), during four reproductive seasons of *A. bokermanni* (December/2004-March/2007). Twenty-eight nests were documented, supported by 11 vegetal species, belonging to eight families; Melastomataceae, Rubiaceae and Piperaceae being the most representative ones. The nests of *A. bokermanni* are built between the dry and wet seasons, when the plants are indiscriminately removed from the watercourse banks, aiming for the increase of their flow for several purposes. It is recommended, therefore, that in the management of hydric resources the ciliary vegetation present in these locations is taken into consideration, especially during the bird’s reproductive period.

Keywords: *conservation, “Critically Endangered”, ciliary woods, Melastomataceae, hydric resources, reproduction, araripe manakin.*

INTRODUÇÃO

A Chapada do Araripe está situada na fronteira entre os Estados de Pernambuco, Piauí e Ceará e apresenta diversas fitofisionomias, entre elas a Floresta Estacional perene (Holdrige 1947). A ocorrência desta formação vegetacional é restrita à encosta nordeste, no Ceará, devido à grande quantidade de nascentes d'água concentradas naquele trecho da chapada e à umidade nebulosa nas altitudes de 600 e 800 metros (DNPM 1996), de onde *Antilophia bokermanni* Coelho & Silva 1998 é endêmica (Aquasis 2006).

Antilophia bokermanni também conhecida como soldadinho-do-araripe, é uma ave pertencente à família Pipridae, classificada como “ criticamente em Perigo ” pela União Internacional para a Conservação da Natureza (Girão e Albano 2008, IUCN 2008, Hirschfeld 2009) e está presente na Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA 2003).

Há pelo menos um século, os cursos d'água que desciam as encostas da Chapada do Araripe tiveram parte de suas águas desviadas para canais de irrigação para o uso agrícola, principalmente do cultivo da cana-de-açúcar (Monteiro e Santos 2001). Em consequência destas intervenções, a maior parte da vegetação ciliar nativa do leito original sofreu drástica redução ou foi totalmente removida (Monteiro e Santos 2001). Atualmente o cultivo de cana-de-açúcar não é mais uma prática agrícola usual (Monteiro e Santos 2001), mas os canais de irrigação, agora com suas margens florestadas, ainda existem em determinadas áreas e a sua água é utilizada por parte da população para diversos fins.

Antilophia bokermanni provavelmente acompanhou estas modificações locais na estrutura da floresta, pois atualmente as fêmeas desta ave constroem ninhos sobre plantas, como na maioria das aves (Sick 1997), preferencialmente em alturas inferiores a dois metros do solo, situados tanto nas margens naturais quanto nas artificiais da vegetação ciliar (Aquasis 2006, Girão e Albano 2008). Os ninhos possuem o formato de cesto, são fixados em forquilhas e compostos por fibra vegetal seca (folhas e galhos), teia de aranha e líquen, ornamentados com folhas pendentes (Aquasis 2006) e a sua construção ocorre entre novembro e janeiro (Aquasis 2006).

A nidificação é uma etapa crucial do período reprodutivo das aves e interrupções neste processo, que inclui construção do ninho, postura dos ovos e incubação, inviabilizam o esforço energético empregado, podendo comprometer a sobrevivência de espécies (Stutchbury e Morton 2001), sobretudo quando estas são ameaçadas de extinção (MMA 2003, IUCN 2008).

Embora existam poucos estudos que relatem a especificidade de aves na escolha de espécies vegetais para suporte de ninhos (Marini 1992, Seixas e Mourão 2002, Oppel *et al.* 2003), há evidências de suas preferências por determinados substratos (Foster 1976). Esta característica reforça a idéia que para um plano de conservação eficiente deve ser investigada a ocorrência ou não da relação substrato de nidificação versus a ave em questão, visto que interferências contínuas em seus ciclos reprodutivos, como a remoção de substratos utilizados para a nidificação, refletem-se negativamente na perpetuação destas espécies, principalmente quando estas estão ameaçadas, como *A. bokermanni*.

Antilophia bokermanni é a ave em situação mais crítica de sua família (Pipridae) e este fato deve-se principalmente à perda de habitat decorrente do desmatamento da vegetação ciliar e de áreas adjacentes na Floresta Estacional perene (Hirchfeld 2009), que consequentemente, interfere no ciclo reprodutivo desta espécie, visto que esta ave possui uma estreita associação com os cursos d'água, pois constrói seus ninhos em plantas situadas muito próximo a estes locais.

Diante deste panorama, o objetivo desta pesquisa foi verificar quais são as plantas utilizadas como suporte na construção dos ninhos desta ave e ressaltar a importância de preservá-las, a fim de contribuir para sua conservação.

METODOLOGIA

Área de estudo

A pesquisa foi conduzida na vertente nordeste da Chapada do Araripe, no extremo sul do Ceará, em áreas de Floresta Estacional perene, situadas entre as cotas de 600-800 m a. n. m., presentes nos Municípios do Crato (7°16'36"S/39°26'41"W e 7°16'55"S/39°26'24"W), de Barbalha (7°19'59"S/39°24'46"W e 7°21'52"S/39°19'52"W) e de Missão Velha (7°24'31"S/39°13'36"W e 7°24'46"S/39°13'37"W). As áreas de estudo apresentam duas estações climáticas bem marcadas, uma seca (com 0 a 60 mm de precipitação) que compreende o período de maio a novembro e outra chuvosa (acima de 60 mm), entre dezembro e abril, com máximas de chuva em fevereiro e março e precipitação média anual de 1.033 mm. A temperatura média anual é 25,7°C, com os meses mais frios em junho e julho (24,1°C) e o mais quente em novembro (27,4°C).

Coleta de dados

As coletas foram realizadas em quatro estações reprodutivas da ave, durante o período de nidificação (novembro a janeiro), entre os anos de 2004 e 2007, totalizando cerca de 160 horas de buscas repetidas ao longo de cursos d'água presente no interior da floresta, numa extensão de aproximadamente 1.800 metros.

À medida que os ninhos eram encontrados, o material botânico da planta suporte era fotografado e/ou coletado, preferencialmente com estruturas reprodutivas, para posteriormente herborização e confecção de exsicatas. A partir dos registros visuais foi avaliada a altura na qual se encontravam os ninhos, a localização dos mesmos em relação à planta-suporte e em relação aos cursos-d'água. Não houve coleta de ninhos.

As plantas que serviram de suporte para ninhos tiveram a presença de frutos obtida a partir de observações fenológicas qualitativas (presença ou ausência), ao longo de dois anos, ou a partir consulta às exsicatas provenientes de coleta botânicas realizadas durante este estudo.

As espécies vegetais utilizadas como suporte na construção dos ninhos de *A. bokermanni* foram classificadas quanto ao hábito, sendo consideradas: (1) árvores: os indivíduos lenhosos com, no mínimo, três metros de altura; (2) arbustos: aqueles que apresentavam, no mínimo, um metro e, no máximo, três metros; (3) subarbustos: os que tinham no máximo um metro e caule principal lenhoso com ramificações secundárias; (4) ervas: quando se tratavam de plantas vasculares terrestres com a parte aérea herbácea (adaptado de Whittaker 1975).

As espécies vegetais foram identificadas por especialistas e depositadas no Herbário da Universidade Federal do Ceará (EAC), sendo classificadas taxonomicamente de acordo com o APG II (2003).

RESULTADOS

Foram registradas 11 espécies vegetais pertencentes a oito famílias usadas como suporte para construção de ninhos de *A. bokermanni*, sendo Melastomataceae, Rubiaceae e Piperaceae, as mais representativas, com duas espécies cada, correspondendo conjuntamente a 75% do total, sendo as demais famílias representadas por apenas uma espécie (Tabela 1).

Foram documentados 28 ninhos de *A. bokermanni* nas seguintes espécies vegetais: *Henriettea succosa* (21,4%), *Psychotria colorata* (21,4%), *Miconia ibaguensis* (21,4%), *Hirtella glandulosa* (10,6%), seguidas de *Cyathea pungens* (3,6%), *Protium heptaphyllum* (3,6%), *Guapira opposita* (3,6%), *Picramnia sellowii* (3,6%), *Posoqueria* sp. (3,6%), *Piper arboreum* var. *arboreum* (3,6%) e *Piper arborum* var. *hirtellum* (3,6%) (ver Tabela 1).

Dos 28 ninhos monitorados de *A. bokermanni* apenas dois (6,8%) situavam-se a 2,5 e 5,0 metros solo, situados em *Protium heptaphyllum* e *Henriettea succosa*, respectivamente. Os demais ninhos estavam posicionados em alturas de até 2,0 metros. Todos os ninhos foram construídos em extremidades dos galhos e acima de cursos d'água.

Entre as onze espécies vegetais utilizadas para construção de ninhos de *A. bokermanni* foi possível observar a frutificação de sete espécies, das quais cinco (*Miconia ibaguensis*, *Henriettea succosa*, *Hirtella glandulosa*, *Psychotria colorata* e *Protium heptaphyllum*), ou 45%, apresentaram frutos durante o seu período de nidificação (novembro a janeiro). As quatro primeiras espécies supracitadas foram utilizadas tanto como suporte para construção dos ninhos de *A. bokermanni* quanto na sua alimentação (Tabela 1). Houve espécies vegetais cujo período de frutificação antecedeu em dois meses ao de nidificação (setembro e outubro) e também plantas com frutos na fase posterior à da nidificação (fevereiro a julho) (Tabela 1).

As plantas que foram utilizadas como suporte à construção dos ninhos apresentaram hábito arbóreo (45,45%), arbustivo (36,36%) e subarbustivo (18,19%), não sendo encontrada nenhuma espécie herbácea. Embora as espécies arbóreas representem quase a metade destas plantas, apenas dois indivíduos encontravam-se em fase adulta (*Protium heptaphyllum* e *Henriettea succosa*).

DISCUSSÃO

A utilização de plantas pertencentes às famílias Melastomataceae e Rubiaceae para suporte de ninhos por *A. bokermanni* também foi observada por Marini (1992) ao estudar a biologia reprodutiva de *Antilophia galeata* Lichtenstein 1823, única outra espécie pertencente ao gênero. O fato de 64,3 % dos ninhos terem sido construídos em apenas três espécies vegetais (*Henriettea succosa*, *Miconia ibaguensis* e *Psychotria colorata*) indica uma preferência de *A. bokermanni* por estes substratos que pode ser decorrente da arquitetura destas plantas, da localização dos galhos pendentes acima dos cursos d'água ou até devido à sua época de frutificação coincidente com o período de nidificação. Foster (1976), ao estudar *Chiroxiphia linearis* (Pipridae) também observou que 43,6% dos ninhos monitorados estavam localizados em apenas quatro espécies vegetais (*Eugenia* sp., Myrtaceae; *Terminalia lucida*, Combretaceae; *Ardisia revoluta*, Myrsinaceae e *Psychotria* sp., Rubiaceae) e que este pássaro selecionou plantas para construção dos ninhos baseando-se na forma de crescimento, tamanho e época de frutificação, fato que pode estar ocorrendo com *A. bokermanni*.

Sobreposição do período de frutificação com o de nidificação também foi encontrado por Marini (1989) ao estudar *A. galeata*. Este autor relatou que o final da construção dos ninhos

de *A. galeata* coincidiu com o pico de frutificação de uma das espécies vegetais que os sustentavam (*Miconia hirtella*, Melastomataceae). De acordo com Lack (1954), o nascimento dos filhotes deve coincidir com a época na qual os recursos são mais abundantes para maximizar a sua sobrevivência, corroborando com os resultados encontrados neste estudo. De fato, se a fêmea de *A. bokermanni* nidificar em janeiro, por exemplo, no último mês no qual foi registrada a construção de ninhos para esta espécie, ao longo de três semanas haverá o nascimento dos filhotes, que levarão mais três semanas para ficarem independentes e abandonarem o ninho. Portanto, os frutos de *H. succosa* e de *M. ibaguensis*, por exemplo, poderão ser utilizados na alimentação destes jovens píprídeos.

A escolha de *A. bokermanni* por construir seus ninhos preferencialmente em indivíduos jovens de espécies arbóreas e arbustivas no sub-bosque pode estar relacionada ao fato destas plantas apresentarem estruturas vegetativas resistentes o suficiente para abrigarem a fêmea e os dois filhotes que não suportam o peso adicional de potenciais predadores, estratégia reforçada pela posição de todos os ninhos nas extremidades dos galhos e da localização da maioria deles nas margens e acima de cursos d'água. Brosset (1974) acompanhou 550 ninhos de 110 espécies de aves em uma Floresta Pluvial Tropical na África e observou a predação de 337 destes. Este autor demonstrou que o percentual de predação variou de acordo com o hábito, sendo que ninhos localizados em árvores eram mais predados (70%) do que os situados em arbustos (50%) e que estes níveis decresciam se a vegetação encontrava-se acima de cursos d'água (35%).

Foster (1976), ao estudar *C. linearis* na Costa Rica, observou igualmente a preferência destes animais por construírem seus ninhos nas extremidades de galhos e acredita que a escolha destes locais inviabiliza o acesso de lagartos e mamíferos, pois tais estruturas não suportam o peso destes animais. Fato semelhante pode estar ocorrendo no presente estudo, pois embora tenham sido observados timbus (*Didelphis albiventris*, Didelphimorphia: Didelphidae) e saguis (*Callithrix jacchus*, Primates: Callithrichidae) na área de estudo, considerados predadores de ovos e filhotes de aves (Lyra Neves *et al.* 2007), não foram vistos em nenhuma ocasião predando os ovos ou filhotes de *A. bokermanni*.

Embora *A. bokermanni* construa ninhos na porção terminal dos galhos de espécies vegetais presentes no sub-bosque e galhos pendentes sobre córregos d'água, conferindo possíveis vantagens contra predadores naturais, por outro lado, a localização dos ninhos nas margens dos cursos d'água artificiais torna esta ave mais vulnerável às interferências antrópicas relacionadas à sua reprodução. Principalmente no período que antecede a estação úmida (setembro a novembro) estes locais são manejados com a finalidade de aumentar o

fluxo d'água que abastece parte da população, pois ao contrário dos leitos naturais, eles precisam de manutenção para não ruírem. Entretanto, este procedimento, que consiste na retirada de galhos e/ou plantas presentes nas suas margens, incluindo as que são usadas como suporte para os de ninhos de *A. bokermanni*, coincide com o início da construção dos ninhos destas aves, ameaçando a sua sobrevivência.

Aves como a *Amazona aestiva* ou papagaio-verdadeiro (Psittacidae) também sofrem interferências antrópicas relacionadas ao seu período reprodutivo, no Pantanal Matogrossense. Estes animais utilizam cavidades de palmeiras mortas para nidificar que são freqüentemente removidas durante operações de limpeza do pasto e queimadas desta região, coincidindo com a época de sua postura e incubação (Seixas & Mourão 2002). Estes autores sugerem a preservação destas espécies vegetais, visto que são responsáveis por 27% dos nascimentos dos filhotes que nasceram durante este estudo.

É primordial, portanto, que no manejo dos cursos d'água naturais e artificiais da vegetação ciliar da área de ocorrência da *Antilophia bokermanni* na Chapada do Araripe, não haja extração e/ou o corte das espécies vegetais que servem tanto de suporte para construção dos ninhos quanto na alimentação deste pássaro, sobretudo durante o período reprodutivo de *A. bokermanni* que ocorre na transição da estação seca para a chuvosa.

O cumprimento da legislação de proteção da Floresta Atlântica e das Áreas de Preservação Permanente em: encostas, topo de morro, nascentes e margens de cursos d'água e locais de reprodução de espécie ameaçada bastaria para a conservação de *A. bokermanni*, contudo, tais mecanismos não são eficazes no contexto político brasileiro, apesar desta área também se encontrar na zona de amortecimento da Floresta Nacional do Araripe e estar inserida na Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe, ambas consideradas Unidades de Conservação Federais de uso sustentável.

As iniciativas primordiais para evitar a extinção de *A. bokermanni* devem coibir os desmatamentos na floresta perene da encosta nordeste e também da vegetação situada no topo da chapada (Cerrado e Carrasco) por estarem sobre a zona de recarga de aquíferos, evitar os desvios dos cursos d'água da floresta perene na encosta, além recompor a vegetação ciliar dos cursos d'água atuais, naturais e artificiais, inclusive com o plantio das espécies utilizadas na sua alimentação (ver capítulo 1 desta Tese) e como suporte na construção de ninhos, como as citadas neste artigo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FUNCAP e ao CNPq pela concessão de bolsa de estudo para a primeira autora, aos proprietários das áreas de estudo pela permissão da pesquisa (especialmente aos Dr. Marco Bosia, Paulo Levy e Volkmar) e aos taxonomistas que gentilmente identificaram as plantas: Dra. Ângela Martins (Unicamp), Dra. Elsie Guimarães e Dr. Cyl Farney (Jardim Botânico do Rio de Janeiro), Dr. José Pirani e Dr. Renato Mello-Silva (USP), Msc. Wilson Lima-Verde (UFC), Dr. Piero Del Petre (UFV), Dr. Elnatan de Souza (UVA-Sobral) e Dr. Marcondes Oliveira. Aos pesquisadores que revisaram o manuscrito pelas valiosas sugestões: Msc. Weber Girão (Aquasis), Msc. Gilmar Farias (UFPE-CAV), Msc. Ana Carolina Borges (UFRPE), Dra. Ariadna Valentina Lopes (UFPE), Dra. Sônia Roda (CEPAN), ao Dr. André Maurício Melo Santos (UFPE-CAV), à Dra. Ana Virgínia Leite (UFRPE) e à Dra. Lígia Funch (UEFS). Aos integrantes do setor de biodiversidade da Aquasis pelo auxílio na coleta de dados.

LITERATURA CITADA

- APG-Angiosperm Phylogeny Group II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of Linnean Society* 141: 399-436.
- Aquasis-Associação de Pesquisa e Conservação dos Ecossistemas Aquáticos [online]. 2006. Plano de conservação do soldadinho-do-araripe (*Antilophia bokermanni*). [http://www.aquasis.org/adm/arquivos/Plano_de_Conservação do soldadinho-do-araripe](http://www.aquasis.org/adm/arquivos/Plano_de_Conservação_do_soldadinho-do-araripe) (25 november 2008).
- Brosset, A. 1974. La nidification des oiseaux en forêt Gabonaise: architecture, situation des nids et predation. *La Terre et la Vie. Revue d'Ecologie Appliquée* 28:579-610.
- DNPM-Departamento Nacional de Produção Mineral. 1996. Projeto Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe. Recife: Departamento Nacional de Produção Mineral.
- Figueiredo, M. A. 1997. Unidades Fitoecológicas. In *Atlas do Ceará*. Ed. IPLACE, Fortaleza.
- Foster, M. 1976. Nesting biology of the long-tailed manakin. *The Wilson Bulletin* 88:400-420.
- Girão, W. , and C. Albano. 2008. *Antilophia bokermanni* Coelho & Silva, 1998. p. 588-589 In A. B. M. Machado, G. M. Drummond and A. P. Paglia. [org.], *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.

- Hirchfeld, E. [ed.]. 2009. Rare birds yearbook 2009. The world's 189 most threatened birds. BirdLife International: Cambridge, 274p.
- Holdrige, L. R. 1947. Determination of world plant formation from simple climatic data. Science 105: 367-368.
- IUCN-International Union for Conservation of Nature [online]. 2008. 2008 IUCN Red list of threatened species. IUCN, Gland, Switzerland <<http://www.redlist.org>> (15 May 2008).
- Lack, D. 1954. The natural regulation of animal numbers. Clarendon Press, Oxford.
- Lyra-Neves, R. M., M. A. B. Oliveira, W. R. Telino-Junior, and E. M. Santos 2007. Comportamentos interespecíficos entre *Callithrix jacchus* (Linnaeus) (Primates: Callithrichidae) e algumas aves de Mata Atlântica, Pernambuco. Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 24:709-716.
- Marini, M. Â. 1989. Seleção de habitat e socialidade em *Antilophia galeata* (Aves: Pipridae). MSc Dissertation, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal.
- Marini, M. Â. 1992. Notes on the breeding and reproductive biology of the helmeted manakin. The Wilson Bulletin 168-173.
- MMA-Ministério do Meio Ambiente. 2003. Lista de espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção. Instrução Normativa nº 3, de 27 de maio de 2003. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Distrito Federal.
- Monteiro, A. G. C., and J. N. Santos Jr. [orgs.]. 2001. Estudo da competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar da região do Cariri. Banco do Nordeste, 98p.
- Oppel, S., H. M. Schaefer, and V. Schmidt. 2003. Description of the nest, eggs, and breeding behavior of the endangered pale-headed brush-finch (*Atlapetes pallidiceps*) in Ecuador. The Wilson Bulletin 115: 360-366.
- Seixas, G. H. F., and G. M. Mourão. 2002. Biologia reprodutiva do papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*) no Pantanal sul-matogrossense, Brasil. p. 157-171. In M. Galletti, and M. A. Pizo [eds.], Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil. Melopsittacus Publicações Científicas. Belo Horizonte, Minas Gerais.
- Sick, H. 1997. Ornitologia brasileira. Ed. Nova Fronteira. Rio de Janeiro.
- Stutchbury, B. J. M., and E. S. Morton. 2001. Behavioral ecology of tropical birds. Academic Press: San Diego, California.
- Whittaker, R. H. 1975. Communities and ecosystems. 2ª Ed. Collier-Macmillan Ltda. New York. 38 p.

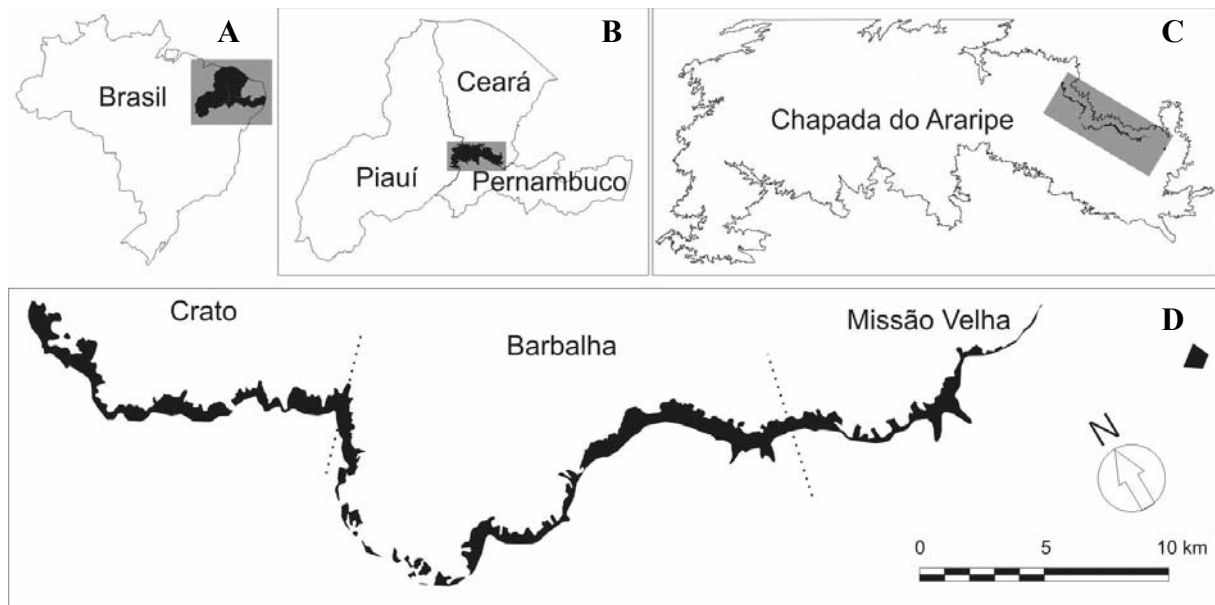


Figura 1: (A) Mapa do Brasil, (B) e os Estados do Ceará, Piauí e Pernambuco, cujas divisas situa-se (C) a Chapada do Araripe, (D) com destaque a Floresta Estacional perene, presente apenas na sua vertente nordeste, nos Municípios do Crato, de Barbalha e de Missão Velha, no Ceará.



Figura 2: A. Fêmea de *Antilophia bokermanni* sobre o ninho construído em uma espécie de Piperaceae e B. Ninho com dois ovos construídos sobre *Henriettea succosa* (Melastomataceae), na Floresta Estacional Perene da Chapada do Araripe, Ceará (Fotos: Ciro Albano).

Tabela 1: Lista de famílias (n=8), espécies (n=11) e nomes populares de plantas utilizadas como suporte na construção de ninhos de *Antilophia bokermanni*, além do hábito (HB: Arbóreo=Arv, Arbustivo=Arb e Subarbustivo=Sarb), nº de ninhos/espécie vegetal (Ninho/sp.) e seu período de frutificação, na Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, Ceará, Nordeste do Brasil.

Famílias	Espécie	Nome popular	HB	Ninho/sp.	Período de Frutificação
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Amescla	Arv	1	setembro-janeiro
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng*	Falsa-jangada	Arv	3	setembro-janeiro
Cyatheaceae	<i>Cyathea pungens</i> (Willd.) Domin	Canela-de-ema	Arb	1	nd
Melastomataceae	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.*	Umbiretanha	Arv	7	outubro-abril
	<i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana*	Candeeiro-d'água	Arb	4	julho-abril
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Pau-piranha	Arv	1	nd
Picramniaceae	<i>Picramnia sellowii</i> Planch.	Balaio-de-velho	Arv	1	março, maio, junho e setembro
Rubiaceae	<i>Psychotria colorata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Müll. Arg.*	Rosa-da-mata	Arb	6	janeiro-maio, julho, setembro, novembro e dezembro
	<i>Posoqueria</i> sp.	nd	Arb	1	nd
Piperaceae	<i>Piper arboreum</i> Aubl. var. <i>arboreum</i>	Pimenta-de-mico	Sarb	2	setembro
	<i>Piper arboreum</i> C. DC. var. <i>Hirtellum</i>	Pimenta-de-mico	Sarb	1	nd

* Espécies utilizadas tanto como suporte para construção dos ninhos de *Antilophia bokermanni* quanto na sua dieta, nd=não determinado.

Capítulo 3:**FENOLOGIA REPRODUTIVA DE ESPÉCIES VEGETAIS UTILIZADAS NA DIETA DE *ANTILOPHIA BOKERMANNI*, AVE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO E ENDÊMICA DA CHAPADA DO ARARIPE, CEARÁ, BRASIL**

Karina Vieiralves Linhares¹; Francisca Soares Araújo² e Isabel Cristina S. Machado³

1. Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);
2. Universidade Federal do Ceará (UFC), Av. Mister Hull, s/n, Pici, Centro de Ciências, Departamento de Biologia, Laboratório de Fitogeografia, Fortaleza-Ceará, Brasil, CEP.: 60.430-760;
3. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Rua Professor Nelson Chaves, s/n, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva, Cidade Universitária, Recife-Pernambuco, Brasil, CEP.: 50.372-970.

A ser enviado ao periódico: BIOTROPICA

RESUMO

Neste estudo foram obtidos os padrões fenológicos reprodutivos de plantas cujos frutos são consumidos por *Antilophia bokermanni*, ave ameaçada de extinção e endêmica da Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe e verificado se estavam correlacionados com a precipitação, além de observado se picos de frutificação coincidiam com o período reprodutivo desta ave, se havia sequenciamento na disponibilidade de recursos para este animal ao longo do ano e se existia alguma espécie-chave na sua alimentação. As plantas foram monitoradas mensalmente, por dois anos, a partir de métodos qualitativos e semi-quantitativos. Os resultados indicam que a sazonalidade climática influencia os padrões fenológicos das plantas utilizadas na dieta desta ave, com floração e frutificação ocorrendo predominantemente nas estações seca e chuvosa, respectivamente, e que o período reprodutivo de *A. bokermanni* coincidiu com a época de maior oferta de frutos maduros nesta área. *Hieronyma alchorneoides* apresentou pico de frutificação no período de escassez de recursos caracterizando-se como uma espécie-chave para sobrevivência desta ave. Sabendo-se que a perda de habitat é a principal ameaça à sobrevivência deste pássaro, informações a respeito dos padrões fenológicos das plantas utilizadas na sua dieta possibilitarão a determinação da época ideal para coleta de sementes podendo ser utilizadas em programas de reflorestamento com a finalidade de recuperar e/ou enriquecer locais de ocorrência de *A. bokermanni*.

Palavras-chave: “Criticamente em Perigo”; distribuição temporal de recursos; espécie-chave; frugivoria; *Hieronyma alchorneoides*; interação planta-animal; perda de habitat; reflorestamento

ABSTRACT

In this study, we obtained the reproductive phenological patterns of plants consumed by *Antilophia bokermanni*, a bird on the brink of extinction, and an endemic species of the humid hillside forest in Chapada do Araripe, and verified if the peaks coincided with this bird's reproductive period; if there was a sequencing in the availability of resources for this animal throughout the year; and if there was any key species for its feeding habits. The plants were monitored monthly, during two years, with qualitative and semi-quantitative methods. The results indicate that the climatic seasonality influences the phenological patterns of the plants used in this bird's diet, with blooming and fruiting occurring mainly during the dry and rainy seasons, respectively, and that the reproductive period of *A. bokermanni* coincided with the time of higher offer of ripe fruit in this area. *Hieronyma alchorneoides* presented a fructification peak in the period of scarce resources, characterizing itself as a keystone species for this bird's survival. Knowing that the loss of the habitat is the main threat to this bird's survival, information regarding the phenological patterns of the plants used in its diet will make possible the determination of the ideal time for the harvest of seeds which can be used in reforestation programs, with the objective of recovering and/or enriching places of occurrence of *A. bokermanni*.

Key words: "Critically endangered"; frugivory, habitat loss; *Hieronyma alchorneoides*; keystone species; plant-animal interaction; reforestation; temporal distribution of resources.

INTRODUÇÃO

Estudos fenológicos são importantes à compreensão da dinâmica dos ecossistemas florestais, pois geram informações a respeito do estabelecimento, do crescimento e da reprodução de espécies vegetais (floração e frutificação) e permitem a avaliação de quais tipos de flores e frutos, quando e em qual quantidade estão disponíveis aos animais que utilizam estes recursos alimentares (Morellato 1992, 2003, Morellato & Leitão-Filho 1992, Galetti *et al.* 2003).

Os padrões fenológicos das espécies vegetais podem ser influenciados por fatores abióticos ou proximais, relacionados a fatores internos, como limitações morfológicas ou fisiológicas dependentes de características genéticas, do desenvolvimento e da história de vida de cada planta, ou fatores externos que envolvem a temperatura, presença de nutrientes, a umidade, fotoperíodo e a precipitação (Borchet 1983, Sarmiento & Monasterio, 1983, Morellato & Leitão-Filho 1992, Ferraz *et al.* 1999). Em florestas tropicais, a precipitação é o fator abiótico mais importante (Opler *et al.* 1976, Borchet 1980, 1983, Augspurger 1982, Reich & Borchet 1982, 1984). Em regiões onde há estações secas e chuvosas bem marcadas, estudos demonstram que existe uma forte relação entre a precipitação e os padrões fenológicos (Janzen 1967, Araujo 1970, Daubenmire 1972, Frankie *et al.* 1974, Opler *et al.* 1976, Alencar *et al.* 1979, Bullock & Solis-Magallanes 1990, Murali & Sukumar 1994), desencadeados principalmente pela alternância destas estações (Morellato & Leitão-Filho 1990, 1992, 1996).

Fatores bióticos ou finais, tais como a presença de polinizadores, dispersores e predadores também podem influenciar os padrões fenológicos das plantas (Newstrom *et al.* 1994). Por exemplo, espécies vegetais com frutos dispersos por animais são muito importantes para a manutenção da oferta de recursos para a fauna ao longo do ano (Figliola & Kageyama 1995), principalmente em formações vegetacionais sob clima sazonal, onde ocorrem períodos de escassez de frutos (van Schaik *et al.* 1999, Galetti & Pedroni 1994, Develey & Peres 2000, Morellato *et al.* 2000). Algumas populações de frugívoros são mantidas durante os períodos de baixa oferta de recursos pelas chamadas espécies-chave (Terborgh 1986), produzidos em grande quantidade durante o período de escassez de outros itens alimentares (geralmente estação seca) e que a sua remoção no ecossistema acarretaria uma drástica diminuição da diversidade de frugívoros na região (Galetti & Peres 1993). Desta forma, ações conservacionistas devem incluir a identificação dessas espécies-chave para protegê-las e manejá-las adequadamente (Galetti & Aleixo 1998, Galetti & Fernandez 1998).

A perda de habitat e a fragmentação florestal têm sido apontadas como as principais causas do comprometimento de espécies e ecossistemas (Wilcox & Murphy 1985, Taki & Kevan 2007), pois prejudicam os processos ecológicos mantenedores da biodiversidade, tais como a polinização e a dispersão (Pijl 1982, Rathcke & Jules 1993, Aizen & Feinsinger 1994, Proctor *et al.* 1996, Kearns & Inouye 1997). O fluxo gênico e a estrutura da população vegetal dependem, em parte, de diferentes comportamentos dos animais em suas visitas nas flores e nos frutos (Waddington 1983).

Estima-se que 98 a 99% das plantas de Florestas Tropicais úmidas são polinizadas por animais (Bawa 1990). A fragmentação florestal pode afetar a composição dos polinizadores, diminuindo o número de flores que sustenta determinados grupos de visitantes florais ou ainda excluindo polinizadores para determinados tipos florais (Tabarelli 1998). A presença de grandes árvores em florestas fragmentadas não garante a existência de uma fauna residente (Redford 1992), pois a ausência dos dispersores é um dos motivos para a formação do que este autor descreve como “florestas vazias”. Nas regiões tropicais, a dispersão é realizada, em sua grande maioria, por animais (Howe & Smallwood 1982, Opler *et al.* 1980), especialmente pelas aves (Snow 1971, Leighton & Leighton 1983, Janson 1983, Gautier-Hion *et al.* 1985, Stiles 1992, Levey *et al.* 1994). A perda de habitat, por exemplo, pode levar espécies incapazes de deslocar-se entre fragmentos ao risco de extinção local (Redford 1992, Silva & Tabarelli 2000), antes mesmo do conhecimento dos processos ecológicos que as mantinham vivas nestas áreas.

Antilophia bokermanni Coelho & Silva 1998, por exemplo, dois anos após a sua descoberta já foi classificada como espécie “Criticamente em Perigo” pela União Internacional para Conservação da Natureza e, em 2003, já constava na Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA 2003). Pertence à família Pipridae, cujos representantes são essencialmente frugívoros (Snow 2004), como o “soldadinho” *Antilophia galeata* (Lichtenstein 1823), única outra espécie do gênero e que se alimenta majoritariamente (87,5%) de frutos (Marini 1992). É a única ave endêmica do Ceará, ocorrendo apenas na Floresta Estacional perene (floresta úmida) (Holdrige 1947) presente na vertente nordeste da Chapada do Araripe e tem como principal ameaça, a descaracterização de seu ambiente natural (IUCN 2008, Hirschfeld 2009), que são as florestas ciliares.

As florestas ciliares foram relativamente pouco estudadas quanto aos aspectos de sua dinâmica e ecologia reprodutiva (Reys *et al.* 2005) e pesquisas que tratam de frugivoria quando aliadas à determinação do período de disponibilidade de recursos nestes locais tornaram-se imprescindíveis à recuperação de seus ambientes degradados, e por este motivo,

os estudos da relação planta-animal vêm sendo aplicados em manejo florestal (Wunderle Jr. 1997, Jordano *et al.* 2006).

Tendo em vista que a perda de habitat é a principal ameaça que compromete a sobrevivência de *A. bokermanni*, o objetivo geral desta pesquisa foi conhecer os padrões fenológicos reprodutivos da vegetação que gera recursos alimentares à *Antilophia bokermanni* tendo como objetivos específicos: 1. verificar se existe relação entre as fenofases reprodutivas da flora que gera recursos para esta ave com a precipitação; 2. verificar se existe relação entre a época de produção de frutos e o período reprodutivo de *A. bokermanni*; 3. analisar se existe um sequenciamento na disponibilidade temporal dos recursos das espécies vegetais utilizadas na dieta de *A. bokermann*; e 4. analisar se existe alguma espécie vegetal chave para a sobrevivência de *A. bokermanni*. Para tais objetivos foram testadas as seguintes hipóteses: a precipitação influencia as respostas fenológicas, com a (H1) frutificação ocorrendo durante a época chuvosa e a (H2) floração concentrando-se na estação seca e que (H3) o período reprodutivo coincide com a época de maior produção de frutos. Desta forma, o conhecimento da disponibilidade temporal dos recursos vegetais desta ave tão ameaçada gerará informações importantes para execução de estratégias de conservação de seu ambiente, imprescindíveis à sua sobrevivência.

METODOLOGIA

Área de estudo

A Chapada do Araripe ocupa uma área de 4.500 Km² de extensão e cerca de 50 Km de largura (entre 7°13'19"S/39°28'35"W e 7°27'04"S/39°07'13"W) e abrange os Estados de Pernambuco, do Piauí e do Ceará (Figuras 1a e 1b). Esta Chapada abriga grande diversidade biológica (Costa *et al.* 2004), devido, principalmente, às diversas fitofisionomias ali presentes que estão sujeitas a níveis altitudinais diferenciados e de disponibilidade de água, dentre elas a Floresta Estacional perene (Holdrige 1947).

Esta pesquisa foi conduzida em uma área de Floresta Estacional perene (floresta úmida) da Chapada do Araripe (Holdrige 1947), no Município do Crato (7°16'36"S/39°26'41"W; Figuras 1c-1f). A existência desta floresta úmida ocorre devido à água pluvial que se precipita no platô desta chapada infiltrar-se nas camadas geológicas mais externas, que são permeáveis, até atingir porções mais internas, impermeáveis e inclinadas para o lado do Estado do Ceará, na sua vertente nordeste, onde surge a maioria das nascentes e mantém-se devido à

combinação da altitude, da umidade nebular, da exposição dos ventos úmidos e da provisão de águas subterrâneas fornecida durante o ano todo (DNPM 1996).

A floresta úmida estende-se por aproximadamente 60 Km em uma linha sinuosa sobre 123 nascentes que representam 35,3% das fontes de água existentes nesta chapada, entre as cotas de 600 e 800 m de altitude, responsáveis por 78% da vazão de água presente em toda a chapada (DNPM 1996). Esta formação destoa da paisagem semi-árida circundante (Caatinga), devido ao elevado volume de chuvas e a grande quantidade de nascentes (Figueiredo 1997) e é considerada uma ecoregião da Mata Atlântica (Conservation International do Brasil *et al.* 2000). Possui espécies vegetais encontradas em regiões úmidas como pteridófitas (*Cyathea pungens* (Wild.) Domin., Cyatheaceae), bromélias (*Tillandsia loliacea* Mart. ex Schult. f.; Bromeliaceae) e árvores (*Hieronyma alchorneoides* All., Phyllanthaceae), mas há também plantas que ocorrem em áreas mais secas, como o Cerrado (*Styrax camporum* Pohl, Styracaceae) (Linhares *et al.* 2008).

A área de estudo apresenta duas estações climáticas bem marcadas, uma seca (com 0 a 60 mm de precipitação) que compreende o período de maio a novembro, e outra chuvosa (acima de 60 mm), entre dezembro e abril, com máximas de chuva em fevereiro e março e precipitação média anual de 1.033 mm. A temperatura média anual é 25,7°C, com os meses mais frios em junho e julho (24,1°C) e o mais quente em novembro (27,4°C) (Figura 2). O solo é majoritariamente (66,45%) latossolo vermelho amarelo distrófico (Figueiredo 1997).

Os dados históricos de precipitação, assim como os referentes ao período de estudo foram obtidos a partir da Estação Meteorológica do Crato (7°14'S/39°24'W), distante cerca de 5 Km da área de estudo (Funceme 2008).

As espécies vegetais utilizadas na dieta de *A. bokermanni* foram classificadas quanto ao hábito e à expressão sexual (Tabela 1). Em relação ao hábito foram consideradas (1) *árvores*: espécies lenhosas que, em fase reprodutiva, apresentavam no mínimo, três metros de altura; (2) *arbustos*: aquelas que apresentavam, no mínimo, um metro e, no máximo, três metros; (3) *subarbustos*: as espécies com no máximo um metro e caule principal lenhoso com ramificações secundárias; (4) *ervas*: quando se tratavam de plantas vasculares terrestres com a parte aérea herbácea e (5) *hemiparasitas*: aquelas que dependem nutricionalmente de outra planta (adaptado de Whittaker 1975). Quanto à expressão sexual tais espécies foram determinadas a partir de análises das estruturas reprodutivas e/ou através de consulta à literatura especializada (Sobrevila & Arroyo 1982, Roosmalen 1985), sendo consideradas hermafroditas, monóicas ou dióicas (Tabela 1).

Observações fenológicas

Das 27 espécies que compõem a dieta de *A. bokermanni*, 22 foram obtidas através de registros visuais de consumo (Tabela 1) e cinco a partir das suas fezes. Treze foram selecionadas de acordo com a visualização de ingestão dos frutos por *A. bokermanni* no período de um ano que antecedeu o início do monitoramento sistemático das fenofases (n=13), totalizando 122 indivíduos (Tabela 2). Estes foram marcados (n=1-10) com plaquetas numeradas de alumínio e tiveram a sua fenologia acompanhada mensalmente por dois anos (agosto/2006-julho/2008).

A definição das fenofases reprodutivas foi semelhante à adotada por Morellato *et al.* (1989) e Morellato (1991), considerando-se a floração (botão e flor) e a frutificação (frutos imaturos e maduros) para todas as espécies, com exceção de *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) para a qual a fenofase frutificação não foi separada em frutos imaturos e maduros, sendo contabilizados nesta última categoria, devido à dificuldade em separar as duas fenofases.

Para as demais plantas pertencentes à dieta de *A. bokermanni* procurou-se observar a presença de frutos maduros a partir de consultas às exsicatas (n=9). A informação da ingestão de *Cordia* sp. foi indireta (Coelho & Silva, 1998) e a sua exsicata não foi localizada, portanto as informações a respeito do seu período de frutificação não foram obtidas. Estas espécies não foram consideradas no monitoramento fenológico sistemático, pois foram descobertas após o seu início e/ou não foram encontradas na área onde foi realizada esta pesquisa.

As exsicatas correspondentes às espécies estudadas foram depositadas no Herbário da Universidade Federal de Pernambuco (UFP-Dr. Geraldo Mariz) e no Herbário da Universidade Federal do Ceará (EAC-Prisco Bezerra) e o sistema de classificação adotado seguiu o APG II (2003).

Métodos de avaliação fenológica

Foram aplicados dois métodos de avaliação aos dados coletados. O primeiro método, *Índice de Atividade ou Porcentagem de Indivíduos*, é quantitativo e consiste apenas no registro de presença e ausência das fenofases e indica o percentual de indivíduos da população que está manifestando determinando evento fenológico. Este método permite visualizar melhor graficamente o início e o final de cada atividade (Fournier 1974, Bencke & Morellato 2002 a, b). Nesta análise foram considerados todos os indivíduos conjuntamente para verificar

o padrão fenológico da comunidade (abordagem ao nível de comunidade), com o objetivo de entender os ciclos de disponibilidade de recursos para *A. bokermanni* e foram construídos fenogramas de percentual de indivíduos e de espécies. Para a fenofase floração, todos os indivíduos foram considerados (n=122), porém, na frutificação, foram incluídos apenas aqueles com flores hermafroditas e/ou pistiladas (n=104-109).

No segundo método, *Percentual de Intensidade de Fournier*, estima-se a intensidade de cada fenofase através de uma escala intervalar semi-quantitativa de cinco categorias (0 a 4), com intervalos de 25% entre cada uma delas que significam: (0) ausência da fenofase e a presença da fenofase com as intensidades (1) 1-25%, (2) 26%-50%, (3) 51%-75% e (4) 76%-100% (Fournier 1974) e as espécies foram consideradas individualmente (abordagem ao nível de população). Tal índice, além de apontar picos de intensidade, mostra quando uma determinada fenofase ocorre de modo mais intenso, enfatizando assim, não apenas o número de indivíduos que manifesta a fenofase, mas também a quantidade estimada de flores e frutos produzidos. Posteriormente, foram construídos fenogramas relacionados a estas análises. Para as espécies dióicas foram construídos gráficos dos indivíduos pistilados separadamente dos estaminados. A análise da fase de floração auxilia na determinação do início da época reprodutiva das espécies vegetais e a de frutificação permite a identificação do menor e do maior pico de disponibilidade de frutos (Fournier 1974).

Estratégias de floração e frutificação

As espécies vegetais monitoradas sistematicamente quanto à fenologia foram classificadas quanto à frequência das estratégias de floração e de frutificação, podendo ser: 1. contínuas (ocorrem continuamente ou com esporádicos intervalos em um ano), 2. subanuais (existem múltiplas fases de floração e frutificação durante o ano); 3. anuais (quando há somente um ciclo principal por ano) e 4. supra-anuais (existe um ciclo com intervalo maior do que um ano) (Newstrom *et al.* 1994). As espécies também foram classificadas quanto à duração dos eventos fenológicos, sendo reconhecidas três categorias: 1. curta (fenofase com duração de até um mês); 2. intermediária (fenofase com duração de dois a cinco meses) e 3. longa (fenofase com duração de seis meses ou mais) (Newstrom *et al.* 1994). A duração foi determinada do primeiro ao último indivíduo que apresentou a fenofase (Silberbauer-Gottsberger 2001).

Período reprodutivo de *Antilophia bokermanni*

Os dados fenológicos de frutificação foram cruzados com informações já existentes na literatura sobre o período reprodutivo de *A. bokermanni* que foi determinado inicialmente por meio de sua atividade vocal (Girão & Souto 2005) e, posteriormente, através da presença de ninhos durante três estações reprodutivas (Aquasis 2006, Girão *et al.* em preparação). Tal evento inicia-se com a corte (machos intensificando o número de emissões do canto e atividades agonísticas como perseguições a outros machos), seguida do acasalamento, construção dos ninhos, incubação, postura e cuidado parental, dos quais as fêmeas são responsáveis pelos últimos quatro (Aquasis 2006). Esta fase termina geralmente quando há o início das mudas das penas de vôo, pois ambas as atividades exigem grande demanda energética e comumente não ocorrem simultaneamente (Poulin *et al.* 1992). Foi considerado, neste estudo, o período reprodutivo de *A. bokermanni* desde o avistamento dos primeiros ninhos até o abandono dos últimos ninhos por seus filhotes, fenômeno observado entre novembro e março.

Análise dos dados

Para investigar a influência da precipitação nos padrões fenológicos reprodutivos (botão, flor, fruto imaturo e fruto maduro) da comunidade de espécies vegetais consumidas por *A. bokermanni* e de cada espécie individualmente foi utilizado o teste de correlação de Spearman (r_s) (Sokal & Rohlf 1995), sendo verificada a relação entre a precipitação no mês de observação (P0), no anterior (P-1) e no posterior (P+1) ao evento fenológico.

Para testar a relação entre o período reprodutivo de *A. bokermanni* e o período de produção de frutos foi aplicado o teste “t”. As análises foram efetuadas através do programa BioEstat 3.0 (Ayres *et al.* 2003).

RESULTADOS

Das 22 espécies vegetais utilizadas na alimentação de *A. bokermanni* 12 são árvores (57,15%), três são arbustos (14,28%), três são ervas (14,28%), duas são subarbustos (9,52%), uma é hemiparasita (9,52%) e uma não foi determinada (Tabela 1). Das 17 espécies determinadas quanto à expressão sexual, 11 são hermafroditas (64,7%), quatro são dióicas (23,54%) e duas são monóicas (11,76%) (Tabela 1).

Fenologia reprodutiva das espécies vegetais utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni*

- Abordagem ao nível da comunidade

De acordo com a abordagem ao nível da comunidade, as plantas utilizadas na dieta de *A. bokermanni* apresentaram as fenofases botão, flor, fruto imaturo e maduro em quase todo o período de estudo com intensidades variáveis (Figura 3a e 3b).

Com relação à análise de percentual de indivíduos, a fenofase botão apresentou picos em outubro/2006 (51,73%) e do mesmo mês em 2007 (72,95%). A maioria dos indivíduos apresentou mais flores em outubro de 2006 (44,9%) e de 2007 (50,82%), durante a estação seca (Figura 3a). Os picos dos frutos imaturos aconteceram em dezembro de 2006 (57,84%) e de 2007 (73,08%). Os frutos maduros foram observados em maior quantidade em dezembro/2006 (40,18%) e em janeiro/2008 (40,37%), durante a estação chuvosa (Figura 3a).

Quanto às análises do percentual de espécies, os picos de produção de botões ocorreram em outubro de 2006 (92,31%) e de 2007 (100%). Houve maior quantidade de flores em outubro/2006 (84,61%) e novembro/2007 (92,3%) (Figura 3b). A maioria das espécies encontrava-se em pico de frutos imaturos em março/2007 (83,3%), dezembro/2007 (91,6%) e janeiro/2008 (91,6%) e os frutos maduros foram produzidos majoritariamente em janeiro de 2007 (84,62%) e de 2008 (84,62%) (Figura 3b).

Fenologia reprodutiva das espécies vegetais utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni*

- Abordagem ao nível populacional

***Hirtella glandulosa* Spreng. (Chrysobalanaceae)**

Os botões foram encontrados de agosto a outubro/2006, e de julho a novembro/2007, com pico em setembro para os dois anos (80% e 60%, respectivamente) e em julho/2008. As flores foram vistas de agosto a novembro/2006, com pico em setembro (77,5%), de julho a novembro/2007, com pico em setembro/2007 (60%) e em julho/2008 (Figura 4a).

Os frutos imaturos surgiram em setembro/2006 permanecendo até novembro e ocorreram nos mesmos meses em 2007, com picos em outubro/2006 (35%) e em novembro/2007 (37,5%), respectivamente. Os frutos maduros começaram a aparecer em outubro/2006 e permaneceram até janeiro/2007, reaparecendo em setembro e novembro/2007 até janeiro/2008, com picos em outubro/2006 (60%) e novembro/2007 (30%), estes dois últimos ocorrentes durante a estação seca (Figuras 5a e 7a).

***Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana (Melastomataceae)**

Os botões foram vistos entre agosto e novembro/2006, com picos em setembro do mesmo ano (77,5%), e entre fevereiro e dezembro/2007, com pico em julho/2007 (62,5%) e de maio a julho/2008. As flores foram observadas em setembro e outubro/2006, fevereiro/2007, entre junho e setembro/2007 e novembro/2007, além de julho/2008. Os picos das flores ocorreram em setembro, nos dois eventos fenológicos observados (62,5% e 20%, respectivamente), ambos aconteceram durante a estação seca (Figuras 4b e 6a).

Os frutos imaturos foram observados entre agosto/2006 a abril/2007, de junho/2007 a junho/2008 e os picos ocorreram em dezembro/2006 (90%) e em novembro/2007 (75%) (Figura 5b). Os frutos maduros foram evidenciados de outubro/2006 a fevereiro/2007, em abril/2007, em setembro/2007 e de novembro/2007 a abril/2008, com picos em janeiro/2007 (42,5%) e janeiro/2008 (32,5%) (Figuras 5b e 7b), durante a estação chuvosa.

***Hieronyma alchorneoides* Allemão (Phyllanthaceae)**

Indivíduos com flores estaminadas:

Os botões foram vistos em outubro/2006 e entre abril e dezembro/2007, com pico em outubro/2007 (70,83%) e reapareceram entre maio e julho/2008. Puderam-se observar as flores em agosto e setembro/2006, além de março, e maio a dezembro de 2007 e de maio a julho/2008, com pico em outubro/2007. Os picos ocorreram em setembro/2006 (50%), em maio/2007 (70,83%) e maio/junho/2008 (54,16%) (Figura 4c).

Indivíduos com flores pistiladas:

Os botões foram vistos em maio, agosto, outubro e novembro/2007 e de maio a julho/2008, com pico em junho (67,85%). As flores foram vistas em setembro/2006, março e maio/2007, em agosto, outubro e novembro/2007, apresentando pico em outubro (25%), e em maio, junho e julho/2008, com pico em junho deste ano (64,28%), durante a estação seca (Figura 4d). Houve grande sobreposição desta fenofase quando comparada àquela de indivíduos de *H. alchorneoides* sem flores pistiladas, embora a duração e intensidade desta última tenha sido maior (Figuras 4c e 4d).

Os frutos imaturos foram vistos entre agosto e dezembro/2006, e entre março/2007 a fevereiro/2008 e em abril, junho e julho/2008, com picos em agosto/2006 (90% cada), junho e julho/2007 (78,57% cada) e julho/2008 (85,72%) (Figuras 5c e 7c). Os frutos maduros

estavam presentes em setembro/2006 e de novembro/2006 a fevereiro/2007, com pico em dezembro/2006 (53,57%). Em julho/2007 voltaram a aparecer e duraram até outubro/2007, apresentando pico em agosto/2007 (57,14%), durante a estação seca (Figura 5c). Entre dezembro/2007 e fevereiro/2008 também foram observados frutos maduros e o pico ocorreu em fevereiro/2008 (57,14%) (Figuras 5c e 7c), durante a estação chuvosa. Esta espécie apresentou frutos maduros na época de escassez da maioria das espécies vegetais consumidas por *A. bokermanni*, sendo considerada uma espécie-chave para a sobrevivência desta ave.

***Miconia chamissois* Naudin (Melastomataceae)**

Os botões foram observados em todos os meses, com picos em dezembro/2006 (62,5%) e agosto/2007 (55%) e as flores foram visualizadas entre agosto e novembro/2006, de janeiro a março/2007, entre agosto e outubro e dezembro/2007 e em março, maio e julho/2008, com picos em setembro/2006 (27,7%) e setembro/2007 (25%) (Figura 4e e 6b).

Os frutos imaturos foram vistos de agosto/2006 a junho/2007 e de setembro/2007 a janeiro/2008, reaparecendo em março/2008 e durando até julho/2008, com picos em outubro e novembro/2006 (25% cada) e em novembro/2007 (32,5%). Os frutos maduros começaram a surgir em outubro/2006 e duraram até janeiro/2007, reapareceram em abril/2007 e, então, de outubro até dezembro/2007, com picos em novembro nos dois anos (20% cada) (Figura 5d).

***Clidemia biserrata* DC. (Melastomataceae)**

Esta espécie apresentou na maior parte do estudo as fenofases reprodutivas ativas, sem picos expressivos. Os botões foram vistos em quantidade superior em setembro/2006 (20%) e em janeiro/2008 (22,5%) e não foram encontrados em junho/2008. As flores foram observadas em quase todos os meses, com exceção de junho/2007 e de junho e julho/2008, sendo mais numerosas em setembro/2006 (20%), durante a estação seca (Figura 4f).

Os frutos imaturos apareceram em todos os meses do estudo, com pico em outubro/2006 (55%) e dezembro/2007 (52,5%). Os frutos maduros apresentaram-se em quase todo o período de estudo, com exceção de julho/2007 e em abril e maio e julho/2008. A maior quantidade de frutos maduros foi observada em novembro/2006 (17,5%) e em fevereiro e março/2008 (22,5% cada). Os picos desta última fenofase coincidiram com o final da estação seca (novembro/2006) e com a estação chuvosa (fevereiro e março/2008) (Figura 5e).

***Cecropia pachystachya* Trécul (Urticaceae)**

Indivíduos com flores estaminadas:

Botões e flores foram encontrados ao longo de quase todos os meses, com exceção de maio/2007 e maio e junho/2008 para os botões e maio/2007 e março, maio e julho/2008 para as flores. Os picos de botão ocorreram em setembro/2006 (55%) e setembro/2007 (40%) e os das flores em dezembro/2006 (30%) e agosto/2007 (20%) (Figura 4g).

Indivíduos com flores pistiladas:

Os botões foram observados entre agosto/2006 a fevereiro/2007 e entre agosto e dezembro/2007, com pico em outubro (50%) e em julho/2008. As flores foram evidenciadas entre agosto e outubro/2006, em julho/2007 e de setembro a dezembro/2007, com pico em novembro (25%) (Figura 4h). Esta floração foi menos extensa do que a observada nos indivíduos estaminados (Figuras 4g e 4h).

Os frutos tiveram uma ampla distribuição ao longo do estudo, de agosto/2006 a junho/2007 ininterruptamente, com pico em outubro (85%), na estação seca, e de setembro/2007 a abril/2008, com pico em dezembro (85%), durante a estação chuvosa (Figuras 5f e 7d).

***Myrcia splendens* (Sw.) DC. (Myrtaceae)**

Os botões foram vistos em setembro e em novembro/2006 e de agosto a outubro/2007, com picos em setembro (100%) e em outubro/2007 (100%). As flores foram encontradas de outubro a dezembro/2006, com pico em outubro/2006 (75%) e em novembro/2007 reaparecendo apenas em novembro do ano seguinte, durante a estação seca (Figuras 4i e 6c).

Os frutos imaturos foram encontrados de janeiro a março/2007 e de dezembro/2007 a março/2008 e os frutos maduros foram vistos em março/2007 e março/2008, durante a estação chuvosa (Figura 5g).

***Simarouba amara* Aubl. (Simaroubaceae)**

Indivíduos com flores estaminadas:

Os botões foram vistos em outubro e novembro/2006 e entre agosto e novembro/2007, com pico em setembro/2007 (100%) e as flores ocorreram em outubro e novembro/2006 e

agosto, outubro e novembro/2007, tendo apresentado pico em outubro/2007 (75%), durante a estação seca (Figura 4j).

Indivíduos com flores pistiladas:

Os botões estiveram presentes entre setembro e novembro/2006 e de agosto a novembro/2007, com picos em outubro/2006 (20,83%) e outubro/2007 (50%). As flores foram vistas em maior quantidade em outubro e novembro/2006 e entre agosto e novembro/2007, com pico em outubro/2006 (16,6%) e outubro/2007 (41,6%), correspondendo à estação seca (Figura 4k). Houve sobreposição entre o período de floração dos indivíduos com flores pistiladas e estaminadas.

Os frutos imaturos foram vistos entre outubro e dezembro/2006, com pico em novembro (37,5%) e de novembro/2007 a fevereiro/2008, com pico também em novembro/2007 (45,83%). Os frutos maduros foram visualizados em janeiro/2007 (12,5%) e entre dezembro/2007 e fevereiro/2008, com pico em janeiro/2008 (20,83%), durante a estação chuvosa (Figuras 5h e 7e).

***Psychotria colorata* (Willd. ex Roem. & Schult.) Müll. Arg. (Rubiaceae)**

Os botões foram encontrados entre outubro/2006 a abril/2007, com pico em dezembro/2006 (25%) e entre outubro/2007 e junho/2008, com pico em janeiro (30%). As flores apareceram em maior quantidade entre outubro/2006 e abril/2007, com pico em outubro/2006 (11,1%) e entre setembro/2007 e fevereiro/2008, com picos em outubro e novembro/2007 (12,5% cada), coincidido com o período seco (Figuras 4l e 6d).

Os frutos imaturos foram encontrados em novembro/2006, entre janeiro e março/2007, julho/2007, em setembro/2007 e de novembro a junho/2008, com picos em março/2007 (18,75%) e janeiro/2008 (12,5%). Os frutos maduros foram vistos em novembro/2006, entre janeiro a maio/2007 e entre dezembro/2007 a maio/2008, com picos em março/2007 (18,75%) e janeiro/2008 (12,5%) (Figuras 5i e 7f), coincidindo com a estação chuvosa.

***Henriettea succosa* (Aubl.) DC. (Melastomataceae)**

Os botões de *H. succosa* foram vistos de agosto a dezembro/2006, com pico em novembro (18%) e de julho a janeiro/2008, com maior produção entre agosto e outubro/2007 (25% cada mês), também sendo encontrados em junho e julho/2008 (Figuras 4m e 6e). As flores foram

observadas de outubro a dezembro/2006, com pico em novembro (14%) e de julho/2007 a janeiro/2008, com pico em dezembro (28%) e em julho/2008, no fim da estação seca (primeiro pico) e início da chuvosa (segundo pico) (Figuras 4m e 6f).

Os frutos imaturos foram vistos de dezembro/2006 a março/2007, com maior produção em dezembro (50%) e de outubro/2007 a abril/2008, com pico em janeiro/2008 (50%). Em dezembro/2006, desenvolveram-se os frutos maduros, estendendo-se até março/2007, com pico em fevereiro (39%) e, a partir de dezembro/2007 até abril/2008, com pico em março/2008 (30%) (Figuras 5j e 7g), ambos ocorreram durante a estação chuvosa.

***Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae)**

Esta espécie vegetal apresentou botões de outubro a dezembro/2006 e de setembro a novembro/2007, com picos em outubro/2006 (47,5%) e outubro/2007 (50%). As flores foram observadas entre outubro e dezembro/2006, com pico em novembro/2006 (35%), em outubro e novembro/2007, com pico em novembro (30%), no final da estação seca (Figuras 4n e 6g).

Os frutos imaturos foram observados de dezembro/2006 a março/2007, com pico em dezembro (40%) e de dezembro/2007 a março/2008, com pico em janeiro (40%). Quanto à presença de frutos maduros, foi possível observá-los em fevereiro e março/2007, com pico em fevereiro (22,5%) e de janeiro a março/2008, com pico não expressivo em março/2008 (5%). Esta última fenofase ocorreu durante a estação chuvosa (Figuras 5k e 7h).

***Siparuna guianensis* Aubl. (Siparunaceae)**

Os botões apareceram ao longo de quase todo o estudo, exceto em abril e maio/2008, com picos em agosto/2006 (57,5%), julho e agosto/2007 (50% cada). As flores ocorreram de setembro/2006 a julho/2007, com pico em novembro/2007 (37,5%) e entre setembro e março/2008, com pico em outubro (37,5%) (Figuras 4o e 6h), ambos ocorreram na estação seca.

Os frutos imaturos foram vistos de novembro/2006 a agosto/2007, com pico em dezembro/2006 (37,5%) e de outubro/2007 a abril/2008, com picos em janeiro e fevereiro/2008 (42,5% cada). Os frutos maduros foram encontrados de dezembro/2006 a maio/2007, com pico de frutificação em fevereiro/2007 (22,5%), durante a estação chuvosa e de novembro/2007 a abril/2008, sem picos expressivos (Figuras 5l e 7i).

***Heliconia psittacorum* L. (Heliconiaceae)**

Para as observações do primeiro ano (agosto/2006-julho/2007) foram considerados dez indivíduos marcados, mas os resultados não refletiram o padrão geral da espécie, pois os indivíduos marcados nem sempre estavam com as fenofases ativas, embora aqueles próximos as apresentassem. Por este motivo optou-se, no ano seguinte (agosto/2007-julho/08), realizar as observações fenológicas em indivíduos não marcados. A presença de botões ocorreu entre setembro e novembro/2006, em fevereiro/2007 e entre setembro/2007 e março/2008. As flores não foram vistas nas espécies marcadas do primeiro ano de observação, mas estavam presentes entre novembro/2007 a março/2008, com pico em novembro/2007 (50%), no final do período seco (Figura 4p).

Os frutos imaturos apareceram de outubro/2006 a abril/2007 e entre novembro/2007 e junho/2008, com pico em novembro/2007 (50%). Os frutos maduros ocorreram de dezembro/2006 a fevereiro/2007 e entre janeiro e abril/2008, com picos pouco expressivos em janeiro/2007 (5,5%) e em março/2008 (10%) (Figura 5m), ambos durante o período chuvoso.

Espécies da dieta de *Antilophia bokermanni* não monitoradas sistematicamente quanto à fenologia

As análises das plantas utilizadas por *A. bokermanni* cuja fenologia não foi acompanhada sistematicamente revelou que quatro espécies apresentaram frutos maduros durante a estação chuvosa (*Coccocypselum lanceolatum*, *Miconia* sp., *Piper aduncum* e *Trema micrantha*), duas na transição entre a seca e a chuvosa (*Myrcia multiflora* e *Nectandra cuspidata*) e outra que ocorreu tanto na transição da estação seca para a chuvosa quanto na época seca (*Phoradendron* sp.) (Tabela 3).

Sequenciamento na disponibilidade de frutos maduros

Clidemia biserrata (Melastomataceae) produziu frutos ao longo de todos os meses, sem picos. *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) teve distribuição ampla e produziu no primeiro evento fenológico, os primeiros picos de frutificação juntamente com *Hirtella glandulosa* (Chrysobalanaceae) e, em seguida *Miconia chamissois* (Melastomataceae). Os próximos recursos mais abundantes foram *Hieronyma alchorneoides* (Phyllanthaceae), seguidos de *Miconia ibaguensis* (Melastomataceae) e *Heliconia psittacorum* (Heliconiaceae). *Siparuna*

guianensis (Siparunaceae), *Henriettea succosa* (Melastomataceae), *Byrsonima sericea* (Malpighiaceae), *Simarouba amara* (Simaroubaceae), *Psychotria colorata* (Rubiaceae) e *Myrcia splendens* (Myrtaceae) foram as últimas espécies vegetais a apresentarem picos de frutificação (Tabela 4). No segundo evento fenológico observado, as espécies *H. glandulosa* e *M. chamissois* apresentaram picos de frutificação antes de *C. pachystachya*. Em seguida, produziram mais frutos *M. ibaguensis*, *S. amara* e *P. colorata*. A próxima espécie que apresentou pico de frutificação foi *H. alchorneoides* seguida de *H. succosa*, *B. sericea* e *M. splendens*. *H. alchorneoides* teve três picos de frutificação quando não havia outra espécie da dieta de *A. bokermanni* com produção máxima de frutos (Tabela 4). Julho/2007 e Julho/2008 foram considerados os períodos mais críticos do estudo, havendo frutos maduros apenas de *H. alchorneoides* (Tabela 4).

Estratégias de floração e de frutificação

Das 13 espécies monitoradas sistematicamente quanto à frequência das fenofases a maioria apresentou padrão de floração anual (68,75%), assim como o de frutificação (76,92%), seguidos de padrão contínuo para a floração (25%) e frutificação (15,38%) e padrão subanual para floração (6,25%) e frutificação (7,7%). Em relação à duração, a maior parte das espécies vegetais apresentou estratégia de floração e de frutificação longa (62,5% e 69,23%, respectivamente), seguida de intermediária para floração (25%) e frutificação (30,77%) e curta para floração (12,5%). Os indivíduos com flores pistiladas de *H. alchorneoides* foram os únicos a apresentarem padrão subanual. Não foi observado o padrão supranual em nenhuma das espécies vegetais pertencentes à dieta de *A. bokermanni* (Tabela 5).

Análise dos dados

A sazonalidade climática influencia os padrões fenológicos das espécies vegetais utilizadas na dieta de *A. bokermanni* de acordo com a abordagem ao nível de comunidade. Houve correlação negativa e significativa entre precipitação e o percentual de indivíduos para as fenofases botão ($rs=-0,8616$) e flor ($rs=-0,8373$) e o mês de precipitação anterior (P-1) ao evento fenológico e também para o mês das observações fenológicas (P0), em se tratando de botão ($rs=-0,6437$) e flor ($rs=-0,6054$), indicando assim uma relação destas fenofases com períodos mais secos (Tabela 6). As mesmas análises foram efetuadas em relação aos frutos

imaturos e maduros e deram resultados significativos e positivos no mês de observação fenológica (P0) e no mês posterior às observações (P+1) (ver Tabela 6).

Houve correlação negativa significativa entre precipitação e o percentual de espécies das fenofases botão ($r_s = -0,8621$) e flor ($r_s = -0,7463$) no mês anterior de precipitação ao evento fenológico (P-1) e entre o mês de observação fenológica (P0) e a fenofase botão ($r_s = -0,4865$) (Tabela 6). Esta análise também foi efetuada em relação aos frutos imaturos e maduros e obtiveram-se resultados significativos e positivos, tanto para o mês da observação fenológica (P0) quanto para o mês posterior a esta (P+1), indicando que há relação entre a época de frutificação e a estação chuvosa (Tabela 6).

As espécies vegetais utilizadas na dieta de *A. bokermanni* quando analisadas individualmente em relação à precipitação (abordagem ao nível da população) apresentaram, para a maioria das espécies, padrões semelhantes aos encontrados na análise da comunidade, ou seja, houve correlação negativa significativa entre precipitação e as fenofases botão e flor e correlação positiva significativa entre precipitação e os frutos imaturos e maduros para algumas espécies (Tabelas 7 e 8). As espécies vegetais utilizadas na dieta de *A. bokermanni* com estratégia de floração e/ou frutificação longa não apresentaram correlação com os dados de precipitação (Tabelas 7 e 8), assim como as espécies com floração contínua (Tabelas 7 e 8, ver também Tabela 5).

A média de frutos imaturos e maduros produzidos pelas espécies vegetais utilizadas na dieta de *A. bokermanni* foi maior durante o seu período reprodutivo ($t=3,7$; $p=0,003$ e $t=8,01$; $p=0,001$, respectivamente) (Figura 8).

DISCUSSÃO

Sazonalidade & Fenologia da guilda de espécies vegetais utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni*

A sazonalidade dos padrões fenológicos que compõem a guilda de espécies vegetais utilizadas na dieta de *A. bokermanni* acompanhando a estacionalidade climática, com a ocorrência da floração na estação seca e a frutificação na estação chuvosa foi similar ao encontrado em outras florestas úmidas (Araújo 1970, Alencar *et al.* 1979, Alencar 1990, Knowles & Parrota 1997). Esta semelhança nos padrões de floração e frutificação pode estar relacionada ao fato de que estas formações vegetacionais também estão submetidas a um clima sazonal com estações secas e úmidas bem definidas.

A floração na época seca parece ser o padrão majoritário em florestas tropicais sazonais (Fournier & Sallas 1966, Janzen 1967, Croat 1975, Lieberman 1982), incluindo Cerrado e savanas de latitudes próximas ao equador (Sarmiento & Monasterio 1983, Miranda 1995) e tem sido atribuída à diminuição nos níveis de disponibilidade de água que desencadeia respostas fenológicas nas plantas e estimula o desenvolvimento dos botões florais (Ferraz *et al.* 1999).

Apesar de se esperar que em florestas ciliares não exista um estresse hídrico acentuado durante a estação seca (Reys *et al.* 2005), devido à grande quantidade de água estocada no solo nestas formações vegetacionais (Justiniano & Fredericksen 2000), este fato parece estar influenciando o padrão de floração na Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, visto que houve correlação negativa significativa entre precipitação e floração, quando analisada a guilda de espécies vegetais utilizadas na dieta de *A. bokermanni*.

Alguns autores, entretanto, acreditam que a pressão de seleção exercida por polinizadores pode também influenciar a floração em ecossistemas tropicais (Opler *et al.* 1976, Sarmiento & Monasterio 1983, Rathcke & Lacey 1985) pelo fato de haver maior concentração de flores e de polinizadores durante a estação seca (Janzen 1967, Foster 1982), além de menor quantidade de herbívoros nas estações mais secas e quentes, ou ainda devido à menor quantidade de chuvas nesta estação que reduz os danos às flores e a diluição de néctar.

A maior disponibilidade de frutos na época chuvosa (dezembro a abril) vem corroborar com outros estudos realizados em diferentes fitofisionomias sujeitas a níveis variáveis de precipitação (Smythe 1970, Frankie *et al.* 1974, Hilty 1980, Foster 1982, Terborgh 1983, Alencar *et al.* 1979, Knowles & Parrota 1997, Machado *et al.* 1997, Wallace & Painter 2002, Morellato *et al.* 2000, Griz & Machado 2001, Pinto *et al.* 2005), incluindo florestas ciliares (Carmo & Morellato 2000, Funch *et al.* 2002, Reys *et al.* 2005). Knowles & Parrota (1997), por exemplo, observaram a fenologia reprodutiva de 160 espécies por 18 anos no Pará e verificaram que a produção de frutos zoocóricos acompanhou as flutuações sazonais da precipitação, assim como observado no presente estudo. As formações vegetacionais onde foram realizados estes estudos têm em comum a predominância de espécies zoocóricas em diversas proporções, tais como aqueles desenvolvidos em Floresta Atlântica (88%, segundo Morellato *et al.* 2000) e florestas ciliares (75%, segundo Carmo & Morellato 2000). Durigan (1991) constatou ainda que 95% das espécies encontradas em florestas ciliares inseridas em áreas de Cerrado eram zoocóricas, confirmando o papel fundamental que os animais exercem na dinâmica destes locais (Reys *et al.* 2005).

O fato das espécies vegetais estudadas possuírem síndrome de dispersão zoocórica, com os frutos apresentando consistência do pericarpo carnosos, pode estar influenciando os padrões fenológicos encontrados nesta pesquisa. Frutos zoocóricos geralmente amadurecem preferencialmente durante a estação úmida (Smythe 1970, Frankie *et al.* 1974, Opler *et al.* 1980, Lieberman 1982, Morellato 1991) e uma possível explicação a este fato seria que a dispersão de frutos, durante ou pouco antes da estação chuvosa, favorece a sua germinação (Smythe 1970, Frankie *et al.* 1974, van Schaik *et al.* 1993, Justiniano & Fredericksen 2000), uma vez que a maturação dos frutos geralmente coincide com condições adequadas para a dispersão das sementes (Morellato 1991, Morellato & Leitão-Filho 1996, Penhalber & Mantovani 1997, Griz & Machado 2001, Mikich & Silva 2001). A disponibilidade temporal de recursos é comumente apontada por influenciar o comportamento dos frugívoros (Develey & Peres 2000) e esta mudança no comportamento, principalmente nas aves, pode ser uma pressão seletiva importante na produção de frutos (French 1992).

Sazonalidade e espécies vegetais utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni*

Algumas espécies utilizadas na dieta de *A. bokermanni*, quando analisadas individualmente, como *Hieronyma alchorneoides* (Phyllanthaceae) e *Heliconia psittacorum* (Heliconiaceae) apresentaram correlações opostas às das análises ao nível da comunidade entre os padrões fenológicos de floração e de frutificação e a precipitação. O fato destas plantas estarem presentes em regiões alagadas, não submetidas ao déficit hídrico, pode também estar influenciando estas respostas fenológicas diferenciadas. O que pode estar ocorrendo também é que a sensibilidade aos fatores ambientais varia de acordo com a espécie, concordando com resultados encontrados por Bulhão & Figueiredo (2002). Estas autoras, ao estudarem leguminosas arbóreas em áreas de Cerrado, observaram que os períodos de floração e frutificação variam entre espécies de uma mesma família ou até entre elas. Desta forma, apesar de submetidas às mesmas condições ambientais, as espécies podem responder de forma diferenciada e desenvolver padrões fenológicos distintos.

Algumas espécies vegetais analisadas individualmente no presente estudo também já haviam sido estudadas quanto aos padrões fenológicos em outras áreas (Barros 1992, Melo & Machado 1996, Arista *et al.* 1997, Teixeira & Machado 2000, Funch *et al.* 2002). A floração de *Hirtella glandulosa* neste estudo ocorreu durante a estação seca, concordando com os resultados obtidos por Arista *et al.* (1997), em uma floresta de galeria do sudeste do Brasil. Houve uma pequena diferença de estratégia de floração entre os dois eventos fenológicos no

presente estudo, pois no primeiro ano, a espécie apresentou estratégia com duração longa e, no segundo evento fenológico apresentou duração intermediária. Funch *et al.* (2002) obtiveram resultados semelhantes em uma floresta de galeria na Chapada Diamantina, na Bahia, quando esta mesma espécie exibiu estratégia de floração contínua em um ano de escassez de chuvas, e anual, nos anos seguintes que apresentavam índices pluviométricos mais próximos à média histórica, fazendo-os crer que grandes variações climáticas, como diminuição da quantidade de chuvas, interferem nos padrões fenológicos desta espécie. Este fato pode ter ocorrido igualmente com *Hirtella glandulosa*, uma vez que os níveis de precipitação do primeiro ano do estudo foram inferiores ao do segundo ano de observações.

Os representantes das Melastomataceae apresentaram sobreposição na disponibilidade de frutos maduros, diferindo dos resultados encontrados por Poulin *et al.* (1999), ao observarem segregação temporal de seus recursos em espécies simpátricas pertencentes a esta família. Apesar de não ter sido observada segregação temporal nas Melastomataceae no atual estudo, os picos de frutificação não coincidiram, o que pode ser um fator que as diferencia quanto à atratividade pelos frugívoros, diminuindo a competição pelos recursos, visto que a segregação temporal na época de frutificação das espécies zoocóricas pode estar também relacionada à competição por dispersores (Morellato 1991).

A duração dos eventos floração e frutificação em *Henriettea succosa* foi similar aos analisados por Melo & Machado (1996), em fragmento de floresta Atlântica de Pernambuco e a floração e frutificação aconteceram igualmente nas estações seca e chuvosa desta localidade, respectivamente. Nesta mesma área, Teixeira & Machado (2000) encontraram padrões de floração para *Byrsonima sericea* semelhantes aos obtidos na presente pesquisa, e apesar de terem apresentado menor duração, a produção de flores coincidiu com a época mais seca, concordando igualmente com os resultados obtidos anteriormente por Barros (1992) ao estudar a floração de seis espécies simpátricas deste gênero, no Brasil Central.

Nas espécies dióicas, os indivíduos pistilados apresentaram floração com duração semelhante (*Simarouba amara*) ou inferior aos indivíduos estaminados (*Hieronyma alchorneoides* e *Cecropia pachystachya*). A floração mais precoce e prolongada para o sexo masculino também foi observada em duas outras espécies dióicas, *Ocotea spixiana* (Nees) Mez (Lauraceae) e *Diospiros sericea* DC. (Ebenaceae), em um cerradão do Brasil Central (Fernandes-Bulhão 2002). Segundo Aronne & Wilcock (1995) plantas masculinas florescem precocemente para atraírem mais polinizadores e, desta forma, promoverem fluxo direcional de pólen dos indivíduos masculinos para os femininos (Richards 1986), aumentando assim, o sucesso reprodutivo da população (Piratelli *et al.* 1998, Armstrong & Irvine 1989, Lopes &

Machado 1998), o que poderia explicar o padrão encontrado para o presente estudo. De acordo com a teoria da seleção sexual, estas diferenças ocorrem porque o sexo masculino tem seu sucesso reprodutivo determinado pela quantidade de parceiros potenciais, enquanto que o sucesso reprodutivo feminino depende da disponibilidade de recursos para manter a prole (Bateman 1948, Trivers 1972, Janzen 1977).

A produção sequencial de frutos maduros na área de estudo parece estar suprimindo as necessidades energéticas desta ave e corroboram com outros estudos que avaliam a disponibilidade de frutos (Snow 1965, Murcia 1995). Segundo estes autores, a produção constante destes recursos desempenha importante função ecológica onde ocorrem, pois mantém populações sedentárias de frugívoros que também podem atuar como dispersoras de sementes.

O fato de *Hieronyma alchorneoides* (Phyllanthaceae) ter apresentado produção de frutos maduros no período de escassez de outros recursos frutíferos na região, caracterizando-se como uma espécie-chave, demonstrou a sua importância na manutenção da fauna associada, incluindo *A. bokermanni*, devendo portanto, ser incluída em planos de reflorestamento de áreas degradadas de ocorrência desta ave. A localização desta espécie em áreas alagadas (Lorenzi 2008) pode estar influenciando o padrão fenológico episódico encontrado, pois segundo Marco & Paéz (2002) condições hídricas favoráveis são necessárias à produção e desenvolvimento de frutos carnosos. Nos trópicos comumente são reportadas como espécies-chave representantes de Mestomataceae (Galetti & Stotz 1996, Manhães *et al.* 2003), Arecaceae (Terborgh 1986, Peres 1994, Voeks 2002, Peres 2000, Silvius 2002) e plantas do gênero *Ficus* (Terborgh 1986, Windsor *et al.* 1989, Lambert & Marshall 1991, Bleher *et al.* 2003), mas não há publicações incluindo representantes de Phyllanthaceae.

Whright (1991), ao estudar quatro espécies de *Psychotria* sugeriu que os seus padrões fenológicos estariam sendo influenciados por fatores endógenos, o que poderia explicar os padrões fenológicos encontrados em *Psychotria colorata*, já que esta não apresentou padrões de floração e frutificação longos. Embora em florestas tropicais observe-se que os eventos fenológicos das espécies vegetais geralmente são sazonais, e aumentam à medida que as florestas estão mais sujeitas a uma forte estacionalidade climática (Williams-Linera & Meave 2002), os padrões fenológicos podem estar submetidos a vários fatores internos que podem também caracterizá-los (fatores endógenos), estando associados ou não às características filogenéticas (Wright & Calderón 1995).

Desta forma, o conhecimento dos padrões fenológicos que se assemelham aos encontrados nesta pesquisa pode ser utilizado para o planejamento para produção de mudas destas espécies em programas de recuperação das áreas de ocorrência desta ave.

Período Reprodutivo, frutificação e precipitação

A maior oferta de frutos tanto imaturos quanto maduros coincidiu com a estação reprodutiva de *A. bokermanni* corroborando com a hipótese de Lack (1954) de que a disponibilidade de recursos determina a época reprodutiva das aves, resultado igualmente encontrado por Perrins (1970). A época de maior disponibilidade dos recursos alimentares para animais frugívoros varia de acordo com a região, sendo bastante comum coincidir tanto com os picos de chuva quanto com o período reprodutivo dos animais (Boag & Grant 1984, Goldizen *et al.* 1988). Perrins (1970) ao estudar aves européias, observou que a postura dos ovos é sincronizada para coincidir o nascimento dos filhotes com a época de abundância de frutos de uma espécie vegetal considerada importante na dieta destes animais e, indivíduos que nasciam muito antes ou muito depois, apresentavam taxas de mortalidade superiores.

Antilophia bokermanni precisa de pelo menos três semanas após o seu nascimento, para começar a adquirir o seu próprio alimento de forma independente (Aquasis 2006, Girão *et al.* em preparação). A incubação e a criação dos filhotes são fases do ciclo reprodutivo das fêmeas que requerem grandes demandas energéticas, podendo ser fatais para o desenvolvimento dos filhotes se forem realizadas em época desfavorável (Stutchbury & Morton 2001). Esta característica é especialmente importante para aves que necessitam de cuidado parental e dependem de provisões dos pais (Stutchbury & Morton 2001), como é o caso de *A. bokermanni*. O ciclo reprodutivo das aves pode apresentar-se de forma regular, mesmo em regiões próximas ao equador (Stutchbury & Morton 2001) e geralmente coincidem com o período de maior abundância de recurso na região (Levey & Stiles 1994), corroborando com os resultados encontrados neste estudo.

Em resumo, o conhecimento a respeito dos padrões fenológicos das espécies vegetais utilizadas na dieta de *A. bokermanni* possibilita obter a disponibilidade temporal dos recursos frutíferos utilizados por esta ave, inclusive durante a época reprodutiva, de grande demanda energética e revelam quais frutos suprem as suas necessidades em períodos mais críticos. Desta forma, tais informações são primordiais à execução de práticas de manejo e conservação, pois permitem o conhecimento da época ideal para coleta de sementes e podem

ser utilizadas em programas de reflorestamento com a finalidade de recuperar e/ou enriquecer áreas de ocorrência de *A. bokermanni*, visto que a destruição do habitat é a sua maior ameaça.

AGRADECIMENTOS

Às agências de fomento (FUNCAP e CNPq) pela bolsa concedida à primeira autora, aos proprietários da área de pesquisa (Dr. Marco Bosia e Paulo Levy) pela permissão para o estudo e aos botânicos que, gentilmente, auxiliaram na identificação das espécies vegetais: Dr. Marcondes Oliveira (UNIVASF), Dra. Fátima Lucena (UFPE), Msc. João Batista Oliveira (UFPE), Dr. Piero Del Petre (UFG), Dra. Roxana Barreto (UFPE), Dra. Ângela Martins (Unicamp), Dr. Elnatan Souza (UVA-Sobral), Dr. Marcos Sobral (UFMG). Ao Leonhard Krause pela elaboração do diagrama climático. Ao Weber Girão pela confecção dos mapas. À MSc. Ana Carolina Borges (UFRPE), ao MSc. Gilmar Farias (UFPE-CAV), à Dra. Ariadna Valentina (UFPE), à Dra. Sônia Aline Roda, ao Dr. André Maurício Melo Santos (UFPE-CAV), à Dra. Lígia Funch (UEFS) e à Dra. Ana Virgínia Leite (UFRPE) pela revisão do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIZEN, M. A., AND P. FEINSINGER. 1994. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology*. 75: 330-351.
- ALENCAR, J. C. 1990. Interpretação fenológica de espécies lenhosas de campina na Reserva Biológica de campina no INPA ao norte de Manaus. *Acta Amazon*. 20: 145-183.
- ALENCAR, J. C., R. A. ALMEIDA, AND N. P. FERNANDES. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazon*. 9: 163-198.
- APG-Angiosperm Phylogeny Group II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.* 141: 399-436.
- AQUASIS-Associação de Pesquisa e Conservação dos Ecossistemas Aquáticos. 2006. Plano de conservação do soldadinho-do-araripe (*Antilophia bokermanni*). Disponível em: [http://www.aquasis.org/adm/arquivos/Plano_de_Conservação.pdf]
- ARAUJO, V. C. 1970. Fenologia de essências florestais amazônicas I. *Bol. Inst. Pesq. Amazon*. 4: 1-25.

- ARISTA, M., P. E. OLIVEIRA, P. E. GIBBS, AND S. TALAVERA. 1997. Pollination and breeding system of two co-occurring *Hirtella* species (Chrysobalanaceae) in Central Brazil. *Bot. Acta*. 110: 496-502.
- ARMSTRONG, J. E., AND IRVINE, A. K. 1989. Flowering, sex ratios, pollen-ovule ratios, fruit set, and reproductive effort of a dioecious tree, *Myristica insipida* R. Br. (Myristicaceae), in two different rain forest communities. *Amer. J. Bot.* 76: 74-85.
- ARONNE, G., AND WILCOCK, C. C. 1995. Reproductive lability in pre-dispersal biology of *Rhamnus alaternus* L. (Rhamnaceae). *Protoplasma*. 187:49-59.
- AUGSPURGER, C. K. 1982. A cue for synchronus flowering. In E. G. Leigh Jr, A. S. Rand, and D. M. Windsor (eds.) *The ecology of a tropical Forest*, pp. 133-150. Smithsonian Institution Press, Washington.
- AYRES, M., M. AYRES JR., D. L. AYRES, AND A. S. dos SANTOS. 2003. *BioEstat 3.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Belém: Sociedade Civil Mamirauá e Brasília: MCT-CNPq/ Conservation International, Belém.
- BARROS, M. A. G. E. 1992. Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* Rich (Malpighiaceae). *Rev. Bras. Biol.* 52: 343-353.
- BATEMAN, A.K. 1948. Intrasexual selection in *Drosophila*. *Heredity*. 2:349-369.
- BAWA, K. S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 21: 399-422.
- BENCKE, C. S. C., AND L. P. C. MORELLATO. 2002a. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revta brasil. Bot.* 25: 269-275.
- BENCKE, C. S. C., AND L. P. C. MORELLATO. 2002b. Estudo comparativo de fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revta brasil. Bot.* 25: 237-248.
- BLEHER, B, C. J. POTGIETER, D. N. JOHNSON, AND K. BÖHNING-GAESE. 2003. The importance of figs for frugivores in a South African coastal forest. *J. Trop. Ecol.* 19: 375-386.
- BOAG, P. R., AND P. R. GRANT. 1984. Darwin's Finches (*Geospiza*) on Isla Daphne Major, Galapagos: breeding and feeding in a climatically variable environment. *Ecol. Monogr.* 54: 463-489.
- BORCHERT, R. 1983. Phenology and control of flowering in tropical trees. *Biotropica*. 15: 81-89.

- BORCHET, R. 1980. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. Ecology. 1065-1074.
- BULHÃO, C. F., AND P. S. FIGUEIREDO. 2002. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. Rev. bras. bot. 25: 361-369.
- BULLOCK, S. H. AND J. A. SOLIS-MAGALLANES. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. Biotropica. 22: 22-35.
- CARMO, M. R. B., AND P. MORELLATO. 2000. Fenologia de árvores e arbustos das matas ciliares da bacia do rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil. In R. R. Rodrigues, and H. Leitão-Filho (eds.). Matas ciliares, conservação e recuperação, pp. 125-141. Editora Edusp, São Paulo.
- COELHO, G. & W. SILVA. 1998. A new species of *Antilophia* (Passeriformes: Pipridae) from Chapada do Araripe, Ceará, Brazil. Ararajuba. 6: 81-84.
- CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL, FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, SEMAD/INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS-MG. 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Brasília: Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA). 40p.
- COSTA, I. R., F. S. ARAÚJO, AND L. W. LIMA-VERDE. 2004. Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de Cerrado na Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. Acta Botanica Brasilica. 18(4): 759-770.
- CROAT, T. B. 1975. Phenological behavior of habit and habitat classes in Barro Colorado Island (Panama Canal Zone). Biotropica. 7: 270-277.
- DAUBENMIRE, R. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous Forest in North-western Costa Rica. J.Ecol. 60: 147-170.
- DEVELEY, P. E., AND C. PERES. 2000. Resources seasonability and the structure of mixed species bird flock in a coastal Atlantic Forest of southeastern. Brazilian J. Trop. Ecol. 16: 33-53.
- DNPM-Departamento Nacional de Produção Mineral. 1996. Projeto Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe. Recife: Departamento Nacional de Produção Mineral.
- DURIGAN, G. 1991. Análise comparativa do modo de dispersão das sementes das espécies de cerradão e de mata ciliar no município de Assis/SP. In Simpósio brasileiro de tecnologia de sementes florestais. SMA/Instituto Florestal, SP. p. 278.

- FERNANDES-BULHÃO, C. 2002. Padrões fenológicos de espécies arbóreas do cerrado distrófico na Reserva Ecológica da Embrapa Cerrados, Planaltina, D.F. MSc Dissertation. Universidade de Brasília, Brasília.
- FERRAZ, D. K., R. ARTES, W. MANTOVANI, AND L. M. MAGALHÃES. 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Rev. Bras. Biol.* 59: 305-317.
- FIGLIOLA, M. B., AND KAGEYAMA, P. Y. (1995). Ecofisiologia de sementes de *Inga uruguensis* Hook. Rt Arn. em condições de laboratório. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo. 7: 91-99.
- FIGUEIREDO, M. A. 1997. Unidades Fitoecológicas. *In* Atlas do Ceará. Ed. IPLACE, Fortaleza.
- FOSTER, R. B. 1982. The seasonal rhythm of fruitfall on Barro Colorado Island. *In* E. G. Leigh, E. G., A. S. Rand, and D. M. Windsor. *The ecology of a tropical forest*, pp. 151-172. Washington: Smithsonian Institution Press.
- FOURNIER, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba*. 24: 422-423.
- FOURNIER, L. A., AND S. SALLAS. 1966. Algunas observaciones sobre La dinámica de La floracion em El bosque humedo de Villa Collon. *Rev. Biol. Trop.* 14: 75-85.
- FRANKIE, G. W., H. BAKER, AND P. A. OPLER. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry Forest sites of Costa Rica. *J. Ecol.* 62: 881-913.
- FRENCH, K. 1992. Phenology of fleshy fruits in a wet sclerophyle Forest in southeastern Australia: are birds na important influence? *Oecologia*. 90: 366-373.
- FUNCEME-Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em <www.funceme.br>, acessado em dezembro de 2008.
- FUNCH, L. S., R FUNCH, AND G. M. BARROSO. 2002. Phenology of gallery and montane Forest in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Biotropica*. 34: 40-50.
- GALETTI, M. AND C. A. PERES .1993. Plantas-chave em Florestas Tropicais. *Ciência Hoje*. 16: 57-58.
- GALETTI, M., AND A. ALEIXO. 1998. Effects on the harvesting of a keystone palm on frugivores in the Atlantic Forest of Brazil. *J. Appl. Ecol.* 34: 289-293.
- GALETTI, M., AND D. STOTZ. 1996. *Miconia hypoleuca* (Melastomataceae) como espécie-chave para aves frugívoras no sudeste do Brasil. *Rev. Brasil. Biol.* 56: 435-439.
- GALETTI, M., AND F. PEDRONI. 1994. Seasonal diet of capuchin monkeys (*Cebus apella*) in a semideciduous forest in south-east Brazil. *J. Trop. Ecol.* 10: 27-39.

- GALETTI, M., AND J. C. FERNANDEZ. 1998. Palm harvesting in the Brazilian Atlantic Forest: changes in industry and the illegal trade. *J. Appl. Ecol.* 34: 294-301.
- GALETTI, M., M. A. PIZO, AND P. C. MORELLATO. 2003. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. *In* L. Cullen Jr.; R. Rudran, and C. Valladares-Padua (Orgs). *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*, pp. 395-422, Editora UFPR, Paraná.
- GAUTIER-HION, A., J. M. DUPLANTIER, F. FEER, C. SOURD, J. P. DECOUX, G. DUBOST, L. EMMONS, C. ERARD, P. HECKETSWEILER, A. MOUNGAZI, C. ROUSSILHON, AND J. M. THIOLLAY. 1985. Fruit characteristics as basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. *Oecologia*. 65: 324-337.
- GIRÃO, W., AND A. SOUTO. 2005. Breeding period of Araripe Manakin *Antilophia bokermanni* inferred from vocalization activity. *Cotinga*. 24: 35-37.
- GIRÃO, W., P. RÊGO, C. ALBANO, P. THIERES & A. CAMPOS. Reproductive biology, population census and range of the Araripe Manakin *Antilophia bokermanni*, Chapada do Araripe, Brazil (em preparação).
- GOLDIZEN, A. W., J. TERBORGH, F. CORNEJO, D. T. PORRAS, AND R. EVANS. 1988. Seasonal food shortage, weight loss, and the timing of births in saddle-backed tamarins (*Saguinus fuscicollis*). *J. Anim. Ecol.* 57: 893-901.
- GRIZ, L. M. S., AND MACHADO, I. C. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal. *J. Trop. Ecol.* 17: 303-321.
- HILTY, S. T. 1980. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain Forest in pacific Colombia. *Biotropica*. 12: 292-306.
- HIRCHFELD, E. (ed.) 2009. Rare birds yearbook 2009. The world's 189 most threatened birds. BirdLife International: Cambridge. 274 p.
- HOLDRIGE, L. R. 1947. Determination of world plant formation from simple climatic data. *Science*. 105: 367-368.
- HOWE, H. F., AND J. SMALLWOOD. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 13: 201-228.
- IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.redlist.org>. Disponível em dezembro 2008.
- JANSON, C. H. 1983. Adaptation of fruit morphology to dispersal agents in a neotropical forest. *Science*. 219: 187-189.

- JANZEN, D. H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution*. 21: 620-37.
- JANZEN, D.H. 1977. A note on optimal mate selection by plants. *The American Naturalist*. 111:365-371.
- JORDANO, P., GALETTI, M. & SILVA, W. R. (2006). Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. Pp. 411-436. *In* Duarte, C. F., Bergallo, H. G., dos Santos, M. A. & V., A. E. (eds.). *Biologia da conservação: essências*. Editora Rima, São Paulo, Brasil.
- JUSTINIANO, M. J., AND FREDERICKSEN, T. S. 2000. Phenology of tree species in bolivian Dry Forests. *Biotropica*. 32: 276-281.
- KEARNS, C. A., AND D. W. INOUE. 1997. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. Much remains to be learned about pollinators and plants. *Bioscience*. 47: 297-307.
- KNOWLES, O. H., AND J. A. PARROTA. 1997. Phenological observations and tree seed characteristics in na equatorial moist Forest at Trombetas, Para State, Brazil. *In* H. Lieth and M. D. Schwartz (eds.) *Phenology in Seasonal Climates*, pp. 67-84. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- LACK, D. 1954. *The natural regulation of animal numbers*. Clarendon Press, Oxford.
- LAMBERT, F. R., AND A. G. MARSHALL. 1991. Keystone characteristics of bird dispersed *Ficus* in a Malaysian lowland rain forest. *J. Ecol.* 79: 793-809.
- LEIGHTON, M., AND D. R. LEIGHTON. 1983. Vertebrate responses to fruiting seasonality within a Bornean rainforest. *In* S. L. Sutton, T. C. Whitemore, and A. C. Chadwick (eds.). *Tropical rainforests: ecology and management*, pp. 181-209. Blackwell, Oxford.
- LEVEY, D. J., AND F. G. STILES. 1994. Birds: ecology, behavior and taxonomic affinities. *In* A. McDade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide, and Hartshorn (eds.). *La Selva: Ecology and natural history of tropical rain forest*, pp. 217-228. Chicago University Press, Chicago.
- LEVEY, D. J., T. C. MOERMOND, AND J. S. DENSLOW. 1994. Frugivory: an overview. *In* A. McDade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide, and Hartshorn (eds.). *La Selva: Ecology and natural history of a tropical rain forest*, pp. 282-294. Chicago University Press, Chicago.
- LIEBERMAN, D. 1982. Seasonality and phenology in a dry tropical Forest in Ghana. *J. Ecol.* 70: 791-806.

- LINHARES, K. V., MACHADO, I. C., ARAÚJO, F. S. AND OLIVEIRA, M. 2008. Flora arbórea da floresta de encosta nordeste da Chapada do Araripe, CE. 59º Congresso Nacional de Botânica, Natal, Rio Grande do Norte.
- LOPES, A. V. & MACHADO, I. C. 1998. Floral biology and reproductive ecology of *Clusia nemerosa* (Clusiaceae) in Northeastern Brazil. *Plant Systematic and Evolution*. 213: 71-90.
- LORENZI, H. 2008. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol.1, 5ª Ed., Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.
- MACHADO, I. C. S.; L. M. BARROS, AND E. V. S. SAMPAIO. 1997. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica*. 29(1): 57-68.
- MANHÃES, M. A., L. C. DE S. ASSIS, AND R. M. de CASTRO. 2003. Frugivoria e dispersão de sementes de *Miconia urophylla* (Melastomataceae) por aves em um fragmento de Mata Atlântica secundária em Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. *Ararajuba*. 11: 173-180.
- MARCO, D. E., AND S. A. PAÉZ. 2002. Phenology and phylogeny of animal-dispersed plants in a dry Chaco Forest (Argentina). *J. Arid. Environ*. 52: 1-16.
- MARINI, M. Â. 1992. Foraging behavior and diet of the Helmeted Manakin. *Condor*. 94: 151-158.
- MELO, G. F. A., AND I. C. MACHADO. 1996. Biologia da reprodução de *Henriettea succosa* DC. (Melastomataceae). *Rev. Brasil. Biol*. 56: 383-389.
- MIKICH, S. B., AND S. M. SILVA. 2001. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. *Acta bot. bras*. 15: 89-113.
- MIRANDA, L. S. 1995. Fenologia do estrato arbóreo de uma comunidade de cerrado em Alter-do-chão, PA. *Rev. bras. bot*. 18: 235-241.
- MMA-Ministério do Meio Ambiente. 2003. Instrução Normativa nº 3 de 27 de maio de 2003. Lista das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, Seção 1101:88-97.
- MORELLATO, L. P. C. 1991. Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. PhD Dissertation, Universidade de Campinas, Campinas, São Paulo.
- MORELLATO, L. P. C. 1992. Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais de uma área florestal no sudeste do Brasil. In L. P. C. Morellato (Org.). *História natural da Serra*

- do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil, pp. 111-138. UNICAMP, Campinas.
- MORELLATO, L. P. C. 2003. South America. In M. D. Schwartz (ed.) Phenology: an integrative environmental science, pp: 75-92. Kluwer Academic Press, Netherlands.
- MORELLATO, L. P. C., AND H. F. LEITÃO FILHO. 1992. Padrão de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In L. P. C. Morellato (Org.). História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil, pp. 98-110. UNICAMP, Campinas.
- MORELLATO, L. P. C., AND H. F. LEITÃO-FILHO. 1996. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. *Biotropica*. 28: 180-191.
- MORELLATO, L. P. C., D. C. TALORA, TAKAHASI A., C. S. C. BENCKE, E. ROMERA, AND V. ZIPARRO. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: a comparative study. *Biotropica*. 32: 811-823.
- MORELLATO, L. P. C., R. R. RODRIGUES, H. F. LEITÃO-FILHO, AND C. A. JOLY. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Revista bras. Bot.* 12:85-98.
- MORELLATO, L.P.C., AND H. F. LEITÃO-FILHO. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Rev. bras. bot.* 50:163-173.
- MURALI, K. S., AND R. SUKUMAR. 1994. Reproductive phenology of a tropical dry Forest in Mudumalai, Southern India. *J. Ecol.* 82: 759-767.
- MURCIA, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: application for conservation. *Trends Ecol. Evol.* 10: 58-62.
- NEWSTROM, L. E., G. W. FRANKIE, AND H. G. BAKER. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*. 26: 141-159.
- OPLER, P. A., FRANKIE, G. W. & BAKER, H.G. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *J. Biog.* 3: 231-236.
- OPLER, P. A., G. W. FRANKIE, AND H. G. BAKER. 1980. Comparative phenological studies of treelet and shrubs species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *J. Ecol.* 68: 167-188.
- PENHALBER, E. F., AND W. MANTOVANI. 1997. Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, SP. *Revista bras. Bot.* 20: 205-220.

- PERES, C. A. 1994. Composition, density, and fruiting phenology of arborescent palms in an amazonian firme forest. *Biotropica*. 26: 285-294.
- PERES, C. A. 2000. Identifying keystone plant resources in tropical forest: the case of gum from *Parkia* pods. *J. Trop. Ecol.* 16: 287-317.
- PERRINS, C. M. 1970. The timing of birds breeding seasons. *Ibis*. 112: 242-255.
- PIJL, L. VAN DER. 1982. Principles of dispersal in higher plants. Springer Verlag, New York, 161 p.
- PINTO, A. M., R. J. RIBEIRO, J. DA C. ALENCAR, AND A. P. BARBOSA. 2005. Fenologia de *Simarouba amara* Aubl. na reserva florestal Adolpho Ducke, AM. *Acta Amazon.* 35: 347-352.
- PIRATELLI, A. J., F. C. M. PIÑA-RODRIGUES, F. B. GANDARA; E. M. G. SANTOS, AND L. G. S. COSTA. 1998. Biologia da polinização de *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC. (Caricaceae) em mata residual do sudeste brasileiro. *Rev. Bras. Biol.* 58: 671-679.
- POULIN, B., G. LEFEBVRE, AND R. McNEIL. 1992. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology*. 73: 2295-2309.
- POULIN, B., S. J. WRIGHT, O. LEFEBVRE. 1999. Interspecific synchrony and asynchrony in the fruiting phenologies of congeneric bird-dispersed plants in Panama. *J. Trop. Ecol.* 15: 213-227.
- PROCTOR, M., P. YEO, AND A. LACK. 1996. The natural history of pollination. Timber Press Portland, Oregon.
- RATHCKE, B. J., AND E. S. JULES. 1993. Habitat fragmentation and plant pollinator interactions. *Curr. Sci.* 65: 273-277.
- RATHCKE, B., AND E. P. LACEY. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 16: 179-214.
- REDFORD, K. H. 1992. The empty forest. *Bioscience*. 42: 412-422.
- REICH, P. B., AND R. BORCHERT. 1982. Phenology and ecophysiology of the the tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). *Ecology*. 63:294-299.
- REICH, P. B., AND R. BORCHERT. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry Forest in the lowlands of Costa Rica. *J. Ecol.* 72:61-74.
- REYS, P., M. GALETTI, L. C. P. MORELLATO, AND E. J. SABINO. 2005. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no Rio Formoso, Mato Grosso do Sul. *Biot. Neot.* 5: 1-10.
- RICHARDS, A. J. 1986. Plant breeding systems. George Allen & Uwnwin, London.

- ROOSMALEN, M. G. M. V. 1985. Fruits of Guiana flora. Utrecht: Institute of Systematic Botany, Utrecht University. 483p.
- SARMIENTO, G., AND M. MONASTERIO. 1983. Life forms and phenology. *In* F. Bourlier (ed.). Tropical Savannas. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 2001. A hectare of Cerrado. II. Flowering and fruiting of thick-stemmed wood species. *Phyton*. 41: 129-158.
- SILVA, J. M. C., AND M. TABARELLI. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature*. 404: 72-74.
- SILVIUS, K. M. 2002. Spatio-temporal patterns of palm endocarp use by three Amazonian Forest mammals: granivory or “grubivory”. *J. Trop. Ecol.* 18: 707-723.
- SMITHE, N. 1970. Relationships between fruiting seasons and seed dispersal methods in a neotropical Forest. *Am. Nat.* 104: 25-35.
- SNOW, D. 1965. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos*. 15: 274-281.
- SNOW, D. W. 1971. Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *Ibis*. 113: 194-202.
- SNOW, D. W. 2004. Family Pipridae (manakins). *In* J. Del Hoyo, A. Elliott, and D. A. Christie (eds.). Handbook of the birds of the world, pp. 110-169. Lynx Edicions, Barcelona.
- SOBREVILA, C. AND M. T. K. ARROYO 1982. Breeding systems in a montane tropical cloud forest in Venezuela. *Pl. Syst. Evol.* 140: 19-37.
- SOKAL, R. R., AND F. G. ROHLF. 1995. Biometry. W. H. Freeman and Company, New York.
- STILES, F. G. 1992. Animal as seed dispersers. *In* M. Fenner (ed.). Seeds: the ecology of regeneration in plant communities., pp. 87-104. CAB International, Wallingford.
- STUTCHBURY, B. J. M., AND E. S. MORTON. 2001. Behavioral ecology of tropical birds. Academic Press: San Diego, California.
- TABARELLI, M. 1998. Dois Irmãos: o desafio da conservação biológica em um fragmento de floresta tropical. *In* I. C. Machado, A. V. Lopes e K. C. Pôrto (eds.). Reserva ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de mata atlântica em uma área urbana (Recife-Pernambuco-Brasil), pp. 311-323. Editora Universitária, UFPE, SECTMA, Recife.
- TAKI, H., AND, P. G. KEVAN. 2007. Does habitat loss affect the communities of plants and insects equally in plant-pollinator interactions? Preliminary findings. *Biodivers. Conserv.* 16: 3147-3161.

- TEIXEIRA, L. A. G., AND I. C MACHADO. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). *Acta Botanica Brasilica*. 14: 347-357.
- TERBORGH, J. 1983. Five new world primates: a study in a comparative ecology. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- TERBORGH, J. 1986. Keystone plant resources in the Tropical Forest. In M. E. Soulé (ed.). *Conservation Biology*, pp. 330-344. Sinauer, Massachusetts.
- TRIVERS, R. L. 1972. Parental investment and sexual selection. In B. Campbell (ed.). *Sexual selection and the descent of man*, pp. 136-179. Aldine, Chicago.
- VAN SCHAIK, C. P., J. W. TERBORGH, AND S. J. WRIGHT. 1993. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 24: 353-377.
- VOEKS, R. A. 2002. Reproductive ecology of the piassava palm (*Attalea funifera*) of Bahia, Brazil. *J. Trop. Ecol.* 18: 121-136.
- WADDINGTON, K. D. 1983. Foraging behavior of pollinators. In L. Real (ed.). *Pollination biology*, pp. 231-235. Academic Press, Orlando.
- WALLACE, R. B., AND R. L. E. PAINTER. 2002. Phenological patterns in a southern Amazonian tropical Forest: implications for sustainable management. *For. Ecol. Manag.* 160: 19-33.
- WHITTAKER, R. H. 1975. *Communities and ecosystems*. 2^a Ed., Collier-Macmillan Ltd., New York.
- WRIGHT, S. J. 1991. Seasonal drought and phenology of understory shrubs in a Tropical moist Forest. *Ecology* 72: 1643-1657.
- WILCOX, B. A., AND D. D. MURPHY. 1985. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. *Am. Nat.* 125: 879-887.
- WILLIAMS-LINERA, G., AND MEAVE, H. 2002. Patrones fenológicos. In M. R. Guariguata, and G. H. Kattan (eds.), pp. 407-431. *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Libro Universitario Regional, Cartago.
- WINDSOR, D. M., D. W. MORISSON, M. A. ESTRIBI, AND B. LEON. 1989. Phenology of fruit and leaf production by "strangler" figs on Barro Colorado Island, Panamá. *Experientia*. 45: 647-653.
- WRIGHT, S. J., AND O. CALDERÓN. 1995. Phylogenetic patterns among tropical flowering phenologies. *J. Ecol.* 83: 937-948.
- WUNDERLE JR., J. 1997. The role of animal seed dispersal in accelerating native Forest regeneration on degraded tropical lands. *For. Ecol. Manag.* 99: 223-235.

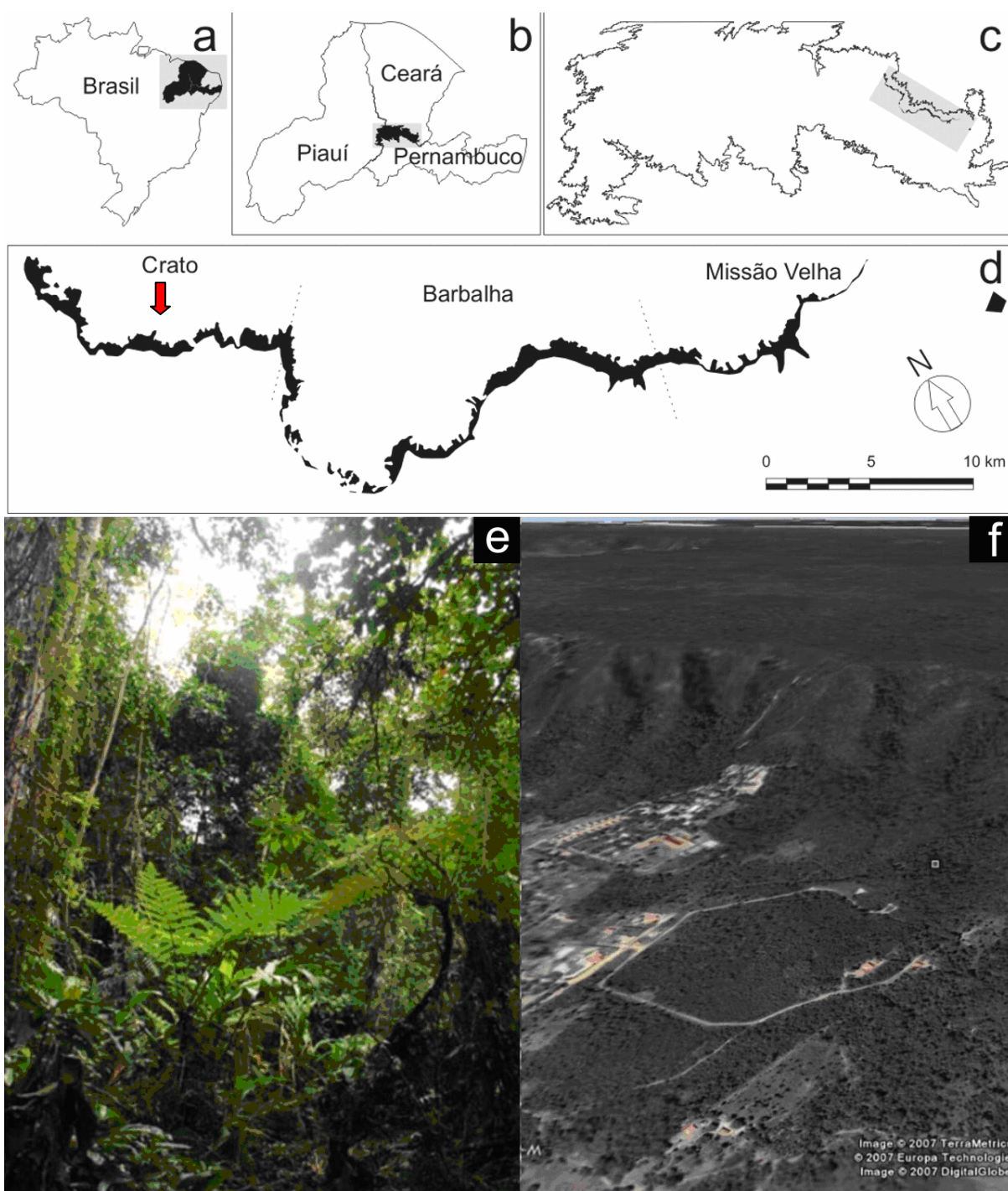


Figura 1: (a) Mapa do Brasil, (b) em detalhe os Estados de Pernambuco, Piauí e Ceará e (c) localização da Chapada do Araripe, com destaque a Floresta Estacional perene, presente apenas na sua vertente Nordeste, no Ceará, (d) nos Municípios do Crato, de Barbalha e de Missão Velha, com a área de estudo indicada pela seta (Mapa: Weber Girão). (e) Imagem da Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil e (f) imagem de satélite da área de estudo (Fonte: Google Earth).

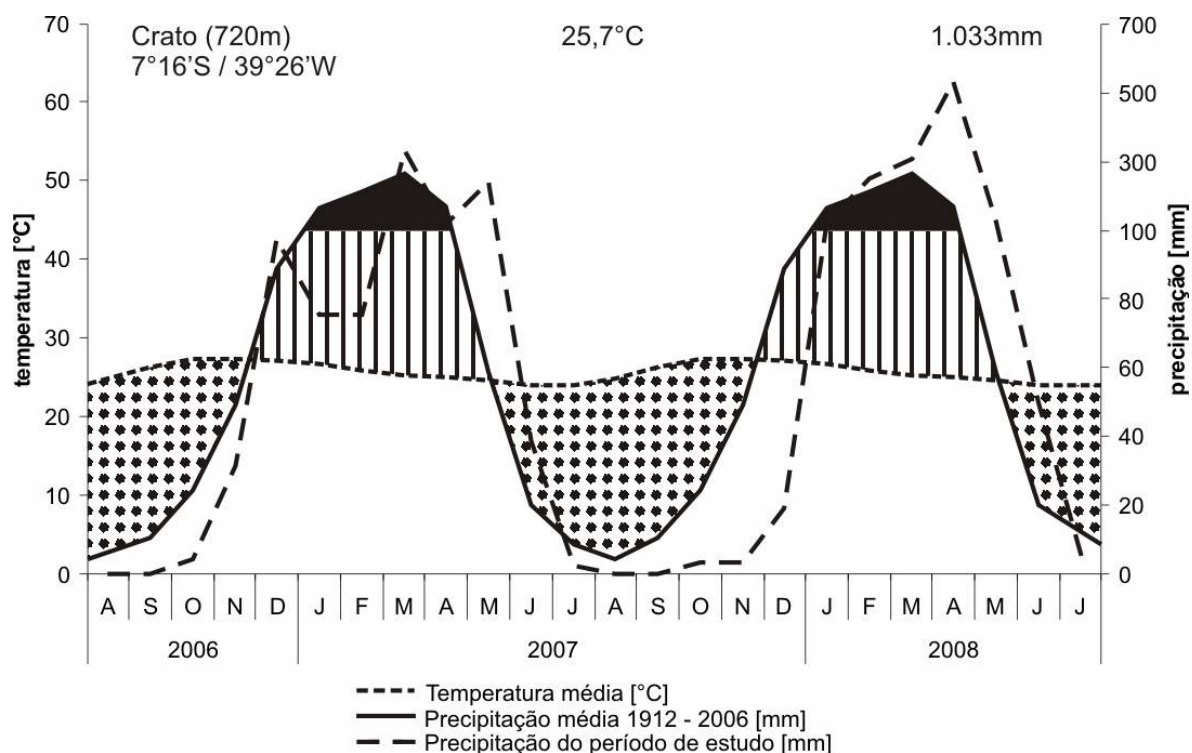


Figura 2: Diagrama climático adaptado de Walter & Lieth (1960), da Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, Ceará. Temperatura média (Fonte: Departamento de Ciências Atmosféricas, UFPB). Precipitação média (1912-2006) e precipitação do período do estudo (agosto/2006-julho/2008) (Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia-Funceme). Zona preta: período superúmido, com precipitação superior à 100 mm, Zona de traços verticais: período úmido, Zona pontilhada: período seco.

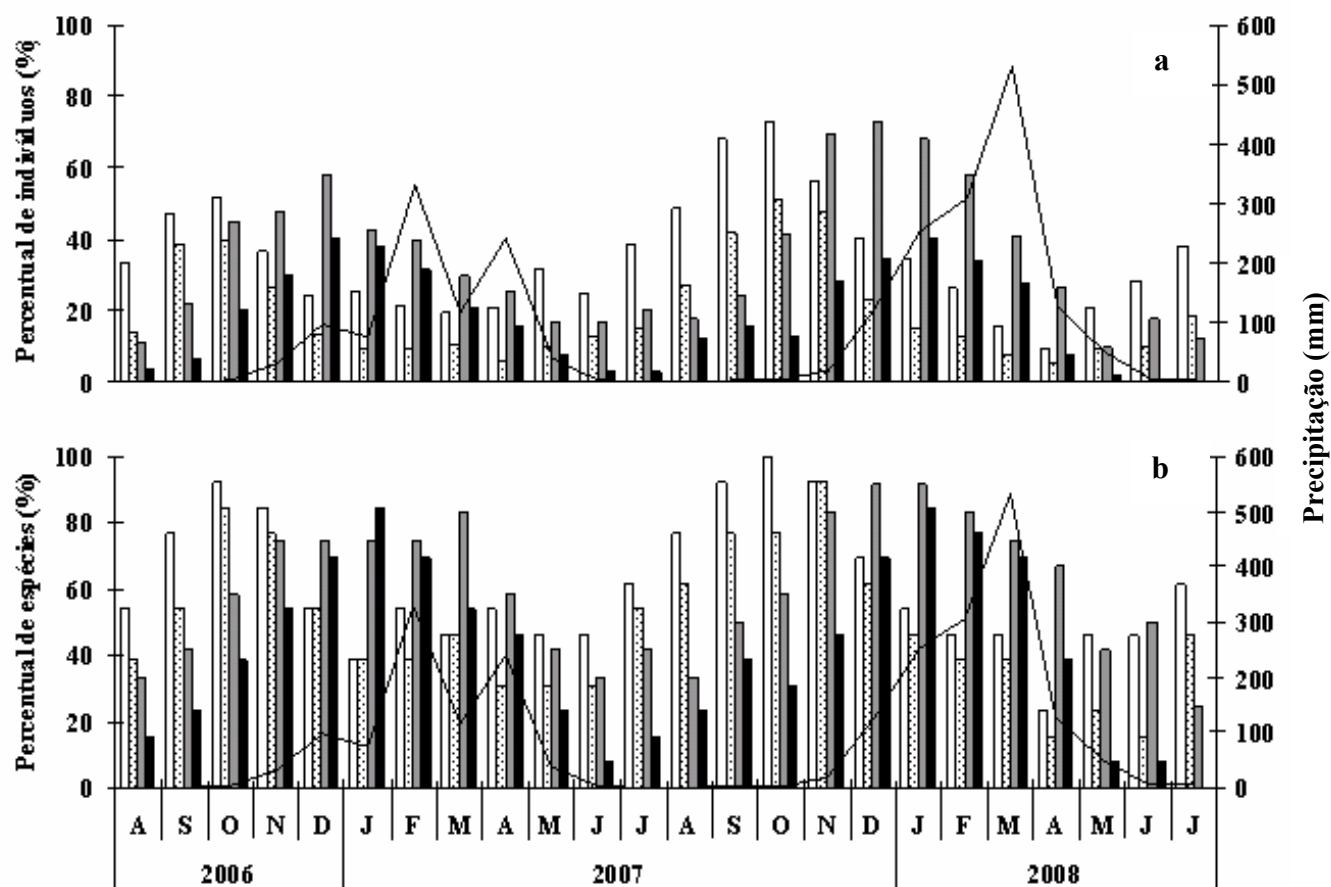


Figura 3: Fenograma do percentual (a) de indivíduos (n=122) e (b) de espécies (n=13) vegetais utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni*, na Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, Ceará. □ Botão, ▤ Flor, ▒ Fruto imaturo, ■ Fruto maduro, — precipitação.

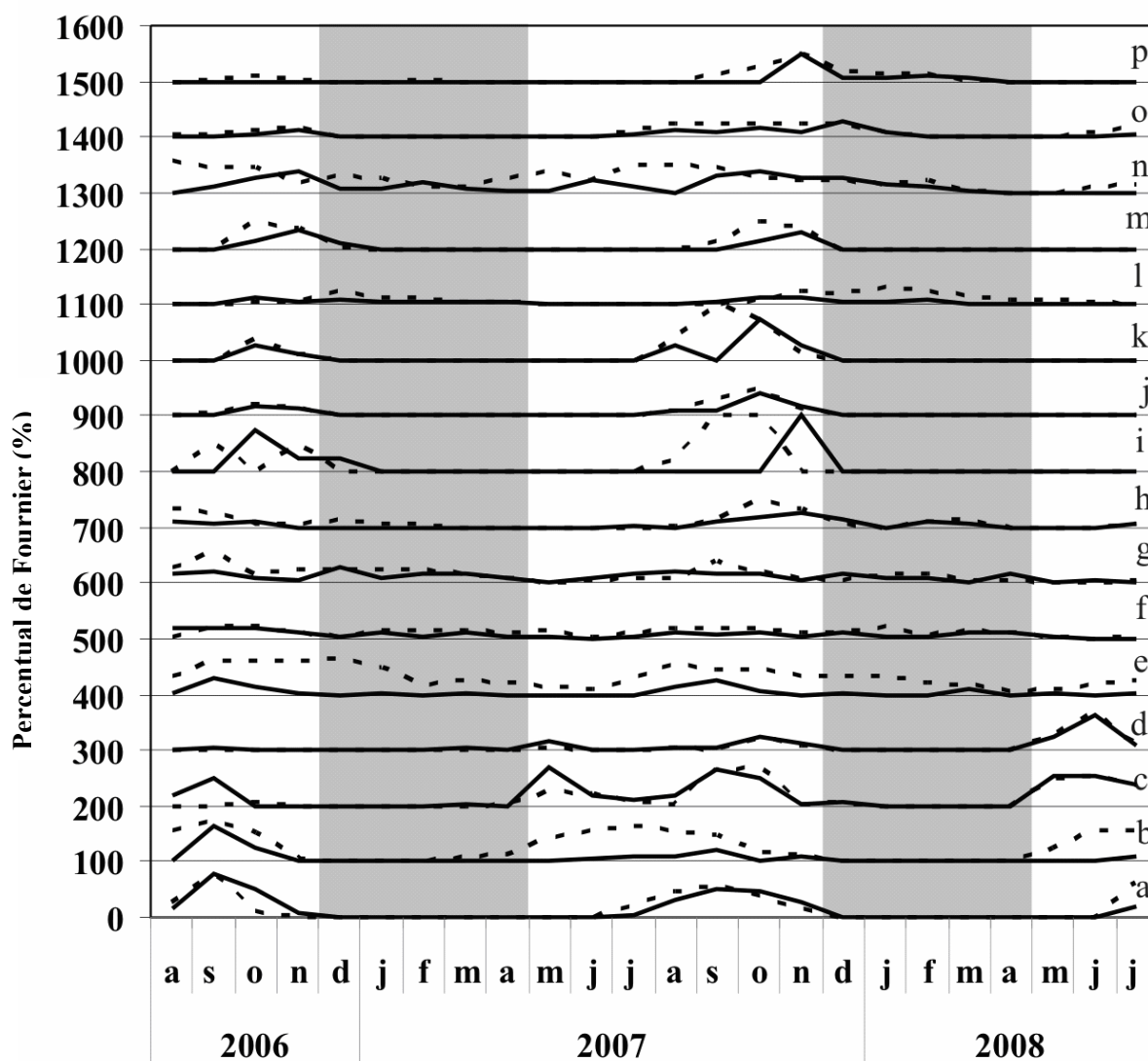


Figura 4: Fenofase floração (··· botão e — flor) das 13 espécies (n=122) utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni* na Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, Ceará, nordeste do Brasil. (a) *Hirtella glandulosa* (n=10); (b) *Miconia ibaguensis* (n=10); c) *Hieronyma alchorneoides* (♂) (n=6); (d) *Hieronyma alchorneoides* (♀) (n=7); (e) *Miconia chamissois* (n=10); (f) *Clidemia biserrata* (n=10); (g) *Cecropia pachystachya* (♂) (n=5); (h) *Cecropia pachystachya* (♀) (n=5); (i) *Myrcia splendens* (n=1); (j) *Simarouba amara* (♂) (n=2); (k) *Simarouba amara* (♀) (n=6); (l) *Psychotria colorata* (n=10); (m) *Henriettea succosa* (n=10); (n) *Byrsonima sericea* (n=10); (o) *Siparuna guianensis* (n=10); e (p) *Heliconia psittacorum* (n=10). As barras cinzas correspondem à estação chuvosa.

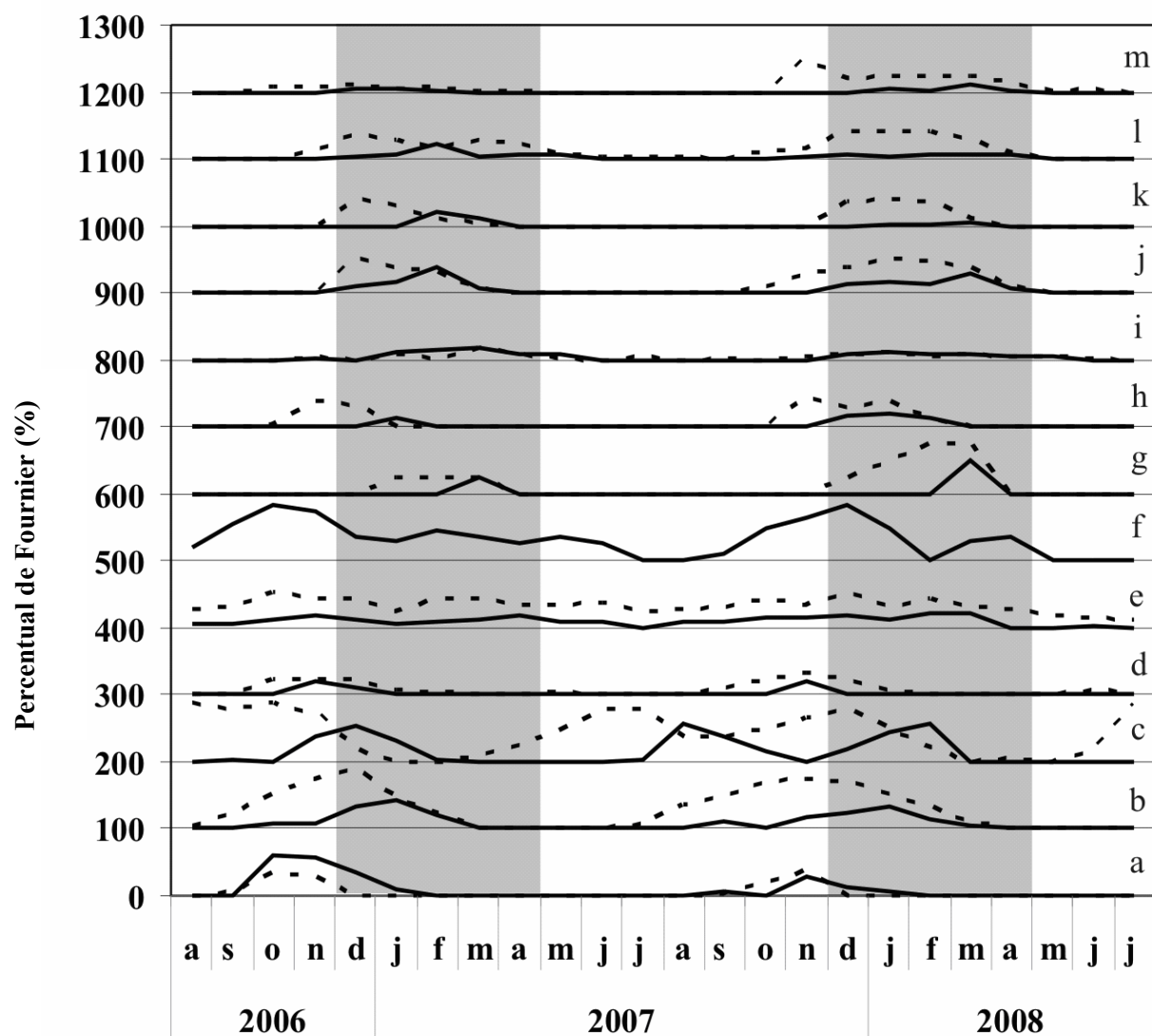


Figura 5: Fenofase frutificação (--- fruto imaturo e — fruto maduro) das 13 espécies pistiladas (n=104-109) utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni* na Floresta Estacional perene Chapada do Araripe, Ceará, nordeste do Brasil. (a) *Hirtella glandulosa* (n=10); (b) *Miconia ibaguensis* (n=10); (c) *Hieronyma alchorneoides* (n=7); (d) *Miconia chamissois* (n=10); (e) *Clidemia biserrata* (n=10); (f) *Cecropia pachystachya* (n=5); (g) *Myrcia splendens* (n=1); (h) *Simarouba amara* (n=6); (i) *Psychotria colorata* (n=10); (j) *Henriettea succosa* (n=10); (k) *Byrsonima sericea* (n=10); (l) *Siparuna guianensis* (n=10) e (m) *Heliconia psittacorum* (n=10). As barras cinzas correspondem à estação chuvosa.



Figura 6: Fenofases botão e flor de algumas espécies utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni*, Chapada do Araripe, Ceará. a) flores de *Miconia ibaguensis*; b) botões de *Miconia chamissois*; c) flores de *Myrcia splendens*; d) flores de *Psychotria colorata*; e) botão de *Henriettea succosa*; f) flor de *Henriettea succosa*; g) botão e flor de *Byrsonima sericea*; h) flor (circuladas) (e fruto imaturo) de *Siparuna guianensis*.



Figura 7: Fenofases fruto imaturo e maduro de algumas espécies utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni*, Chapada do Araripe, Ceará. a) frutos imaturos e maduros (e flores) de *Hirtella glandulosa*; b) frutos imaturos e maduros *Miconia ibaguensis*; c) frutos imaturos e maduros de *Hieronyma alchorneoides*; d) frutos de *Cecropia pachystachya*; e) frutos imaturos de *Simarouba amara*; f) frutos maduros de *Psychotria colorata*; g) frutos imaturos e maduros de *Henriettea succosa*; h) frutos imaturos de *Byrsonima sericea*; i) frutos imaturos de *Siparuna guianensis*.

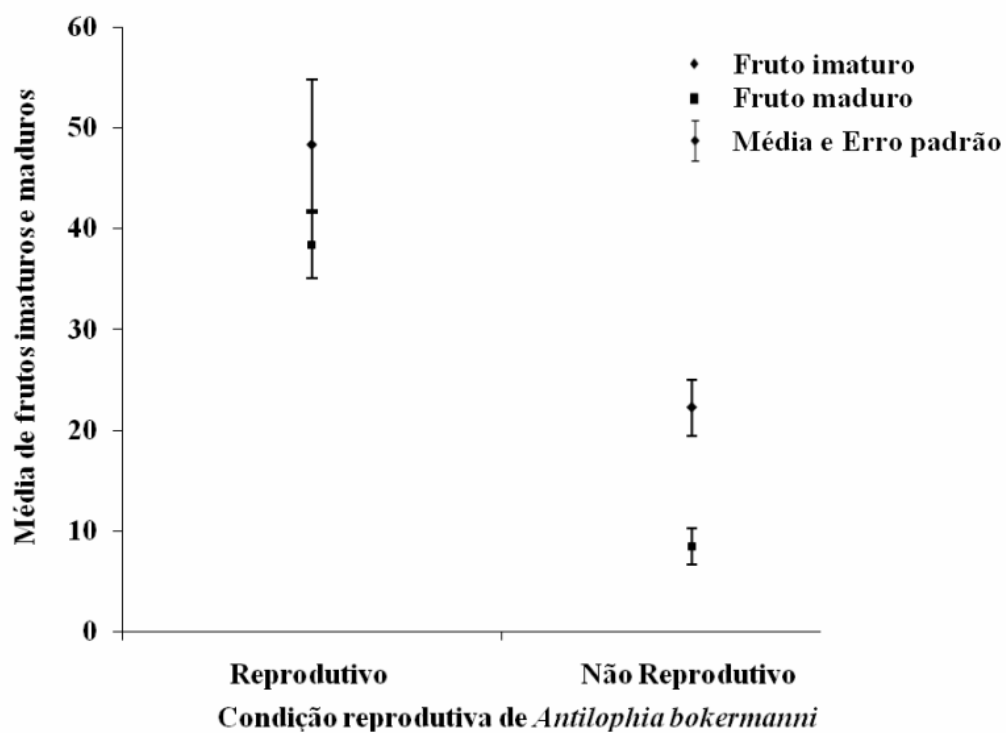


Figura 8: Análise da média de frutos imaturos e maduros em relação à condição reprodutiva de *Antilophia bokermanni*, na Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe ($t=3,7$; $p=0,003$ e $t=8,01$; $p=0,001$, respectivamente).

Tabela 1: Famílias e espécies vegetais utilizadas na dieta de *Antilophia*, assim como o nome popular, hábito e a expressão sexual, na Chapada do Araripe, Ceará.

Família	Espécie	Nome Popular	Hábito	Expressão Sexual
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	Nd	Nd	Nd
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> Blume	Nd	Arbóreo	Monóica
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	Falsa-jangada	Arbóreo	Hermafrodita
Heliconiaceae	<i>Heliconia psittacorum</i> L.	Pacavira	Herbáceo	Hermafrodita
Lauraceae	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	Canela	Arbóreo	Dióica
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Murici	Arbóreo	Hermafrodita
Melastomataceae	<i>Clidemia biserrata</i> DC.	Nd	Subarbustivo	Hermafrodita
	<i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana	Candeeiro-d'água	Arbustivo	Hermafrodita
	<i>Miconia chamissois</i> Naudin	Nd	Arbustivo	Hermafrodita
	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	Umbiretanha	Arbóreo	Hermafrodita
	<i>Miconia</i> sp.	Nd	Arbóreo	Nd
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Nd	Arbóreo	Hermafrodita
	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	Pitanga-braba	Arbóreo	Hermafrodita
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	Pau-caixão, louro-d'água	Arbóreo	Dióica
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	Pimenta-de-mico	Subarbustivo	Nd
Poaceae	<i>Lasiacis ligulata</i> Hitchc. & Chase	Taboquinha ou taquari	Herbáceo	Nd
Rubiaceae	<i>Psychotria colorata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Müll. Arg.	Rosa-da-mata	Arbustivo	Hermafrodita
	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Nd	Herbáceo	Hermafrodita
Santalaceae	<i>Phoradendron</i> sp.	Erva-de-passarinho ou enxerco	Hemiparasita	Nd
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Craíba	Arbóreo	Dióica
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Fedegoso, saboneteira	Arbóreo	Monóica
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Toré	Arbóreo	Dióica

Nd=não determinado.

Tabela 2: Famílias e espécies vegetais da dieta de *Antilophia bokermanni* monitoradas quanto à fenologia (n=13), assim como o número de indivíduos (NI), na Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, CE.

Família	Espécie	NI
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	10
Heliconiaceae	<i>Heliconia psittacorum</i> L.	10
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	10
Melastomataceae	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	10
	<i>Clidemia biserrata</i> DC.	10
	<i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana	10
	<i>Miconia chamissois</i> Naudin	10
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	1
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	♂=6
		♀=7
Rubiaceae	<i>Psychotria colorata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Müll. Arg.	10
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	10
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	♂=2
		♀=6
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	♂=5
		♀=5

Tabela 3: Espécies vegetais utilizadas na dieta de *Antilophia bokermanni* não monitoradas sistematicamente quanto à fenologia reprodutiva e meses de ocorrência de frutos maduros, na Floresta Estacional Perene da Chapada do Araripe, Ceará.

Família	Espécies	2006				2007												2008			
		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> Blume																		X		X
Lauraceae	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.				X																
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.																		X		
Myrtaceae	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.				X																
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.																			X	
Poaceae	<i>Lasiacis ligulata</i> Hitchc. & Chase														X						
Rubiaceae	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.						X														
Santalaceae	<i>Phoradendron</i> sp.	X		X					X		X										

Tabela 4: Sequenciamento dos frutos maduros utilizados na dieta de *Antilophia bokermanni*, na Floresta Estacional perene, Chapada do Araripe, Ceará. ■ Frutos maduros ■ Pico de frutificação □ Estação seca ▨ Estação chuvosa.

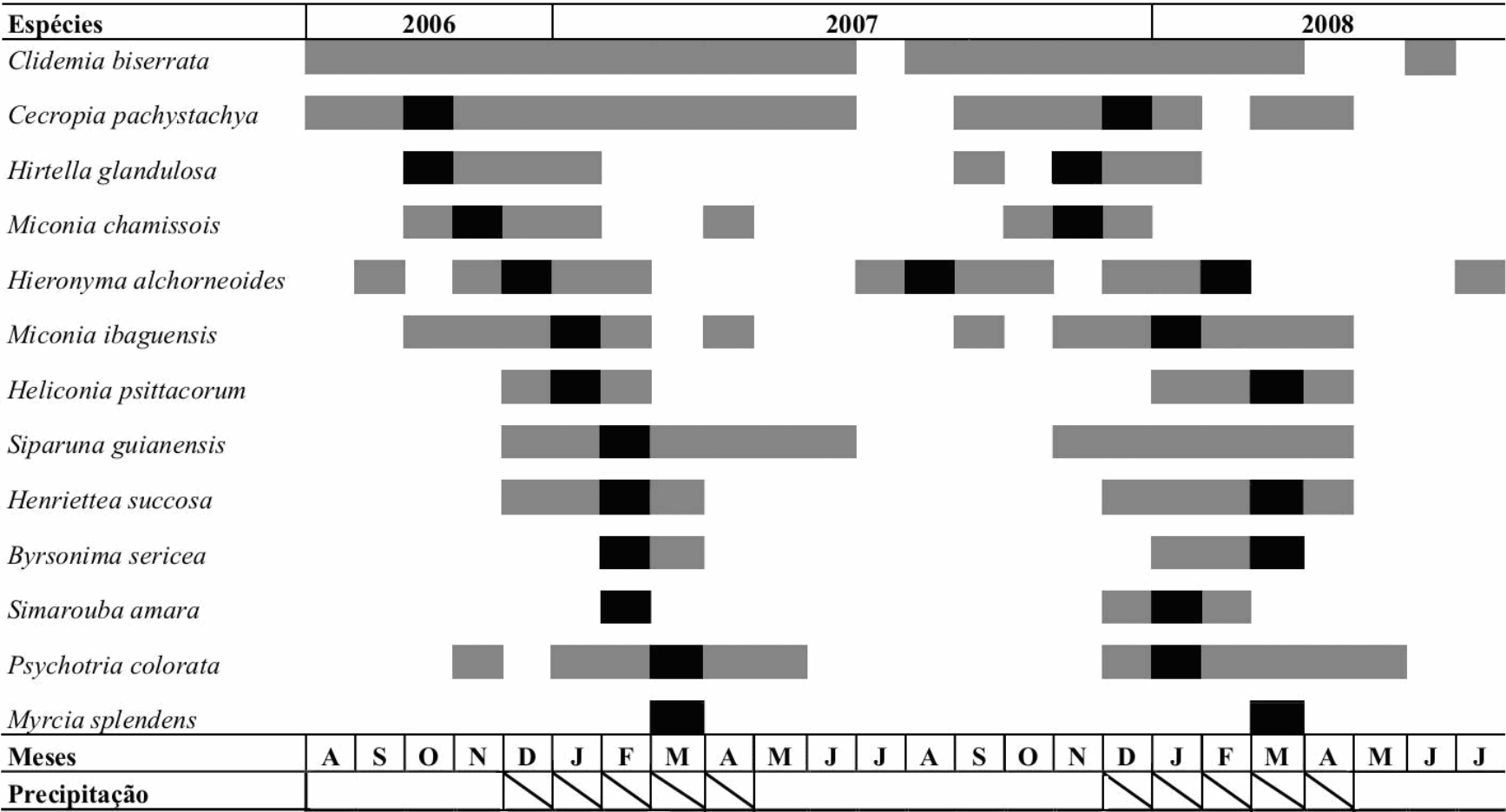


Tabela 5: Espécies vegetais da dieta de *Antilophia bokermanni* monitoradas quanto à fenologia (n=13) e as suas estratégias de floração e frutificação relacionadas à frequência (Contínua, Subanual, Anual e Supra-anual) e à duração (Curta, Intermediária e Longa), na Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, Ceará.

Família	Espécie	Estratégia de Floração	Estratégia de Frutificação
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	Anual e Intermediária	Anual e Intermediária
Heliconiaceae	<i>Heliconia psittacorum</i> L.	Anual e Longa	Anual e Longa
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Anual e Intermediária	Anual e Intermediária
Melastomataceae	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	Anual e Longa	Anual e Longa
	<i>Clidemia biserrata</i> DC.	Contínua e Longa	Contínua e Longa
	<i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana	Anual e Longa	Anual e Longa
	<i>Miconia chamissois</i> Naudin	Contínua e Longa	Contínua e Longa
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Anual e Intermediária	Anual e Intermediária
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	(♂) Anual e Longa	_____
		(♀) Subanual e Intermediária	(♀) Subanual e Intermediária
Rubiaceae	<i>Psychotria colorata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Müll. Arg.	Anual e Longa	Anual e Longa
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Contínua e Longa	Anual e Longa
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	(♂) Anual e Curta	_____
		(♀) Anual e Curta	(♀) Anual e Longa
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	(♂) Contínua e Longa	_____
		(♀) Anual e Longa	(♀) Anual e Longa

Tabela 6: Análise do coeficiente de correlação de Sperman (rs) entre precipitação e os percentuais de indivíduos/espécies apresentando as fenofases botão, flor, fruto imaturo e fruto maduro para o período de agosto/2006-julho/2008, em Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, Ceará.

Fenofases	Precipitação					
	P-1		P0		P+1	
	% de indivíduos	% de espécies	% de indivíduos	% de espécies	% de indivíduos	% de espécies
Botão	rs=-0,8616	rs=-0,8621	rs=-0,6437	rs=-0,4865	ns	ns
	p<0,0001	p<0,0001	p=0,0007	p=0,0159		
Flor	rs=-0,8373	rs=-0,7463	rs=-0,6054	ns	ns	ns
	p<0,0001	p<0,0001	p=0,0017			
Fruto imaturo	ns	ns	rs=0,495	rs=0,7295	rs=0,7993	rs=0,9025
			p=0,0139	p=0,0001	p<0,0001	p<0,0001
Fruto maduro	ns	ns	rs=0,6158	rs=0,7213	rs=0,8131	rs=0,8665
			p=0,001	p=0,0001	p<0,0001	p<0,0001

P-1=precipitação no mês anterior ao da observação fenológica

P0=precipitação no mês da observação fenológica

P+1=precipitação no mês posterior ao da observação fenológica

ns=valores não significativo

Tabela 7: Análise do coeficiente de correlação de Sperman (rs) entre precipitação e os percentuais de Fournier (1974) das 10 espécies vegetais (hermafroditas e monóica) monitoradas individualmente (análise ao nível de população) quanto às fenofases botão, flor, fruto imaturo e fruto maduro no período de agosto/2006-julho/2008, em Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, Ceará. P-1= precipitação no mês anterior ao da observação fenológica, P0= precipitação no mês da observação fenológica, P+1= precipitação no mês posterior ao da observação fenológica e ns= não significativo.

Precipitação	P-1	P0	P+1	P-1	P0	P+1	P-1	P0	P+1	P-1	P0	P+1
Espécies/fenofases	Botão			Flor			Fruto imaturo			Fruto maduro		
<i>Hirtella glandulosa</i>	rs=-0,7906 p<0,00001	rs=-0,7585 p<0,00001	rs=-0,5083 p=0,0112	rs=-0,8699 p<0,00001	rs=-0,7351 p<0,00001	rs=-0,4086 p=0,0473	rs=-0,6286 p=0,0010	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Heliconia psittacorum</i>	ns	ns	rs=0,4240 p=0,0389	ns	rs=0,4708 p=0,0202	rs=0,6089 p=0,0016	ns	rs=0,7375 p<0,00001	rs=0,8238 p<0,00001	rs=0,5206 p=0,0091	rs=0,6765 p=0,0003	rs=0,6181 p=0,0013
<i>Byrsonima sericea</i>	rs=-0,5232 p=0,0087	ns	ns	ns	ns	ns	rs=0,4353 p=0,0334	rs=0,6883 p=0,0002	rs=0,7632 p<0,0001	rs=0,531 p=0,0076	rs=0,6537 p=0,0042	rs=0,5627 p=0,0042
<i>Henriettea succosa</i>	rs=-0,7906 p<0,0001	rs=-0,5162 p=0,0098	ns	rs=-0,5958 p=0,0021	ns	ns	rs=0,4164 p=0,0429	rs=0,6830 p=0,0002	rs=0,8183 p<0,00001	rs=0,5681 p=0,0038	rs=0,7922 p<0,00001	rs=0,7721 p<0,00001
<i>Clidemia biserrata</i>	ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	rs=0,4464 p=0,0287	rs=0,5531 p=0,0050
<i>Miconia ibaguensis</i>	rs=-0,6199 p=0,0012	rs=-0,8782 p<0,00001	rs=-0,8637 p<0,00001	rs=-0,7441 p<0,00001	rs=-0,5749 p=0,0033	rs=-0,4165 p=0,0428	rs=-0,4469 p=0,0285	ns	rs=0,4351 p=0,0335	ns	rs=0,5868 p=0,0026	rs=0,7288 p=0,0001
<i>Miconia chamissois</i>	rs=-0,6865 p=0,0002	ns	ns	rs=-0,4977 p=0,0133	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Myrcia splendens</i>	rs=-0,5846 p=0,0027	rs=-0,4701 p=0,0204	ns	ns	ns	ns	rs=0,5336 p=0,0072	rs=0,7149 p=0,0001	rs=0,7721 p<0,00001	rs=-0,4352 p=0,0335	ns	ns
<i>Psychotria colorata</i>	rs=0,4404 p=0,0312	rs=0,7494 p<0,00001	rs=0,8633 p<0,0001	ns	ns	rs=0,6141 p=0,0014	rs=0,5942 p=0,0022	rs=0,6791 p=0,0003	rs=0,6456 p=0,007	rs=0,7379 p<0,0001	rs=0,8247 p<0,0001	rs=0,6857 p=0,0002
<i>Siparuna guianensis</i>	rs=-0,6832 p=0,0002	rs=-0,6764 p=0,0003	rs=-0,5016 p=0,0125	rs=-0,3968 p=0,0548	ns	ns	rs=0,5016 p=0,0125	rs=0,7364 p<0,00001	rs=0,8157 p<0,00001	rs=0,6657 p=0,0004	rs=0,8437 p<0,00001	rs=0,6530 p=0,0005

Tabela 8: Análise do coeficiente de correlação de Sperman (rs) entre precipitação e os percentuais de Fournier (1974) das 3 espécies vegetais (dióicas) monitoradas individualmente (análise ao nível de população) quanto às fenofases botão, flor, fruto imaturo e fruto maduro para o período de agosto/2006-julho/2008, em Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, Ceará.

Espécies/fenofases	<i>Hieronyma alchorneoides</i>			<i>Simarouba amara</i>			<i>Cecropia pachystachya</i>		
	Precipitação								
	P-1	P0	P+1	P-1	P0	P+1	P-1	P0	P+1
Botão (♂)	ns	rs=-0,4393	rs=-0,5309	rs=-0,6526	rs=-0,4144	ns	rs=-0,4087	ns	ns
		P=0,0316	p=0,0076	p=0,0005	p=0,0440		p=0,0473		
Flor (♂)	ns	rs=-0,6272	rs=-0,7076	rs=-0,5409	ns	ns	ns	ns	ns
		P=0,001	p=0,0001	p=0,0063					
Botão (♀)	ns	ns	ns	rs=-0,7261	rs=-0,4840	ns	rs=-0,4506	ns	ns
				p=0,0001	p=0,0165		p=0,0271		
Flor (♀)	ns	ns	ns	rs=0,6260	ns	ns	rs=-0,4619	ns	ns
				p=0,0011			p=0,0230		
Fruto imaturo	rs=-0,6448	rs=-0,6413	rs=-0,4255	ns	ns	rs=0,5333	----	----	----
	p=0,0007	P=0,0007	p=0,0381			p=0,0073	----	----	----
Fruto maduro	ns	ns	Ns	ns	ns	rs=0,6389	ns	ns	ns
						p=0,0008			

P-1= precipitação no mês anterior ao da observação fenológica

P0= precipitação no mês da observação fenológica

P+1= precipitação no mês posterior ao da observação fenológica

ns=valores não significativos

----- = não avaliado

CONCLUSÕES

- Os padrões fenológicos de floração e de frutificação obtidos para a guilda de espécies vegetais utilizadas na alimentação de *Antilophia bokermanni* (abordagem ao nível de comunidade) estiveram correlacionados com a precipitação e ocorreram preferencialmente nas estações seca e chuvosa, respectivamente, possivelmente devido à ocorrência de estações climáticas bem definidas, concordando com outros estudos desenvolvidos em florestas úmidas;
- Análises individuais das espécies vegetais utilizadas na dieta de *A. bokermanni* (abordagem ao nível de população) demonstraram padrões semelhantes aos encontrados a partir das análises da comunidade, mas não para todas as espécies, provavelmente devido às diferenças intrínsecas de cada espécie;
- A produção sequencial de frutos maduros na área de estudo parece suprir as necessidades energéticas de *A. bokermanni*, visto que durante o estudo houve apenas um mês de escassez de recursos;
- Cinco espécies são prioritárias à sobrevivência de *A. bokermanni* (*Hirtella glandulosa*, *Henriettea succosa*, *Miconia ibaguensis*, *Psychotria colorata*, *Hieronyma alchorneoides*), as quatro primeiras são utilizadas tanto na alimentação quanto como suporte na construção de ninhos e a última foi considerada uma espécie-chave à sobrevivência de *A. bokermanni* por estar presente nos períodos de escassez de recursos utilizados por esta ave e devem ser consideradas em planos de conservação e recuperação de áreas degradadas da Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe
- As informações sobre a época mais propícia para coleta de sementes das espécies vegetais utilizadas na dieta de *A. bokermanni* foram obtidas neste estudo e poderão ser utilizadas nos planos de manejo e conservação de áreas degradadas que poderão minimizar a sua principal ameaça que é a perda de habitat;
- A ingestão preferencial de frutos com características de síndrome de dispersão ornitócorica foram confirmados para *A. bokermanni*;
- *Antilophia bokermanni* apresentou características fisiológicas e/ou morfológicas de um potencial dispersor de sementes e estudos que comprovem esta importante característica para a manutenção do ambiente no qual pertence, devem ser estimulados;

- O fato da maioria das espécies vegetais utilizadas na dieta de *A. bokermanni* apresentar estratégia de regeneração pioneira poderá facilitar a produção de mudas para recuperação de áreas degradadas nos locais de ocorrência desta ave.
- Atividades no manejo dos recursos hídricos que antecedem o período reprodutivo de *A. bokermanni* devem ser proibidas, uma vez que comprometem a sobrevivência desta ave tão ameaçada;
- A formação de Reservas Particulares de Proteção ao Patrimônio Natural (RPPN) deve ser estimulada para conservação de áreas de ocorrência de *A. bokermanni*;
- Estudos de monitoramento de recursos alimentares devem ser estimulados a fim de contribuir para elaboração de estratégias de conservação, especialmente quando se tratam de espécies ameaçadas como *A. bokermanni*.

RESUMO GERAL

Pesquisas que tratam de frugivoria quando aliadas à determinação da disponibilidade de recursos e relacionadas ao período reprodução de espécies são imprescindíveis ao seu manejo e conservação, sobretudo quando estão ameaçadas de extinção. Nesta Tese foi realizado um estudo sobre as espécies vegetais estratégicas à conservação de *Antilophia bokermanni*, ave ameaçada e endêmica da Floresta Estacional perene da Chapada do Araripe, no sul do Ceará, que tem como principal ameaça a destruição de seu habitat. Foram realizadas observações sobre os frutos utilizados na dieta de *A. bokermanni* e daquelas utilizadas como suporte à construção de seus ninhos, além de obtida a fenologia reprodutiva das espécies vegetais utilizadas na dieta desta ave. As coletas foram realizadas nos Municípios do Crato, Barbalha e Missão Velha, todos no Ceará, durante o período de agosto/2006 a julho/2008. Com relação às plantas pertencentes à dieta de *A. bokermanni* foram encontradas 22 espécies, distribuídas em 19 gêneros e 16 famílias. Foi possível verificar que esta ave utiliza todos os estratos da floresta para se alimentar, com preferência por árvores e por frutos pequenos do tipo drupa, de coloração vermelha e roxa, carnosos e indeiscentes e com sementes pequenas. A maioria das plantas utilizadas possui estratégia de regeneração pioneira. As táticas de forrageio e estratégias de consumo mais comuns foram adquirir o fruto voando e engolindo-o, respectivamente. Estas características comportamentais e/ou fisiológicas apontam *A. bokermanni* como potencial dispersor de sementes. Desta forma, o conhecimento sobre a sua dieta frugívora ajudará no manejo e conservação dessa ave ameaçada. A respeito das plantas que foram utilizadas como suporte à construção dos ninhos foram encontradas 11 espécies vegetais pertencentes a oito famílias, sendo Melastomataceae, Rubiaceae e Piperaceae as mais representativas. Os ninhos de *A. bokermanni* são construídos entre as estações seca e chuvosa, quando plantas são retiradas indiscriminadamente das margens dos cursos d'água pela população local visando o aumento do seu fluxo para diversos fins. Recomenda-se, portanto, que a gestão dos recursos hídricos leve em consideração a vegetação ciliar presente nestes locais, sobretudo durante o período reprodutivo deste pássaro. Os padrões fenológicos de floração e frutificação encontrados para a guilda de espécies vegetais utilizadas na dieta de *A. bokermanni* apresentaram correlação com a precipitação e ocorreram predominantemente durante a estação seca e chuvosa, respectivamente. Houve seqüenciamento na disponibilidade de recursos para *A. bokermanni* ao longo do período de estudo e *Hieronyma alchorneoides* foi considerada uma espécie-chave para sua sobrevivência. Sabendo-se que a perda de habitat é a principal ameaça à sobrevivência deste pássaro, informações a respeito dos padrões

fenológicos das plantas utilizadas na sua dieta possibilitarão a determinação da época ideal para coleta de sementes podendo ser utilizadas em programas de reflorestamento com a finalidade de recuperar e/ou enriquecer locais de ocorrência de *A. bokermanni*. O período reprodutivo de *A. bokermanni* coincidiu com os picos de frutificação.

GENERAL ABSTRACT

Studies concerning frugivory, when connected to the determination of resource availability and related to the period of reproduction of the species, are imprescindible to their management and conservation, especially when they are endangered. In this Thesis, we conducted a study about the vegetal species which are strategic to the conservation of *Antilophia bokermanni*, an endemic and endangered bird from the perennial seasonal forest of the Northeastern strand of Chapada do Araripe, in the South of Ceará, which has as its principal threat the destruction of its habitat. We carried out observations about the fruits used by *A. bokermanni* of those used as a support for the construction of the nests as well as the reproductive phenology of the vegetal species used in this bird's diet. The collections were made in the municipalities of Crato, Barbalha and Missão Velha, all located in Ceará, in the period between August 2006 and July 2008. Regarding the plants belonging to the diet of *A. bokermanni*, we found 22 species, distributed into 19 genres and 16 families. It was possible to verify that this bird uses all the forest subtracts to feed, with a preference for trees and small fruits of the drupe kind, of red or purple color, fleshy and indehiscent, and with small seeds. The majority of plants used have a pioneer regeneration strategy. The most common tactic of forage and strategy of consumption were acquiring the fruit by flying and swallowing it, respectively. These behavioral and/or physiological characteristics point out to *A. bokermanni* as a potential seed disperser. Thus, the knowledge about its frugivore diet will help with the management and conservation of this threatened bird. Concerning the plants used as support to the construction of nests, we found 11 vegetal species, and Melastomataceae, Rubiaceae and Piperaceae were the most representative ones. The nests of *A. bokermanni* are built between the dry and rainy seasons, when the plants are indiscriminately removed from the margins of the water courses by the local populations, aiming for the increase of their flow for different purposes. It is highly recommended, therefore, that the management of hydric resources takes into account the ciliary vegetation present in these locations, especially during the bird's reproductive period. The phenological patters of blooming and fructification found for the guild of vegetal species used in the diet of *A. bokermanni* presented a correlation with precipitation, and occurred mainly during the dry and rainy seasons, respectively. There was sequencing in the resource availability for *A. bokermanni* throughout the period of study, and *Hieronyma alchorneoides* was considered as a key species for its survival. Knowing that the habitat loss is the main threat for the survival of this bird, information regarding the phenological patterns of the plants used in its diet will

make possible the determination of the ideal time for seed collection, which may be used in reforestation programs, with the aim of recovering and/or enriching places of occurrence of *A. bokermanni*. The reproductive period of *A. bokermanni* coincided with the fructification peaks.

Anexos

Normas de Publicação do periódico ORYX

Preparation of manuscripts Authors should consult a recent issue of *Oryx* for general style. Contributions should be in English, with British English spelling and terminology, double-spaced. Submissions can be in 'pdf', 'rtf', 'doc' or 'wpd' format, and may be sent as a compressed archive. The cover page should contain the title, a running header of no more than 40 characters, a word count from the abstract to the references inclusive, but not including tables or figure and plate legends, and full mailing address, e-mail address and address at the time the research was carried out, if different, of the corresponding author and all additional authors. All pages should be numbered consecutively, and the order of the sections of the manuscript should be: cover page, main text, biographical sketches, tables, figure and plate legends, figures, plates. Short Communications must not have any subheadings within the text.

Title This should be a succinct description of the work, ≤ 20 words, preferably embodying either the aim or the overall conclusion (e.g. *Dramatic decline of the orang-utan in Sumatra*, rather than *Conservation status of the orang-utan...*).

Abstract This should describe, in 100-250 words, the aims, methods, major findings and conclusions. It should be informative and intelligible without reference to the text, and should not contain any references or undefined abbreviations.

Keywords Up to eight pertinent words or phrases should be provided, in alphabetical order.

References These should be cited in the text as, for example, Hardcastle & Wilson (1996) or (Leadbeater, 1996). For three or more authors use the first author's surname followed by *et al.*. Multiple references should be in chronological order. The reference list should be in alphabetical order, and article titles and the titles of serial publications should be given in full. The following are examples of house style:

LeBoeuf, B.J., Kenyon, K.W. & Villa-Ramirez, B. (1986) The Caribbean monk seal is extinct. *Marine Mammal Science*, **2**, 70-72.

MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. (1967) *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton, USA.

Sutherland, W.J. (ed.) (1998) *Conservation Science and Action*. Blackwell Science, Oxford, UK.

Beck, B.B., Rapaport, L.G. & Stanley Price, M.R. (1994) Reintroduction of captive-born animals. In *Creative Conservation: Interactive Management of Wild and Captive Animals* (eds P.J.S. Olney, G.M. Mace & A.T.C. Feistner), pp. 265-286. Chapman & Hall, London, UK.

Brady, L.D., Huston, K., Jenkins, R.K.B., Kauffmann, J.L.D., Rabearivony, J., Raveloson, G. & Rowcliffe, M. (1996) *UEA Madagascar Expedition '93*. Unpublished Report, University of East Anglia, Norwich, UK.

Bowler, M. (1991) *Implications of large predator management on commercial ranchland in Zimbabwe*. MSc thesis, University of Zimbabwe, Zimbabwe.

IUCN (200) *2006 IUCN Red List of Threatened Species*. <http://www.redlist.org> [accessed 24 July 2006].

Biographical sketches This should describe the main research interests of all authors (<150 words total), over and above what is obvious from the subject of the manuscript and the authors' affiliations.

Tables These should be self-explanatory, each on a separate page and with an appropriate caption.

Appendices Mathematical or statistical models, lengthy tables, and questionnaires should be placed in Appendices. These may be made available as online-only Appendices on the journal web site, depending on length. Online-only appendices can also include figures and plates, and these can be in colour.

Figures, maps and plates The Instructions for Contributors on the journal website includes guidelines for the preparation of figures, maps and plates.

Nomenclature Where necessary, the basis used for nomenclature of taxa should be indicated in the methodology. The first time a species is mentioned, its scientific name should follow without intervening punctuation: e.g. African elephant *Loxodonta africana*. English names should be in lower case throughout except where they incorporate a proper name.

Abbreviations Full expansion should be given at first mention in the text.

Symbols, units and currencies Use SI units (International System of Units, <http://www.bipm.org/en/si/>) and ISO 4217 currency codes (http://en.wikipedia.org/wiki/ISO_4217).

Offprints, page charges and colour figures Contributors receive either a PDF file of their article or 25 free offprints, and may purchase additional copies. No page charges are levied. Colour figures can be published, but only at the author's expense.

Copyright Authors will be asked, upon acceptance of an article, to transfer copyright to the publisher.

These *Instructions for Contributors* (including the *Code of Conduct* and *Guidelines for Preparation of Figures & Plates*) are available on the *Oryx* web site or from: Editor, *Oryx - The International Journal of Conservation*, Fauna & Flora International, Great Eastern House, Tenison Road, Cambridge, CB1 2TT, UK; E-mail oryx@fauna-flora.org; Fax +44 (0)1223 461481.

Oryx is covered by *Biological Abstracts*, *BIOBASE/Current Awareness in Biological Sciences*, *Current Contents Agriculture, Biology and Environmental Science*, *Science Citation Index*, *SciSearch*, *Research Alert* and *Ecology Abstracts*.

Code of Conduct for researchers contributing articles

Oryx is concerned above all with the conservation of wild species. It is essential, therefore, that all those who contribute articles to the journal adhere to the highest ethical and legal standards in the field. In particular:

1. All research must have the necessary approvals and permits from appropriate institutions and statutory authorities in both the host country and the researchers' country of origin (if different).
2. Any intellectual property rights on data and results obtained from the research must be managed within the legal requirements of the host country and be shared fairly among the participants, especially those from the host country. Such arrangements should be formalized prior to initiating the research through prior informed consent by the host country and institutes. Research should not infringe local rights in intellectual property. If research is carried out in a host country that has few legal requirements for such work, researchers should follow the standards of their country of origin.
3. *Oryx* recognizes the importance of capacity building as an important component of conservation activity, as well as the importance of full involvement by all stakeholders in research activity. Therefore we recommend that:
 - any social, anthropological or ethnobiological research should follow the highest standards of research ethics;
 - researchers should confirm that their research conforms to the standards set out by a reputable source, such as the guidelines developed by the British Sociological Association, which are based on the ethical codes

produced by the American Sociological Association, the Association of Social Anthropologists of the Commonwealth, and the Social Research Association (<http://www.britisoc.co.uk>).

4. Any research undertaken in a foreign country should, wherever possible, be based on active collaboration with appropriately qualified and experienced individuals from the host country. One objective of the research should be, where necessary, to enhance the capacity of scientific and technical staff in the host country. • Copies of any reports and publications resulting from the research shall routinely be provided to all relevant institutions in the country where the research is being undertaken. Wherever appropriate, researchers from the host country should be included as co-authors of all relevant publications. • Where appropriate, the results of research should be reported back to relevant local and national organizations. • Where research involves fieldwork in areas occupied by people, or affects species or ecosystems within which people have de facto or de jure tenure rights or cultural connections, it should be carried out in a way that respects local beliefs, economic and cultural interests, and rights. • Where relevant, research should involve the participation of local partners, and should have regard for the enhancement of local capacity to understand and manage ecosystems and populations.
5. Field researchers should adopt the highest precautionary standards to avoid the accidental introduction and distribution of invasive and pathogenic organisms.
6. Researchers are encouraged to adopt existing IUCN/SSC guidelines (e.g. on reintroductions and invasive organisms) as a framework for professional procedure, and are encouraged to design their studies and research to match the research and management needs stated in SSC Action Plans and National Biodiversity Action Plans.
7. Research on species should wherever possible be non-intrusive, but it is recognized that responsible collection of data by intrusive means may be necessary in some cases. Moreover, useful research can be conducted using specimens taken or killed by others (for example, as part of wildlife management operations). The following guidelines for the treatment of individual specimens should be followed.
 - (a) In cases where specimens are collected and/or killed by the researcher:
 - data collection involving the killing of an organism should only take place when such collection is essential to the scientific integrity of the research being undertaken;
 - the number of specimens collected should be the absolute minimum required for research integrity;
 - the specimens collected should not be of species that appear on national or international lists of threatened species unless they are necessary for the purposes of research aimed at enhancing their conservation. In such cases, the researchers must have the appropriate permits from the relevant statutory authority.
 - (b) In cases where information is collected from specimens that have been killed by others: if data collection makes use of existing game control, hunting or harvesting operations, it should take place in such a way that no additional mortality occurs as a result of the research, either directly or indirectly (e.g. through increased demand).

8. Animal capture and handling techniques should conform to the highest standards of animal welfare. If animals are to be killed they must be killed humanely. Researchers should confirm that they have followed a code of conduct from a reputable source, such as that developed by the Association for the Study of Animal Behaviour (<http://www.asab.org>) and the Animal Behavior Society (<http://www.animalbehavior.org/>) - see Dawkins & Gosling (1992) *Ethics in Research on Animal Behavior*, Academic Press, London, or *Animal Behaviour*, (2001) 61, 271-275.

This Code of Conduct was developed by Professor Bill Adams (University of Cambridge), Dr Andrew Balmford (University of Cambridge), Dr Jeffrey A. McNeely (IUCN-World Conservation Union), Dr Mike Maunder (National Tropical Botanical Gardens, Hawaii), Dr E.J. Milner-Gulland (Imperial College London), Professor Paul Racey (University of Aberdeen) and Dr John G. Robinson (Wildlife Conservation Society). *As published in Oryx 35(2), 99-100, with minor modification.*

Guidelines for Preparation of Figures & Plates

General Instructions

Figures are printed at widths of 79, 107.5 and 165 mm; wherever possible design for widths of 79 or 107.5 mm.

Figures should normally be included in the manuscript file. Large electronic files can be compressed. Colour plates and figures can be printed, but only at the author's expense; contact the Editorial Office (oryx@fauna-flora.org) if you require a costing.

Figures

The preferred format for submission of line artwork, such as maps and graphs, is encapsulated postscript (eps) format; most drawing and mapping software can export to this format. If in doubt about the quality or format of a figure, contact the Editorial Office and/or send a test file.

In general any manuscript that involves a study site or specific location will require a map figure. Maps must:

- (1) be surrounded by a thin-line box, (2) be geographically referenced either with a few inward-pointing latitude and longitude tic marks or with a small inset map indicating the location of the main figure, (3) have a scale bar in km, and (4) all lines such as roads and rivers should, wherever appropriate, extend to the edge of the figure. If the main figure has latitude and longitude tic marks then a N arrow is not required.

For all figures use line thicknesses in the range of 0.5-1.5 points (approximately 0.15-0.3 mm), and font sizes in the range of 7-12 points. All fonts used in figures should be sans serif rather than serif, i.e. use a font such as Arial rather than a font such as Times Roman. All figure elements should be in black-and-white. If shading is required, use only a limited range of grey shades, generally not more than three. See recent issues of the journal for examples of suitably designed figures.

Plates

Photographs should be referred to as Plates in the text, and are set at a single-column width of 79 mm. Black-and-white plates can be reproduced from colour slides or prints, but will only reproduce well if there is a range of colours and tones that will convert to a broad range of grey shades.

Example plate (photograph by Jeremy Holden) reproduced in black-and-white from a colour 35 mm slide. Note that although the photograph is dark overall, it has a full range of shades from white through to black, and good contrast.

Photographs should preferably be submitted electronically, as TIFF (Tagged Image File Format) files. In order to achieve high quality reproduction, photographs must have been taken, or scanned, at an appropriate

resolution. For example, to print a 35 mm slide at a column width of 79 mm, the original slide would need to be scanned at a resolution of 680 dots (pixels) per inch. If in doubt, contact the Editorial Office or send the original slides or prints.

In general, plates will only be included in an article if they form part of evidence that is integral to the subject studied (e.g. a camera-trap photograph of a rare species), and if they are of good quality.

Normas de publicação do periódico THE CONDOR

The Condor publishes original research reports and review articles pertaining to the biology of wild species of birds. Submit two paper copies of all materials, including text, tables, figures, and illustrations, to Dr. David S. Dobkin, Editor, The Condor, High Desert Ecological Research Institute, 15 S.W. Colorado Avenue, Suite 300, Bend, OR 97702, USA (telephone: 541-382-1117, e-mail: condor@hderi.org). Please DO NOT staple hardcopies. In addition to paper copies, we require authors to submit a PDF version of their manuscript by e-mail. Be aware that in some software applications, some symbols do not convert to PDF, so proofread PDF files carefully before submitting.

A cover letter should accompany the manuscript. Authors should suggest names of three or four potential reviewers (including their postal and electronic addresses) for their manuscript, but the use of such reviewers is at the discretion of the Editor. In the cover letter, the author must indicate the extent to which the data have been used in other papers and reports that are published, in press, submitted elsewhere, or soon to be submitted. Please also provide an e-mail address for the corresponding author.

TYPES OF PAPERS

Manuscripts are published as Feature Articles, Short Communications, Commentaries, or Book Reviews.

Feature Articles are longer manuscripts, whereas Short Communications are generally fewer than 10 typed pages (excluding Literature Cited) or deal with one primary finding. Commentaries are brief papers that comment on articles published previously in The Condor. Ornithological books are reviewed in the Book Reviews section. Interested book reviewers should contact Dr. David L. Swanson, Biology Department, University of South Dakota, Vermillion, SD 57069 (e-mail: dlswanso@usd.edu).

FORMAT FOR SUBMITTED MATERIAL

GENERAL GUIDELINES

Authors should read these instructions carefully before preparing a manuscript for submission. Papers that are not in Condor format will be returned.

1. Double-space and left-justify the entire manuscript, including the title page, text, literature cited, figure legends, and tables. Use the same size font (at least 12 point) throughout the manuscript. Provide at least 3 cm margins and use only one side of standard (8.5 × 11 inch) or A4 (21 × 30 cm) paper. If your word processing program permits, please number every other line of text.
2. Make sure that all figures meet the specifications given under "FIGURES."
3. Put the first author's name in the upper right-hand corner of every page. Number text pages beginning with the Abstract through the list of references. Avoid footnotes in the text.
4. Write in the active voice and use U.S. English and spelling throughout the manuscript, except for foreign literature citations.
5. Use real italics not underlines, and real superscripts and subscripts, not raised or lowered characters. Use normal font, not bold.
6. Give the scientific name in parentheses at the first mention of a species, both in the abstract and in the article. Scientific and English names of birds, and their order of presentation throughout the manuscript, including figures and tables, should follow the AOU Check-list of North American Birds (7th ed., 1998; and supplements published in Auk) or an authoritative source for other regions. The only exception to

phylogenetic order of species presentation is if another logical order of presentation is used, for example based on Results. Alphabetical order of presentation is never acceptable. Do not give subspecific identification unless it is pertinent

and has been critically determined. Capitalize common names of bird species (e.g., Red-winged Blackbird), but not bird groups (e.g., blackbirds), throughout the manuscript. This rule includes all references, figures, and tables.

7. Minimize use of nonstandard abbreviations or acronyms that readers must memorize in order to follow your paper.

MANUSCRIPT

Correct sequence for sections of a submitted manuscript is Title page, Abstract, Key words, Introduction, Methods, Results, Discussion, Acknowledgments, Literature Cited, Figure legends, Figures, and Tables. Indent each new paragraph (use 0.5-inch tabs), except the first paragraph that follows a heading. Each main heading is capitalized (INTRODUCTION, METHODS, RESULTS, DISCUSSION, ACKNOWLEDGMENTS, LITERATURE CITED). Second-order headings are also capitalized and appear on their own line. Third-order headings are italicized, followed by a period, and set in to the first line of the paragraph. Like other paragraphs, third-order headings are indented unless they follow a main or second-order heading (see examples in recent issues and these instructions).

Title page. Place the title, all authors' names, affiliations and addresses, and the e-mail address of the corresponding author on the title page. Provide an abridged title shorter than 60 characters in the upper portion of the same sheet. Current addresses not given above should be given as footnotes in the lower portion of the title page. Titles usually do NOT include scientific names of species. Start the Abstract on the next page.

Abstract. Feature Articles, Short Communications, and Commentaries should have an abstract that informs readers of essential points in the text. The abstract should be concise, informative, and intelligible without reference to the article itself. Avoid statistical information in the abstract. Abstracts are to be shorter than 250 words for Feature Articles and shorter than 150 words for Short Communications and Commentaries. Indent and italicize the word Abstract; the first sentence of the Abstract follows immediately. Authors are encouraged to provide a technically competent Spanish translation of the title and abstract if possible. This abstract is in addition to the English version and does not substitute for it.

Key words: The term Key words: is indented and in italics, followed by up to seven key words in alphabetical order. The key words are also in italics, except for genus and species, which are in roman (normal) type.

Introduction. The Introduction begins on a new page; it should provide the aims and significance of the research and place it within the framework of existing work. Limit the use of citations; in general there are few points that cannot be supported by three or fewer references. Long lists of citations are seldom required and detract from the readability of the manuscript. Avoid parenthetical phrases and "i.e.," "e.g.," "cf.," and "see...."

Methods. This section should provide enough information for the reader to be able to replicate and critically evaluate the research. The Methods should contain a subsection (STATISTICAL ANALYSES) describing the statistical tests and procedures used. Cite statistical software and any other analysis programs (e.g., Avisoft, DISTANCE, PAUP*) here and in the Literature Cited. End this

subsection with a statement to the effect that the values reported in the Results section are means $\pm$ SE (or SD). Then in the Results section, simply present the values. Indicate the significance level of statistical tests. If reporting the results of analyses using the information-theoretic method, describe and justify the a priori hypotheses and models in the candidate set, identify exploratory analyses, and state here the criterion used to evaluate models, e.g., 2nd order AIC corrected for small sample sizes (AICc), AIC differences (Δi), and Akaike weights (w_i). In general, follow the suggestions of Anderson et al. (2001), Suggestions for presenting the results of data analyses, *Journal of Wildlife Management* 65:373-378.

Results. The Results section should include only results pertinent to the hypotheses or questions raised in the Introduction and treated in the Discussion. Use the same number of decimal places for means and SE or SD (e.g., 38.9 ± 1.2 , not 38.9 ± 1.23); usually only one or two decimal places are necessary. Round off percentages to whole numbers. The text should not duplicate material presented in tables or figures. The text should make clear the relevant sample sizes, degrees of freedom, values of statistical tests, and P-values. Test statistics should be rounded to one (t-test, χ^2 , F, etc.) or two (r, r^2 , etc.) decimal places. When reporting the results of AIC analyses, please follow the advice of Anderson et al. (2001; as above), except omit the the column of AIC values and only report the lowest AIC (or AICc, QAICc) value in a footnote to the table—see recent issues for examples.

Discussion. It is useful to start the Discussion with a statement that summarizes the main results. The Discussion should develop the significance and importance of the results and set them into a framework of previous research. The discussion should follow logically from the results. Additional statistical tests and results are usually inappropriate here and should be treated in the Results section, except in unusual cases. In general, do not parenthetically cite Figures or Tables in the Discussion that have already been cited elsewhere in the paper.

Literature Cited. Cite references in the text as, for example, Darwin and Huxley (1993), or in parentheses as (Darwin and Huxley 1993). Do not use commas between author and year; do use a comma, and never a semicolon, between different citations by the same or different authors. List multiple citations in chronological order and use lowercase letters to indicate separate papers by the same author in the same year, e.g., (Zar 1973, Giles 1994a, 1994b). For citations with three or more authors, give the first author's surname followed by "et al." and then the date, e.g., (Ricklefs et al. 1999).

Cite references in the Literature Cited section in alphabetical order according to the authors' surnames. Do not abbreviate names of publications. Type references in upper and lower case (including all authors' names) in the following form:

- Ankney, C. D., and R. T. Alisauskas. 1991. The use of nutrients by breeding waterfowl. *Proceedings of the International Ornithological Congress* 20:2170-2176.
- Fraga, R. M. 1986. The Bay-winged Cowbird (*Molothrus badius*) and its brood parasites: interactions, coevolution, and comparative efficiency. Ph.D. dissertation, University of California, Santa Barbara, CA.
- Nolan, V., Jr. 1978. The ecology and behavior of the Prairie Warbler *Dendroica discolor*. *Ornithological Monographs* 26.
- Ralph, C. J., G. L. Hunt Jr., M. G. Raphael, and J. F. Piatt [eds.]. 1995. Ecology and conservation of the Marbled Murrelet. USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-152.

Rappole, J., and D. Warner. 1980. Ecological aspects of migrant bird behavior in Veracruz, Mexico, p. 353-393. In A. Keast and E. S. Morton [eds.], *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution, and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

SAS Institute. 1990. *SAS/STAT user's guide*. Version 6, 4th ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Cite papers in proceedings from international ornithological congresses, *Current Ornithology*, and *Studies in Avian Biology* as journal articles rather than edited volumes. Spell out journal names and institutions completely. Cite Internet resources only if they are important, reasonably permanent, and not readily available in print. Include the date you last accessed the website and use the following format:

Shipman, J. W. [online]. 2000. The Christmas Bird Count database project. <<http://www.nmt.edu/~shipman/z/cbc/homepage.html>> (15 March 2004).

FIGURES

Figures should be simple and easily comprehended without reference to the manuscript. All figures should use the same style of lettering (in a sans serif font such as Arial or Tahoma) and presentation, with details and text made large enough to allow for reduction; figures are generally reduced to fit one column (8.5 cm wide) of the journal. Figures will be published directly from the submitted material and MUST meet the following specifications:

1. In general, images should be scanned at 600 pixels per inch (dpi). Note that nearly all images that are in JPEG or GIF format will be 72 dpi and not acceptable for the printing process.
2. If possible, figures should be submitted in TIFF (if halftone) or EPS (if line art) format. Otherwise, Adobe Photoshop (.psd), Adobe Acrobat (.pdf—use the Press setting under Job Option), PowerPoint (.ppt), or Word (.doc) format is acceptable.

Figures must be monochrome unless the author has funds to support color printing. Do not use three-dimensional graphs or odd fills. Preferred shadings are black, white, and cross-hatching. Preferred point symbols are circles, squares, and triangles. Give keys and other explanations either in the figure legend or on the figure itself; however, symbols themselves should not appear in the legend. Do not describe unfilled symbols as “open.” Follow Condor format for axis labels (including capitalization) by examining figures in any recent issue of *The Condor*.

Legends for all figures should be typed on a separate sheet labeled “Figure Legends.” Number the figures in the order they appear in the text (e.g., FIGURE 1, FIGURE 2, etc.). Figure legends should not repeat information already mentioned in the text or in tables.

Illustrations should be submitted as digital images and must meet the specifications outlined above. For sound spectrograms (sonograms), use the actual tracing if it is sharp, clear and relatively short. If intensity differences are not important, then submit a high-contrast digital image that meets the above specifications. Make sure all axes are labeled.

TABLES

Keep tables as simple as possible. They should be intelligible without reference to the manuscript and should not restate results given in the text. Each table should begin on a

separate, unnumbered page, and should be numbered with an arabic numeral in the same order as it appears in the text (i.e., TABLE 1, TABLE 2, etc.). Do not use vertical lines in the table; use horizontal lines for the main heading and the end of the table, but not in the body of the table.

The table must be typed in 12-point font and double-spaced throughout, including caption and footnotes (if necessary, use more than one sheet of paper for a table). Do not use boldface type in tables. Do not include extensive raw tabular material either as tables or appendices. Such data can be made available to interested readers by request from the author or posted on the author's web site. If birds are listed in several tables included with the manuscript, Latin names should be given only in the table with the comprehensive species list.

STATISTICAL FORMAT

Follow Condor format for statistical indices, including capitalization, italics, superscripts, and subscripts. The following are in italics:

n (sample size, lowercase)

P (probability rounded to two decimal places, unless $P < 0.01$, in which case reduce to three decimal places; use $P < 0.001$ as the smallest *P*-value). Examples:

If $P = 0.019$, report as $P = 0.02$

If $P = 0.003$, report as $P = 0.003$

If $P = 0.564$, report as $P = 0.56$

ta (t-test, with subscript *a* = degrees of freedom; specify independent or paired t-test and two-tailed or one-tailed test in Methods: Statistical Analyses)

F_{a,b} (F-ratio, with subscripts *a,b* = appropriate degrees of freedom)

U (Mann-Whitney U-test)

r (simple correlation coefficient; Pearson *r*)

z (Wilcoxon test)

rs (Spearman rank-order correlation)

R (multiple regression coefficient)

G (G-test)

K (number of parameters in AIC analyses)

The following statistical information is set in normal font, not italics:

SD (standard deviation)

SE (standard error)

χ^2

a (chi-square, where subscript *a* = degrees of freedom)

CV (coefficient of variation)

df (degrees of freedom)

AIC_c (note that the subscript *c* is italicized) Note that all variables are italicized, unless they are denoted by a Greek letter in which case they are not italicized.

TIME AND DATE

Use the 24-hr clock and retain the colon (18:30, 07:00). Times should be reported as local time together with appropriate time zone. Give dates as day month year (20 September 1968) and year ranges as 1989-1991, not

1989-91. Abbreviate seconds (sec), minutes (min) and hours (hr), but not day, week, month, or year. Names of months may be abbreviated in figures or long tables.

NUMERALS

Spell out numbers less than 10, except for measurements, such as 5 km (but nine blackbirds). Hours, min, and sec are units of measurement. Use metric measurements throughout. There is neither a comma nor a space in numbers less than 10 000 (e.g., 1232 larks). In numbers greater than 9999, separate the hundreds and thousands places using a space, e.g., 22 432 murre. Precede decimal fractions by a zero, (0.97, not .97). Round percentages to the nearest whole number (57%, not 57.3%; <1%, not 0.3 or 0.8%), unless there is some compelling reason not to do so. Do not use slant lines in expressions of units; instead, use exponential form or the word per throughout text, tables, and figures (e.g., use kJ day⁻¹, not kJ/day).

ELECTRONIC VERSIONS OF ACCEPTED MANUSCRIPTS

Accepted manuscripts will be published directly from an electronic version. We will provide instructions for preparation of the electronic version once a manuscript is accepted. Upon final acceptance of the manuscript, payment of page charges (\$100 per printed page) is requested if funds are available for this purpose.

REVISIONS

Revisions of tentatively accepted manuscripts must be completed and returned to the Editor within 60 days. Manuscripts returned beyond that time likely will be treated as new submissions. Authors of accepted manuscripts are invited to submit high quality digital images (in TIFF or Adobe Photoshop format) for use as cover illustrations for *The Condor*.

PROOFS AND REPRINTS

Papers accepted for publication in *The Condor* will be published electronically as soon as they are finalized, which can be well ahead of the quarterly print publication. Proofs and reprint order forms ordinarily will be sent electronically to the designated corresponding author. Please inform the editorial office well in advance of any change in address or alternate system for handling proofs. Check proofs carefully for errors. Author-related changes will be charged to the author at \$3.50 per change. Please send any proof changes via e-mail (preferred) or courier, within 48 hours to *The Condor*, High Desert Ecological Research Institute, 15 S.W. Colorado Ave., Bend, OR 97702 (condor@hderi.org)

Normas de publicação do periódico BIOTROPICA

Online submission and review of manuscripts is mandatory effective 1st January 2005.

Please format your paper according to these instructions and then go to the following website to submit your manuscript (<http://www.mc.manuscriptcentral.com/bittr>). Contact the BIOTROPICA Office for assistance if you are unable to submit your manuscript via Manuscript Central (biotropica@env.ethz.ch).

Authors are requested to provide a **cover letter** that details the **novelty**, **relevance** and **implications** of their work, and a brief explanation of the suitability of the work for BIOTROPICA. The number of words in the manuscript should also be given in the cover letter.

I. General Instructions

. Publication must be in English, but second abstract in other languages (such as Spanish, French, Portuguese, Hindi, Arabic, Chinese etc.) may be published as Online Supplementary Material. BIOTROPICA offers assistance in editing manuscripts if this is required (see English Editorial Assistance below). Second abstracts will **not** be copy-edited and the author(s) must take full responsibility for content and quality.

. Literature citations in the text are as follows:

One author: Yaz (1992) or (Yaz 1992)

Two authors: Yaz and Ramirez (1992); (Yaz & Ramirez 1992)

Three or more authors: Yaz *et al.* (1992), but include ALL authors in the literature cited section.

. Cite unpublished materials or papers not in press as (J. Yaz, pers. obs.) or (J. Yaz, unpublished data). Initials and last name must be provided. 'In prep' or 'submitted' are NOT acceptable, and we encourage authors not to use 'pers. obs.' or 'unpublished data' unless absolutely necessary. Personal communications are cited as (K. A. Liston, pers. comm.).

. Use commas (Yaz & Taz 1981, Ramirez 1983) to separate citations, BUT use semicolon for different types of citations (Fig. 4; Table 2) or with multiple dates per author (Yaz *et al.* 1982a, b; Taz 1990, 1991). Order references by year, then alphabetical (Azy 1980, Yaz 1980, Azy 1985).

. Assemble manuscripts in this order:

Title page

Abstract

Key words

Text

Acknowledgments (spelled like this)

Literature cited

Tables

Appendix (when applicable)

Figure legends (one page)

Figures

. For the review purpose, submit the entire manuscript, with Tables, Figure legends and Figures embedded at the end of the manuscript text, as a Microsoft Word for Windows document (*.doc), or equivalent for Mac or Linux. Do NOT submit papers as pdf files.

II. Title Page

(Do not number the title page)

. Running heads two lines below top of page.

LRH: Yaz, Pirozki, and Peigh (may not exceed 50 characters or six author names; use Yaz *et al.*) RRH: Seed Dispersal by Primates (use capitals; may not exceed 50 characters or six words)

. Complete title, flush left, near middle of page, Bold Type and Initial Caps, usually no more than 12 words.

. Where species names are given in the title it should be clear to general readers what type(s) of organism(s) are being referred to, either by using Family appellation or common name. For example: ‘Invasion of African Savanna Woodlands by the Jellyfish tree *Medusagyne oppositifolia*’, or ‘Invasion of African Savanna Woodlands by *Medusagyne oppositifolia* (Medusagynaceae)’

. Titles that include a geographic locality should make sure that this is clear to the general reader. For example: ‘New Species of Hummingbird Discovered on Flores, Indonesia’, and NOT ‘New Species of Hummingbird Discovered on Flores’.

. Below title, include author(s) name(s), affiliation(s), and unabbreviated complete address(es). Use superscript number(s) following author(s) name(s) to indicate current location(s) if different than above. In multi-authored papers, additional footnote superscripts may be used to indicate the corresponding author and e-mail address. **Please refer to a current issue.**

. At the bottom of the title page every article must include: Received ____; revision accepted ____ . (BIOTROPICA will fill in dates.)

III. Abstract Page

(Page 1)

. Abstracts should be concise (maximum of 250 words for papers and reviews; 75 words for Short Communications; no abstract for Commentary). Include brief statements about the intent, materials and methods, results, and significance of findings.

. Do not use abbreviations in the abstract.

. **Authors are strongly encouraged to provide a second abstract in the language relevant to the country in which the research was conducted**, and which will be published as Online Supplementary Materials. This second abstract should be submitted as a separate word file.

. Provide up to eight key words after the abstract, separated by a semi-colon (;). Key words should be listed alphabetically. Include location, if not already mentioned in the title. See style below. Key words should NOT repeat words used in the title. Authors should aim to provide informative key words—avoid words that are too broad or too specific.

. *Key words:* Melastomataceae; *Miconia argentea*; seed dispersal; Panama; tropical wet forest.—Alphabetized and key words in English only.

IV. Text

(Page 2, etc) See General Instructions above, or recent issue of BIOTROPICA (Section I).

- . No heading for Introduction. First line or phrase of Introduction should be SMALL CAPS.
- . Main headings are **METHODS**, **RESULTS**, and **DISCUSSION**: All CAPITALS and **Bold**. Flush left, one line.
- . One line space between main heading and text
- . Second level headings: SMALL CAPS, flush left, Capitalize first letter, begin sentence with em-dash, same line (e.g., INVENTORY TECHNIQUE.—The ant inventory...).
- . Use no more than second level headings.
- . Do not use footnotes in this section.
- . References to figures are in the form of ‘Fig. 1’, and tables as ‘Table 1’. Reference to Online Supplementary Material is as ‘Fig. 1S’ or ‘Table 1S’.

V. Literature Cited

(Continue page numbering and double spacing)

- . No ‘in prep.’ or ‘submitted’ titles are acceptable; cite only articles published or ‘in press’. ‘In press’ citations must be accepted for publication. Include journal or publisher.
- . Verify all entries against original sources, especially journal titles, accents, diacritical marks, and spelling in languages other than English.
- . Cite references in alphabetical order by first author's surname. References by a single author precede multi-authored works by the same senior author, regardless of date.
- . List works by the same author chronologically, beginning with the earliest date of publication.
- . Insert a period and space after each initial of an author's name; example: YAZ, A. B., AND B. AZY. 1980.
- . Authors Names: use SMALL CAPS.
- . **Every** reference should spell out author names as described above. BIOTROPICA no longer uses ‘em-dashes’ (—) to substitute previously mentioned authors.
- . Use journal name abbreviations (see <http://www.bioscience.org/atlas/jourabbr/list.htm>). If in doubt provide full journal name.
- . Double-space. Hanging indent of 0.5 inch.
- . Leave a space between volume and page numbers and do not include issue numbers. 27: 3-12
- . Article in books, use: AZY, B. 1982. Title of book chapter. *In* G. Yaz (ed.). Book title, pp. 24-36. Blackwell Publications, Oxford, UK.
- . Dissertations, use: ‘PhD Dissertation’ and ‘MSc Dissertation’.

VI. Tables

(Continue page numbering)

- . Each table must start on a separate page, double-spaced. The Table number should be in Arabic numerals followed by a period. Capitalize first word of title, double space the table caption. Caption should be italicized, except for words and species names that are normally in italics.
- . Indicate footnotes by lowercase superscript letters (a, b, c, etc.).
- . Do not use vertical lines in tables.
- . Ensure correct alignment of numbers and headings in the table (see current issues)

VII. Figure Legends

(Continue page numbering)

- . Double-space legends. All legends on one page.
- . Type figure legends in paragraph form, starting with 'FIGURE' (uppercase) and number.
- . Do not include 'exotic symbols' (lines, dots, triangles, etc.) in figure legends; either label them in the figure or refer to them by name in the legend.
- . Label multiple plots/images within one figure as A, B, C etc, as in 'FIGURE 1. Fitness of *Medusagyne oppositifolia* as indicated by (A) seed set and (B) seed viability', making sure to include the labels in the relevant plot.

VIII. Preparation of Illustrations or Graphs

Please consult <http://www.blackwellpublishing.com/bauthor/illustration.asp> for detailed information on submitting electronic artwork

. Black-and-white or half-tone (photographs), drawings, or graphs are all referred to as 'Figures' in the text. Consult editor about color figures. Reproduction is virtually identical to what is submitted; flaws will not be corrected. Consult a recent issue of BIOTROPICA for examples.

. If it is not possible to submit figures embedded within the text file, then submission as *.pdf, *.tif or *.eps files is permissible.

. Native file formats (Excel, DeltaGraph, SigmaPlot, etc.) cannot be used in production. When your manuscript is accepted for publication, for production purposes, authors will be asked upon acceptance of their papers to submit:

- Line artwork (vector graphics) as *.eps, with a resolution of < 300 dpi at final size
- Bitmap files (halftones or photographs) as *.tif or *.eps, with a resolution of < 300 dpi at final size

. Final figures will be reduced. Be sure that all text will be legible when reduced to the appropriate size. Use large legends and font sizes. We recommend using Arial font (and NOT Bold) for labels within figures.

- . Do not use negative exponents in figures, including axis labels.
- . Each plot/image grouped in a figure or plate requires a label (*e.g.*, A, B). Use upper case letters on grouped figures, and in text references.
- . Use high contrast for bar graphs. Solid black or white is preferred.

IX. Short Communications (up to 2500 words)

Title page should be formatted as with Papers (see above; RRH: "Short Communications")

- . No section headings.
- . Author(s) address follows literature cited.
- . 1 figure or 1 table only (additional material can be published as Online Supplementary Material).

X. Appendices

. We do NOT encourage the use of Appendices unless absolutely necessary. Appendices will be published as Online Supplementary Material in almost all cases.

. Appendices are appropriate for species lists, detailed technical methods, mathematical equations and models, or additional references from which data for figures or tables have been derived (*e.g.*, in a review paper). If in doubt, contact the editor.

. Appendices must be referred to in the text, as Appendix 1S. Additional figures and tables may be published as OSM (as described above), but these should be referred to as Fig. 1S, Table 1S.

. Appendices should be submitted as a separate file.

. The editor reserves the right to move figures, tables and appendices to OSM from the printed text, but will discuss this with the corresponding author in each case.