

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**Dinâmica temporal de beija-flores (Aves: Trochilidae) em uma área de Caatinga
no semiárido de Pernambuco, Brasil.**

Flor Maria Guedes Las-Casas

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências, área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

**Orientador: Prof. Dr. Manoel
Martins Dias Filho**

São Carlos – SP

2014

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

L337dt

Las-Casas, Flor Maria Guedes.

Dinâmica temporal de beija-flores (Aves: Trochilidae) em uma área de caatinga no semiárido de Pernambuco, Brasil / Flor Maria Guedes Las-Casas. -- São Carlos : UFSCar, 2014.
97 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2014.

1. Ornitologia. 2. Beija-flor. 3. Fenologia. 4. Sazonalidade. 5. Temperatura. I. Título.

CDD: 598 (20^a)

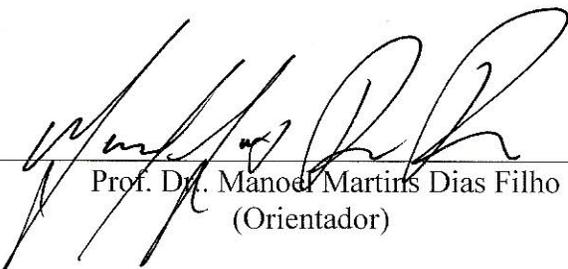
FLOR MARIA GUEDES LAS CASAS

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovada em 28 de março de 2014

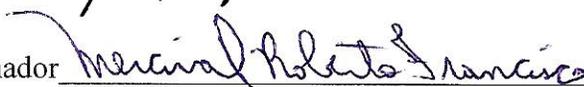
BANCA EXAMINADORA

Presidente



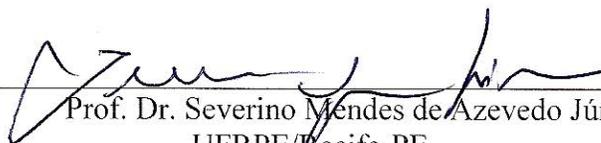
Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho
(Orientador)

1º Examinador



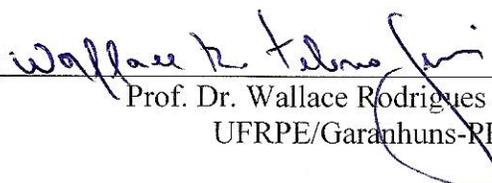
Prof. Dr. Mercival Roberto Francisco
PPGDBC/UFSCar

2º Examinador



Prof. Dr. Severino Mendes de Azevedo Júnior
UFRPE/Recife-PE

3º Examinador



Prof. Dr. Wallace Rodrigues Telino Júnior
UFRPE/Garanhuns-PE

4º Examinador



Profa. Dra. Marina Telles Marques da Silva
UNIARA/Araraquara-SP

Dedico esse trabalho aos meus avós Vó Tita e Vô Tavinho, aos meus pais Ângela e Luiz Fernando, ao meu companheiro de vida Luís Otávio, e à minha querida Tia Rosa uma amante da natureza que agora descansa em paz. Pessoas que amo muito, que sempre me apoiaram e encorajaram a seguir a estrada da Biologia e da pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas e entidades que colaboraram para a realização desse projeto de pesquisa;

Ao meu orientador Manoel Martins Dias Filho por ter aceitado me orientar, e especialmente pela confiança;

Aos meus queridos amigos de São Carlos, especialmente a Alessandra Guimarães e o Diego que me deram abrigo sempre, banho quente (nunca desejei tanto um em toda a minha vida), companhia, diversão e discussões acadêmicas, foi muito bom!

Ao meu querido sogro Jonas de Melo Souza pelo total apoio à minha pesquisa. Se não fosse por ele acho que nunca teria ido morar em Pernambuco, onde tudo começou!

Ao Luis Otávio, meu queridíssimo companheiro, que tanto me aguentou, na alegria e na agonia, sempre me dando apoio moral, cuidando dos nossos bichinhos quando eu ia a campo. Sempre do meu lado e acreditando no meu potencial. Obrigada por tudo, você foi peça chave para que eu chegasse até aqui;

Meus avós, Vó Tita e Vô Octávio, que sempre me apoiaram, acompanharam e fortaleceram. Mais duas pessoas muito importantes nessa jornada;

Aos meus pais Nanche e Ângela por também muito me ajudarem durante a minha jornada, por acreditarem na minha capacidade, e incentivarem esse caminho;

Minha mana Anatterra também foi muito importante durante os meus deslocamentos para São Carlos;

A CAPES pela bolsa de Doutorado, durante os quatro anos no programa;

Ao CEMAVE/ICMBIO pela autorização da pesquisa e fornecimento das anilhas;

Ao PPGERN pelos auxílios-campo e suporte com todos os trâmites burocráticos;
Aos Profs. Drs. Elba N. Ferraz (CEFET/PE), Elcida L. Araújo (UFRPE/PE), e Marcondes de Oliveira (ITEP/PE) pela contribuição com a identificação das espécies de plantas;

Ao Néelson do Boi, ao Dodge e ao João Caboclo queridos amigos que fiz ao longo dos campos na Serra do Pará. Obrigada pelo apoio!

Ao Murilo Arantes do CEMAVE/ICMBIO pela elaboração dos mapas da área de estudos;

A Prof^ª. Dr^ª Luciana Iannuzzi pelas discussões e ajuda com os programas estatísticos. Sempre solícita e disponível;

Ao Prof Dr. Luciano Naka pelas valiosas sugestões antes da minha qualificação;

Aos profs. Drs. Verani, Odete Rocha e Lina Bichuiette pelas valiosas contribuições e sugestões no primeiro capítulo, o da Qualificação;

Ao meu parceiro de doutorado e amigo André Nascimento pelos inúmeros *brainstorms* científicos e interessantes discussões, além do suporte com as análises dos dados! Muito engrandecedor;

Agradeço a todos que me acompanharam em campo, tornando-o possível e bem mais feliz. Em especial agradeço ao Mário Ferreira da Silva, o baixinho mais querido do nordeste. O conheci assim que cheguei em terras nordestinas, no laboratório de aves da UFPE. Tornou-se um grande amigo meu, e foi peça fundamental nos meus campos, pois quando eu não tinha a quem recorrer, era certo ele estar do meu lado. Muito grata pela sua companhia, por toda a ajuda nos campos, pelos cigarrinhos, cafezinhos e boas risadas. Obrigada amigo por tudo.

A minha orientada Jéssika Pereira, a pequenina que segurou firme 12 meses de Serra, e que foi muito guerreira e determinada. Foi minha companheira de campo, firme e forte!

Agradeço a Ra, Raquel Albuquerque, da UFRPE que também muito me acompanhou em campo. À Bruna Mirely e à Danielle Mariz do Ornitolab - UFPE pela companhia e ajuda em campo, e também pelas diversas gargalhadas! Obrigada por terem me permitido ensinar vocês, e mais ainda, aprender a ensinar;

A Carol Fieker e ao Matheus, amigos da ornitologia e de pós-graduação. MUITÍSSIMO obrigada por tudo. Pelas passarinhadas, e pela ajuda agora no final. Vocês são uns queridos. Valeu!

Ao Samuel Ribeiro e ao Alan Cerqueira pelos artigos com cheirinho de mofo, mas que foram essenciais ao projeto, uma vez que eram artigos clássicos sobre a ecologia dos beija-flores.

A grandiosa Serra do Pará por ter permitido todos esses anos de trabalho e de aprendizado na Caatinga;

Agradeço ao Prof. Dr. Severino Mendes de Azevedo-Júnior, que me iniciou na Caatinga, e permitiu que eu a conhecesse, desbravando a mata branca nordestina, hoje o quintal de casa! E também por todo o apoio durante os trabalhos de campo.

E não posso deixar de agradecer aos beija-flores e as flores!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	XII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
OBJETIVOS GERAIS.....	6
ÁREA DE ESTUDO.....	6
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91

CAPÍTULO 1 – Fatores que afetam a dinâmica temporal de beija-flores em uma área de Caatinga no semiárido pernambucano, Brasil.....	19
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
INTRODUÇÃO.....	22
MATERIAL E MÉTODOS.....	24
Área de estudo.....	24
Coleta de dados.....	24
Análise dos dados.....	27
RESULTADOS.....	28
Estações climáticas na área de estudo.....	28

Beija-flores.....	29
Recursos ornitófilos e não ornitófilos.....	34
Relações entre beija-flores x recursos florísticos e fatores climáticos.....	38
DISCUSSÃO.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

CAPÍTULO 2 – O ciclo biológico anual de beija-flores em uma área de Caatinga.....50

RESUMO.....	51
ABSTRACT.....	52
INTRODUÇÃO.....	53
MATERIAL E MÉTODOS.....	55
Área de estudo.....	55
Coleta de dados.....	58
Análise de dados.....	60
RESULTADOS.....	60
Clima.....	60
Ciclo de mudas.....	61
Atividade reprodutiva.....	63
DISCUSSÃO.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

CAPÍTULO 3 – Morfometria de beija-flores em uma área de Caatinga no agreste pernambucano.....	75
ABSTRACT.....	76
INTRODUÇÃO.....	77
MATERIAL E MÉTODOS.....	78
Área de estudo.....	78
Coleta de dados.....	80
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
Anexo 1.....	91
Anexo 2.....	93
Anexo 3.....	95

RESUMO GERAL

A fenologia de floração das plantas é o fator limitante que atua tanto na dinâmica quanto na organização das comunidades de beija-flores. Ela evolui como uma unidade em diferentes localidades, de tal maneira que a presença de uma planta pode afetar a fenologia de outras espécies. O conhecimento que se tem atualmente sobre a dinâmica e o funcionamento de comunidades biológicas na Caatinga é praticamente inexistente. O objetivo do presente estudo foi descrever a distribuição temporal da riqueza e da abundância de espécies de beija-flores, dos eventos de muda e da atividade reprodutiva, da riqueza de recursos florísticos ornitófilos e não ornitófilos, além de verificar a influência da disponibilidade desses recursos e de fatores abióticos sobre a dinâmica e o ciclo anual dos beija-flores durante dois anos em uma área de Caatinga. Apresentamos também dados morfométricos dos beija-flores. O estudo foi realizado em uma área de caatinga arbustivo-arbórea, localizada na Serra do Pará, município de Santa Cruz do Capibaribe, agreste de Pernambuco. A abundância de beija-flores variou sazonalmente, com picos durante a estação chuvosa. A temperatura teve um efeito negativo tanto sobre a riqueza quanto sobre a abundância dos beija-flores. A dinâmica da assembleia de beija-flores na Serra do Pará foi influenciada pela disponibilidade de recursos, sendo os períodos de maior abundância dos beija-flores aqueles com maior riqueza de recursos não ornitófilos em floração, e temperaturas mais amenas. A estação reprodutiva foi evidenciada durante a estação chuvosa na área de estudos. O período de maior ocorrência das mudas, especialmente de contorno e de voo simultaneamente, foi logo após o período de chuvas na região. A assembleia estudada apresentou dois ciclos de

reprodução e de muda, os quais foram associados à disponibilidade de recursos florísticos. As atividades reprodutivas e de muda foram assíncronas, com o ciclo de mudas tendo início logo após a estação reprodutiva. A assembleia de beija-flores foi caracterizada morfológicamente pelos três subgrupos reconhecidos de Trochilinae, apresentando espécies de tamanho pequeno, mediano e grande. As informações apresentadas no presente trabalho contribuem para o conhecimento das características ecológicas e morfométricas de algumas espécies de beija-flores com ocorrência na Caatinga, além de trazer informações inéditas quanto à dinâmica e o ciclo biológico anual dos beija-flores em uma área de Caatinga.

PALAVRAS-CHAVE. Abundância, Beija-flores, Fenologia, Floresta seca, Reprodução, Sazonalidade, Temperatura.

ABSTRACT

Flowering phenology of plants are the main factor controlling hummingbird community organization, and it evolves in a given area as a unit in such a manner that the presence of a plant species can affect the phenology of other plant species. Nowadays there is little information available on the dynamics of biological communities in the Caatinga. The objective of the present study was to describe the temporal distribution in species richness and abundance of hummingbirds, and also in their reproductive activities, molt cycle, richness of flowering ornithophilous and non ornithophilous plant species, verifying the influence of the availability of flowering resources and of climatic factors in the dynamics and in the annual cycle of the hummingbird assemblage during a two year period study in an area of Caatinga. We also present morphometric data. The study was conducted in an area of shrub-arboreal caatinga vegetation, located at *Serra do Pará*, municipality of *Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco*, Brazil. Hummingbird abundance varied seasonally, with peaks being observed during the rainy season. Temperature had a negative effect on both the species richness and abundance of hummingbirds. The dynamics of the hummingbird assemblage at *Serra do Pará* was influenced by resource availability, with abundance being higher during periods of lower temperatures and when higher numbers of non ornithophilous plants were flowering. Reproductive activity was evident during the rainy season. Molt, especially contour feathers and flight feathers occurring simultaneously was concentrated after the rainy season in the studied area. The assembly studied presented a bimodal cycle in reproductive activity and molt, which in turn were associated with flower availability. These two events were in

asynchrony, with molt cycles beginning after the reproductive period. The hummingbird assembly was morphologically characterized by the three sub-groups known for the Trochilinae, presenting small short-billed species, medium-sized with straight bills species, and the medium to large with long bills species. The information presented in this study contribute with ecological and morphological characteristics of some hummingbird species distributed within the Caatinga, and also new information on hummingbird dynamics and their annual cycles in an area of Caatinga.

KEY WORDS. Abundance, Dry forest, Hummingbirds, Phenology, Reproduction, Seasonality, Temperature.

INTRODUÇÃO GERAL

Os beija-flores (Aves: Trochilidae) juntamente com os morcegos da família Phyllostomidae (subfamílias Glossophaginae e Phyllostomycterinae) são os principais vertebrados nectarívoros do Novo Mundo. Devido à elevada agilidade, cognição avançada e vida longa, esses animais são polinizadores efetivos de uma série de plantas tropicais e subtropicais amplamente dispersas (Fleming *et al.* 2005).

Dentre as aves nectarívoras, os beija-flores alcançaram a máxima especialização para visitar e polinizar flores (Stiles 1981). Neles, o tamanho corporal, o bico, as estruturas da boca, o trato digestivo, a locomoção, os padrões de comportamento e o ciclo anual têm sido fortemente modificados ao longo de sua história evolutiva, para suprir os requerimentos energéticos à base do néctar das flores, embora complementem sua nutrição com pequenos artrópodes como aranhas ou insetos dos quais obtêm uma importante fonte de proteína (Stiles 1995, Zamora e Rojas 2001).

A organização ecológica das comunidades de beija-flores depende principalmente dos requerimentos energéticos específicos e do comportamento inter e intraespecífico das espécies, sendo a oferta de flores o recurso crítico para essas aves (Zamora e Rojas 2001, Gutiérrez *et al.* 2004).

Assim como acontece em outras comunidades de aves neotropicais, os beija-flores apresentam ritmos estacionais bem definidos de reprodução, muda e movimentos populacionais parciais ou totais (Stiles 1979, 1980, 1985, Zamora e Rojas 2001), no entanto, na Caatinga, esses parâmetros, exceto a observação de movimentações sazonais, até o momento não foram documentados.

Vários trabalhos sugerem que as movimentações populacionais estejam relacionadas com o padrão de floração das plantas (Toledo 1975, Stiles 1978, 1979, Arizmendi e Ornelas 1990).

No entanto, os grandes contrastes climáticos e geográficos que originam a diversidade ambiental na região neotropical não tornam possível fazer generalizações com respeito à regulação dos ciclos anuais e da dinâmica ecológica das comunidades de beija-flores. O fator limitante na organização desse grupo de aves, a fenologia de floração das plantas, evolui como uma unidade, de tal maneira que a presença de uma planta pode afetar a fenologia de outras espécies ou a mesma espécie pode mostrar diferentes padrões de uma comunidade à outra, o que leva a variações na composição das espécies em diferentes localidades, gerando padrões fenológicos particulares (Frankie *et al.* 1974, Stiles 1978, Zamora e Rojas 2001).

Conseqüentemente, as variações na capacidade de carga de diferentes ecossistemas fazem com que a composição variante das comunidades de plantas permita, por sua vez, uma correspondente diversidade nas assembleias de beija-flores, nos ritmos estacionais e nos padrões de seleção e polinização das flores nas comunidades (Zamora e Rojas 2001). De acordo com Stiles (1980) o tempo de acontecimento, ou seja, o *timing* de atividades que demandam muita energia, como a atividade reprodutiva e a muda, em relação à disponibilidade de recursos requer investigação, assim como também a influência das flutuações na disponibilidade de flores no forrageamento, nas relações de dominância, na reprodução e na sobrevivência entre as aves.

O padrão de diversidade em beija-flores, assim como em muitos outros taxa, é o de declínio no número de espécies conforme se distancia da linha do equador, contudo, as causas para esse declínio ainda são controversas, e envolvem, dentre outros fatores, a disponibilidade de recursos e/ou fatores climáticos (Abrahamczyk e Kessler 2010).

A maior radiação adaptativa das linhagens existentes de beija-flores começou, aparentemente, no início do Mioceno (cerca de 18 milhões de anos) (Bleiweiss 1998a, Fleming *et al.* 2005). Essa radiação produziu sete principais grupos (um de eremitas e seis de não eremitas) que contêm um total de 330 espécies existentes (Bleiweiss *et al.* 1997, Fleming *et al.* 2005). Essas aves, pertencentes à família dos Trochilidae, são exclusivamente americanas, sendo que dessas 330 espécies, 83 espécies ocorrem no Brasil e 28 espécies compõem a troquilifauna do domínio da Caatinga (Schuchmann 1999, Silva *et al.* 2003, CBRO 2014).

Os Trochilidae ocorrem em duas subfamílias: os Phaethornithinae, conhecidos como eremitas, que contêm seis gêneros e 34 espécies; e os Trochilinae, os não eremitas, que contêm 96 gêneros e 294 espécies (Schuchmann 1999). Esses dois grupos diferem substancialmente quanto à riqueza de espécies, afinidades com o habitat e estratégias de forrageamento e de acasalamento (Fleming *et al.* 2005).

Apesar de ser desconhecido o local de origem dos Trochilidae (Bleiweiss 1998a, Fleming *et al.* 2005), acredita-se que tenha sido na região andina, no norte da América do Sul (Rahbek e Graves 2000, Fleming *et al.* 2005). Os primeiros beija-flores devem ter vivido nos habitats das terras baixas, e duas principais radiações de não eremitas ocorreram nas terras altas (*uplands*) nos Andes (Bleiweiss 1998b, Fleming *et al.* 2005).

Os eremitas são encontrados principalmente nos habitats das terras baixas na América tropical. São aves de sub-bosque e alcançam a sua máxima dominância e diversidade a nível comunitário nos bosques úmidos de terras baixas a menos de 1000 metros de elevação, especialmente na Amazônia (Stiles 1985, Zamora e Rojas 2001, Fleming *et al.* 2005).

A maioria das espécies de beija-flores nesse grupo é morfológicamente caracterizada por apresentar bico longo e curvado. São especializados para visitarem flores da Ordem Zingiberales, como por exemplo, espécies de plantas do gênero *Heliconia* e espécies da família Costaceae. Os eremitas frequentemente forrageiam via rondas de alto ganho (*traplining*) e muitas espécies apresentam o comportamento reprodutivo de *lek* (Bleiweiss 1998b, Fleming *et al.* 2005).

Os não eremitas ocorrem em uma ampla variedade de habitats nas Américas do Norte, Central, do Sul e Caribe (Fleming *et al.* 2005). São representados pelas espécies numericamente mais importantes na maioria das comunidades estudadas, e são os únicos colibris presentes nos extremos de distribuição da família latitudinalmente, altitudinalmente e nos ambientes mais secos (Stiles 1985, Zamora e Rojas 2001).

Os não eremitas incluem muitas espécies de bico reto, que forrageiam no dossel das florestas tropicais baixas, assim como em uma extensa variedade de habitats abertos e em altas elevações. Muitos Trochilinae defendem territórios exaustivamente e de vez em quando realizam também rondas de alto ganho; geralmente apresentam sistemas de acasalamento promíscuos e que não envolvem *leks*. Os Trochilinae obtiveram muito mais sucesso na colonização das terras altas nos habitats tropicais, Caribe e região temperada da América do Norte (Stiles 1981).

A estrutura e a organização das comunidades de beija-flores nas regiões temperadas e tropicais vêm sendo estudadas desde os anos 70 (Snow e Snow 1972, Lack 1973, Feinsinger 1976, Wolf *et al.* 1976, Carpenter 1978, Stiles 1978, Feinsinger e Colwell 1978, Brown e Kodrick-Brown 1979, Snow e Snow 1980, Stiles 1981, Kodrick-Brown *et al.* 1984, Brown e Bowers 1985, Stiles 1985, Arizmendi e Ornelas 1990, Bawa 1990, Lara 2006, Cotton 2007).

No Brasil, os estudos que abordam as comunidades de beija-flores e suas flores são restritos, na sua maioria, ao sudeste brasileiro, destacando-se os de Snow e Teixeira (1982), Snow e Snow (1986), Sazima *et al.* (1995, 1996), Cotton (1998), Buzato *et al.* (2000), Vasconcelos e Lombardi (2000, 2001), Araújo e Sazima (2003).

Sobre as interações entre esse grupo de aves e as plantas a maioria dos estudos se refere principalmente à biologia floral, polinização e/ou reprodução de uma ou poucas espécies de planta, onde as aves são descritas como polinizadores ou pilhadores (Mendonça e Anjos 2003).

Na Caatinga existem apenas os estudos de Machado (2009), Las-Casas *et al.* (2012) e Moura (2012) que documentam a composição e a organização de assembleias de beija-flores e as plantas visitadas e/ou polinizadas em comunidades com diferentes fitofisionomias. E o de Leal *et al.* (2006) que estudam a polinização de beija-flores em espécies de plantas ornitófilas. No entanto, nenhum deles avaliou a influência da sazonalidade ambiental e da sazonalidade da oferta de recursos florísticos sobre a dinâmica da assembleia de beija-flores.

De acordo com esses estudos 10 espécies de beija-flores atuaram como polinizadores de 63 espécies de plantas, sendo que destas, apenas 19 espécies de plantas apresentaram a síndrome da ornitofilia, demonstrando assim a importância

de espécies de plantas não ornitófilas na dieta dos beija-flores, e consequente polinização e manutenção da diversidade na Caatinga.

Por outro lado, mostra o desconhecimento que ainda existe não somente sobre os recursos florísticos que são utilizados pelos beija-flores, mas das outras 18 espécies de beija-flores com ocorrência para a Caatinga, sobre a dinâmica das assembleias dessas aves em relação à oferta de recursos florísticos e de fatores abióticos, assim como de uma série de informações importantes relacionadas ao ciclo anual desse grupo e da avifauna como um todo.

A Caatinga é um tipo vegetacional que está inserida em uma região semiárida, exclusivamente brasileira (Aguiar *et al.* 2002, MMA 2002) e é considerada a quarta maior formação vegetacional do país após a Amazônia, o Cerrado e a Mata Atlântica (Aguiar *et al.* 2002). É o principal ecossistema existente na Região Nordeste, cobrindo uma área de aproximadamente 800.000 km² (Ab' Saber 1974). Abrange os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, sudeste do Piauí, oeste de Alagoas e Sergipe, região norte e central da Bahia, e uma faixa que se estende por Minas Gerais seguindo o Rio São Francisco (Prado 2003).

Há muitos anos a Caatinga vem sofrendo com o processo de modificação da sua vegetação natural, a qual vem sendo transformada em pastagens, terras agricultáveis e outros tipos de uso intensivo do solo (IBGE 1993), resultando na salinização e consequente aceleração do processo de desertificação (Castelletti *et al.* 2004). Além disso, tem o menor número e a menor extensão protegida dentre todos os biomas brasileiros, com apenas 11 áreas de proteção integral que cobrem

menos de 1% da região, sendo que as áreas remanescentes encontram-se amplamente fragmentadas (Leal *et al.* 2005).

Os habitats áridos e semiáridos tropicais recebem menos de 500 a 800 mm de precipitação média anual, respectivamente, e são caracterizados por um longo período de estiagem (Sarmiento 1976, Poulin *et al.* 1992). Essas condições climáticas são extremamente diferentes das encontradas nas regiões da maioria dos estudos ecológicos conduzidos previamente.

Levando em consideração o efeito dos fatores climáticos na qualidade e na abundância dos recursos disponíveis nas comunidades tropicais (Janzen 1967, Karr 1976, Wolda 1978, Poulin *et al.* 1992) como será a resposta das aves, e neste caso especificamente, dos beija-flores nesses ambientes mais secos?

OBJETIVOS GERAIS

O objetivo do presente estudo é descrever a distribuição temporal da riqueza e da abundância de espécies de beija-flores, do ciclo de mudas, da atividade reprodutiva, da riqueza de recursos florísticos ornitófilos e não ornitófilos, além de verificar a influência da disponibilidade de recursos florísticos e de fatores abióticos sobre a dinâmica e o ciclo anual dos beija-flores durante dois anos em uma área de Caatinga. Apresentamos também dados morfométricos dos beija-flores.

ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado na Serra do Pará (SDP), localizada no Distrito do Pará, município de Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco (7°52'29.20"S/36°24'10.06"W) (Figura 1). O município está incluído na mesorregião Agreste, Microrregião Alta

Capibaribe do Estado de Pernambuco e encontra-se inserido dentro da unidade geoambiental da Depressão Sertaneja e geologicamente na Província da Borborema, representando a paisagem típica do semiárido nordestino (CPRM 2005).

A vegetação da região é composta basicamente por Caatinga Hiperxerófila, com trechos de Floresta Caducifólia (CPRM 2005). A fitofisionomia predominante na SDP é de caatinga arbustivo-arbórea densa, apresentando também áreas com afloramentos rochosos, denominados de lajedos na região (Las-Casas *et al.* 2012) (Figura 2). Essas áreas de lajedos na SDP são encontradas em alguns trechos de encosta, acima dos 500 m de altitude, e no topo (aproximadamente 730 m), onde predominam espécies de Euphorbiaceae, Cactaceae, e Bromeliceae e são utilizadas pela avifauna como área de alimentação e de nidificação (observação pessoal).



Figura 2. Paisagens da Serra do Pará. **A.** Vista geral, estação chuvosa. **B.** Vista geral, estação seca. **C.** Transecto I, estação chuvosa. **D.** Transecto II, estação seca. **E.** Lajedo na encosta. **F.** Lajedo no topo. Fotos: Flor Guedes.

O clima da região é classificado como sendo semiárido, do tipo Bsh, segundo a classificação de Köppen. As chuvas são irregularmente distribuídas ao longo do ano (três a cinco meses) com déficit hídrico durante a maior parte dos meses (Sampaio 1995).

De acordo com os dados climáticos históricos da região, a estação chuvosa variou ao longo dos últimos 20 anos, não somente quanto ao período em que ocorreram as chuvas, mas também quanto ao volume de precipitação ao longo dos meses e dos anos. Lembrando de que o início, a intensidade e a duração da precipitação variam interanualmente. De acordo com esses dados, a estação chuvosa ocorre na região entre fevereiro e agosto, sendo junho o pico da estação chuvosa (Figura 3).

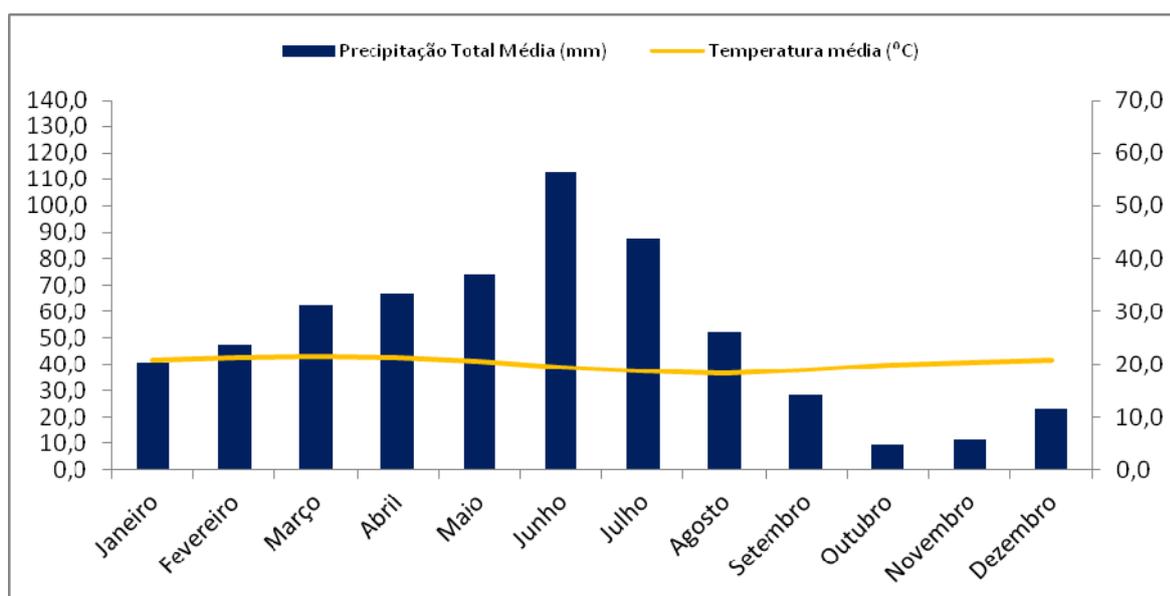


Figura 3. Dados climáticos históricos: médias anuais de temperatura e de precipitação dos últimos 20 anos. Fonte: INMET 2012.

Quanto a temperatura, no primeiro ano de amostragem a média foi de 23,8°C e máxima de 25,4°C, em abril de 2012. O segundo ano de amostragem foi mais quente, apresentando um aumento na média anual de 1°C (24,2°C) e máxima de 26,3°C, em março de 2013.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahamczyk, S. e Kessler, M. 2010. Hummingbird diversity, food niche characters, and assemblage composition along a latitudinal precipitation gradient in the Bolivian lowlands. *Journal of Ornithology* 151: 615-625.
- Ab'Saber, A.N. 1974. O domínio morfoclimático semiárido das Caatingas brasileiras. *Geomorfologia* 43: 1-39.
- Aguiar, J.; Lacher, T. e Silva, J.M.C. 2002. The Caatinga. Pp: 174-181. In: *Wilderness. Earth's Last Wild Places* (P. R. Gil, ed.). Cemex, Cidade do México.
- Araújo, A.C. e Sazima, M. 2003. The assemblage of flowers visited by hummingbirds in the "capões" of southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Flora* 198: 1-9.
- Arizmendi, M.C. e Ornelas, J.F. 1990. Hummingbirds and their floral resources in a tropical dry Forest in Mexico. *Biotropica* 22: 172-180.
- Bawa, K.S. 1990. Plant-pollinator interactions in a tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 339-422.

- Bleiweiss, R. 1998a. Tempo and mode of hummingbird evolution. *Biological Journal of the Linnean Society* 65: 63-76.
- Bleiweiss, R. 1998b. Origin of hummingbird faunas. *Biological Journal of the Linnean Society* 65: 63-76.
- Bleiweiss, R.; Kirsch, J.A.W. e Matheus, J.C. 1997. Dna hybridization evidence for the principal lineages of hummingbirds (Aves: Trochilidae). *Molecular Biology and Evolution* 14: 325-343.
- Brown, J.H. e Bowers, M.A. 1985. Community organization in hummingbirds: relationships between morphology and ecology. *The Auk* 102: 251-269.
- Brown, J.H. e Kodrick-Brown, A. 1979. Convergence, competition and mimicry in a temperate community of hummingbird-pollinated flowers. *Ecology* 60:1022-1035.
- Buzato, S.; Sazima, M. e Sazima, I. 2000. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic Forest sites. *Biotropica*32: 824-841.
- Carpenter, F.L. 1978. A spectrum of nectar-eater communities. *American Zoologist* 18: 809-819.
- Castelletti, C.H.M.; Santos, A.M.M; Tabarelli, M. e Silva, J.M.C. 2004. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. Pp. 719-734. In: *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Leal, I.R.; Tabarelli, M. e Silva J.M.C. (Orgs.). Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- CBRO. 2014. Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Lista das Aves do Brasil*. Disponível em <http://cbro.org.br>. Acesso em 11/02/2014.

- Cotton, P.A. 1998. The community organization of a lowland Amazonian forest. *Ibis* 140: 512-521.
- Cotton, P.A. 2007. Seasonal resource tracking by Amazonian hummingbirds. *Ibis* 149: 135-142.
- CPRM. 2005. Serviço Geológico do Brasil. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Santa Cruz do Capibaribe.
- Feinsinger, P. 1976. Organization of a tropical guild of nectarivorous birds. *Ecological Monographs* 46: 257-291.
- Feinsinger, P. e Colwell, R.K. 1976. Community organization among neotropical nectar-feeding birds. *American Zoology* 18: 779-795.
- Fleming, T.H.; Muchhala, N. e Ornelas, J.F. 2005. New World Nectar-feeding vertebrates: community patterns and processes. Pp: 163-185. In: *Contribuciones Mastozoológicas em homenagem a Bernard Villa*. Sanchez-Cordeiro, V. e Medellín, R.A. (Eds.). 706p. Instituto de Biología, UNAM; Instituto de Ecología, UNAM, Conabio. México.
- Frankie, G.W.; Baker, G. e Opler, P.A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62: 881-919.
- Gutiérrez, A.Z.; Rojas-Nossa, S.V. e Stiles, F.G. 2004. Dinámica anual de la interacción colibrí-flor emecosistemas altoandinos. *Ornitología Neotropical* 15(Suppl.): 205–213.

- IBGE. 1992. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. IBGE. Rio de Janeiro. Série Manuais Técnicos em Geociências, no. 1.
- Janzen, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21: 620-637.
- Kar, J.R. 1976. Seasonality, resource availability, and community diversity in tropical bird communities. *American Naturalist* 110: 973-994.
- Kodric-Brown, A.; Byers, G.S. e Gori, D.F. 1984. Organization of a tropical island community of hummingbirds and flowers. *Ecology* 65: 1358-1368.
- Lack, D. 1973. The numbers of species of hummingbirds in the West Indies. *Evolution* 27: 326-337.
- Lara, C. 2006. Temporal dynamics of flower use by hummingbirds in a highland temperate forest in Mexico. *EcoScience* 13 (1): 23-29.
- Leal, F.C.; Lopes, A.V. e Machado, I.C. 2006. Polinização por beija-flores em uma área de Caatinga no Município de Floresta, Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29 (3): 379-389.
- Leal, I.R.; Silva, J.M.C.; Tabarelli, M. e Lacher Júnior, T.E. 2005. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. *Megadiversidade* 1 (1): 139-146.
- Machado, C.G. 2009. Beija-flores (Aves: Trochilidae) e seus recursos florais em uma área de caatinga da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Zoologia* 26 (2): 255-265.

- Mendonça, L.B. & Anjos, L. 2005. Beija-flores (Aves, Trochilidae) e seus recursos florais em uma área urbana do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(1): 51-59.
- MMA. 2002. Ministério do Meio Ambiente. *Avaliação e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da Caatinga*. Universidade Federal de Pernambuco. Fundação de Apoio ao Desenvolvimento. Conservation International do Brasil, Fundação Biodiversitas, EMBRAPA/Semiárido. MMA/SBF, Brasília.
- Moura, A.D.C. 2012. *Beija-flores (Aves: Trochilidae) e as plantas em que forrageiam em uma comunidade de caatinga de altitude da Chapada Diamantina, Bahia*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia, Brasil.
- Prado, D.E. 2003. As caatingas da América do Sul. Pp. 262-263. In: *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Leal, I.R.; Tabarelli, M. e Silva, J.M.C. (Orgs.). Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Poulin, B., Lefebvre, G. e Mcneil, R. 1992. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology* 73 (6): 2295–2309.
- Rahbek, C. e Graves, G.R. 2000. Detection of macroecological patterns in South American hummingbirds is affected by spatial scale. *Proceedings of the Royal Society of London B* 267: 2259-2265.
- Sampaio, E.V.S. 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. Pp:35-63. In: *Seasonally dry tropical forests*. Bullock, S.H.; Mooney, H.A. e Medina, E. (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge.

- Sarmiento, G. 1972. Ecological and floristic convergence between seasonal plant formations of tropical and subtropical South America. *Journal of Ecology* 60: 367-410.
- Sazima, I.;Buzato, S. e Sazima, M. 1995. The Saw-Billed Hermit *Ramphodon naevius* and its flowers in southeastern. *Journal fur Ornithologie*136: 195–206.
- Sazima, I.;Buzato, S. e Sazima, M. 1996.An assemblage of hummingbird-pollinated flowers in a montane forest in southeastern Brazil. *Botanica Acta* 109:81-176.
- Schuchmann, K. 1999. Family Trochilidae (Hummingbirds). Pp. 468-680. *In*: Del Hoyo, J.; Elliot, A. e Sargatall, J. (Eds.) *Handbook of the Birds of the World* Vol. 5. Barn-owls to Hummingbirds. Barcelona. Lynx Edicions.
- Snow, D.W. & Snow, B.K. 1980. Relationships between hummingbirds and flowers in the Andes of Colombia. *Bulletin of the British Museum (Natural History: Zoology)* 38 (2): 105-139.
- Stiles, F.G. 1978. Temporal organization of flowering among the hummingbird foodplants of a tropical wet forest. *Biotropica* 10: 194-210.
- Stiles, F.G. 1979. El ciclo anual em uma comunidade coadaptada de colibríes y flores em el Bosque Tropical muyhúmedo de Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 27 (1): 75-101.
- Stiles, F.G. 1980. The Annual Cycle in a tropical wet forest hummingbird community. *Ibis* 122: 322-343.

- Stiles, F.G. 1995. Behavioral, ecological and morphological correlates of foraging for arthropods by the hummingbirds of a tropical wet forest. *The Condor* 97 (4): 853-878.
- Snow, D.W. e Snow, B.K. 1986. Feeding ecology of hummingbirds in the Serra do Mar, southeastern Brazil. *El Hornero* 12: 286-296.
- Snow, D.W. e Teixeira, D.L. 1982. Hummingbirds and their flowers in the coastal mountains of southeastern Brazil. *Journal für Ornithology* 123: 446-450.
- Toledo, V.M. 1975. La Estacionalidad de las Flores Utilizadas por lós Colibríes de uma Selva Tropical Humeda em Mexico. *Biotropica* 7 (1): 63-70.
- Vasconcelos, M.F. e Lombardi, J.A. 2000. Espécies vegetais visitadas por beija-flores no meio do verão no Parque Estadual Pedra Azul, Espírito Santo. *Melopsitaccus* 3: 36-41.
- Vasconcelos, M.F. e Lombardi, J.A. 2001. Hummingbirds and their flowers in the camposrupestres of southern Espinhaço Range, Brazil. *Melopsitaccus* 4: 3-30.
- Wolda, H. 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. *Journal of Animal Ecology* 47: 369-381.
- Wolf, L.L.; Stiles, F.G e Hainsworth, F.R. 1976. Ecological organization of a tropical highland hummingbird community. *Journal of Animal Ecology* 32:349-379.
- Zamora, E.A.G. e Rojas, S.V.R. 2001. *Dinamica annual de la interaccion colibrí-flor em ecossistemas altoandinos del volcán Galeras, Sur de Colômbia*. Trabalho de graduação para adquirir o título de biólogo. Departamento de Biologia, Faculdade de Ciências, Universidade Nacional da Colômbia, Bogotá.

CAPÍTULO 1

Fatores que afetam a dinâmica temporal de uma assembleia de beija-flores em uma área de Caatinga no semiárido pernambucano, Brasil.



Besourinho-de-bico-vermelho, *Chlorostilbon lucidus* (macho adulto). Foto: Flor Guedes

RESUMO

As assembleias de beija-flores tropicais são conhecidas por responderem às variações sazonais na disponibilidade de recursos florísticos, sendo a riqueza de espécies de plantas a variável que controla tanto a riqueza local quanto a regional nesse grupo. Entre junho de 2011 e maio de 2013 foi avaliada a distribuição temporal na riqueza e na abundância das espécies de beija-flores, assim como na riqueza de recursos florísticos ornitófilos e não ornitófilos em floração em uma área de Caatinga no semiárido de Pernambuco, Brasil. Foi investigado como que a fenologia de floração e os fatores climáticos (precipitação e temperatura) estão relacionados com a distribuição da riqueza e da abundância dos beija-flores. A abundância dos beija-flores variou sazonalmente, com picos especialmente durante a estação chuvosa. A riqueza de espécies de plantas ornitófilas e de não ornitófilas em floração apresentou marcada sazonalidade no primeiro ano de amostragem, que foi caracterizado por um período chuvoso mais distribuído ao longo do ano e com maior volume de precipitação anual. A temperatura teve um efeito negativo tanto sobre a riqueza quanto sobre a abundância dos beija-flores. A dinâmica da assembleia de beija-flores na Serra do Pará foi influenciada pela disponibilidade de recursos florísticos, sendo os períodos de maior abundância dos beija-flores aqueles com maior riqueza de recursos não ornitófilos em floração, e temperaturas mais amenas.

PALAVRAS-CHAVE. Abundância, Beija-flores, Caatinga, Recursos florísticos, Sazonalidade, Temperatura.

ABSTRACT. *Factors affecting the temporal dynamics of a hummingbird assemblage in an area of Caatinga scrub in the semi-arid zone of Pernambuco State, northeastern Brazil.*

Tropical hummingbird assemblages are known to respond to seasonal variations in flower resources availability, and richness of plant species is the variable which controls local and regional hummingbird species richness. Between June 2011 and May 2013 hummingbird species richness and abundance, as well as ornithophilous and non ornithophilous plant species richness were evaluated in an area of Caatinga scrub vegetation in the semi-arid zone of Pernambuco state, Brazil. The relationship between hummingbird species richness and abundance and flowering phenology and climatic factors (precipitation and temperature) was also investigated. Hummingbird abundance varied seasonally, with peaks being observed primarily during the rainy season. Ornithophilous and non-ornithophilous plant species richness varied seasonally during the first year of the study, which presented higher annual precipitation indices and a rainy season better distributed during the year. Temperature had a negative effect on both the species richness and abundance of hummingbirds. The dynamics of the hummingbird assemblage at Serra do Pará was influenced by flower resource availability, with abundance being higher during periods of lower temperatures and when higher number of non ornithophilous plants were flowering.

KEY WORDS. Abundance, *Caatinga*, Floral resources, Hummingbirds, Seasonality, Temperature.

INTRODUÇÃO

As assembleias de polinizadores são reguladas principalmente pela sazonalidade climática e pela variação espacial e temporal dos recursos alimentares (Cotton 2007, Martínez-Gonzalez *et al.* 2010, Abrahamczyk *et al.* 2011). Dentre as aves nectarívoras conhecidas, os troquilídeos (beija-flores) são os mais especializados para visitar e polinizar flores (Wolf *et al.* 1976, Stiles 1981).

A família dos Trochilidae distribui-se em duas subfamílias, a dos eremitas, os Phaethornithinae, que são aves de sub-bosque e alcançam a sua máxima dominância e diversidade a nível comunitário nos bosques úmidos de terras baixas a menos de 1000 metros de elevação, especialmente na Amazônia.

Já os ditos verdadeiros beija-flores pertencem à subfamília dos Trochilinae. São representados pelas espécies numericamente mais importantes na maioria das comunidades estudadas e são os únicos colibris presentes nos extremos de distribuição da família: latitudinalmente, altitudinalmente e nos ambientes mais secos (Stiles 1985, Zamora e Rojas 2001).

Esses dois grupos diferem substancialmente quanto à riqueza de espécies, afinidades com o habitat e estratégias de forrageamento e acasalamento (Fleming *et al.* 2005).

As comunidades de beija-flores tropicais são conhecidas por responderem às variações sazonais na disponibilidade dos recursos florísticos (Feinsinger 1976, Des Granges 1979, Montgomerie e Gass 1981, Stiles 1985), sendo a riqueza de espécies de flores o principal fator que controla tanto a riqueza regional, quanto a local nesse grupo (Fleming *et al.* 2005).

Devido a grande dependência dos beija-flores ao néctar das flores, propõe-se que a diversidade de beija-flores seja em parte determinada pela diversidade de plantas que determina o nicho das espécies (Wolf *et al.* 1976, Stiles 1981, Abrahamczyk e Kessler 2010). Por isso os beija-flores são considerados um excelente modelo para se avaliar a relação entre a disponibilidade de recursos e a abundância das espécies (Cotton 2007, Abrahamczyk e Kessler 2010).

No Brasil, os estudos que abordam as comunidades de beija-flores e suas flores são restritos na sua maioria ao sudeste brasileiro (Snow e Teixeira 1982, Buzato *et al.* 2000), sendo que a maioria desses estudos refere-se à biologia floral, à polinização e/ou reprodução de uma ou poucas espécies de planta (s), onde as aves são descritas como polinizadores ou pilhadores (Mendonça e Anjos 2003).

Na Caatinga são inexistentes trabalhos que busquem avaliar a estrutura e a dinâmica das assembleias de aves com relação à variação climática e a disponibilidade de recursos alimentares. Os trabalhos conduzidos com os beija-flores e os recursos florais na Caatinga reportam principalmente a presença das espécies de beija-flores e das flores visitadas em uma determinada localidade, assim como a organização dessas comunidades em relação aos comportamentos de forrageamento dos beija-flores (Leal *et al.* 2006, Machado 2009, Las-Casas *et al.* 2012a).

Neste sentido, o objetivo deste estudo é determinar a distribuição temporal da riqueza e da abundância dos beija-flores, assim como da riqueza de espécies de plantas ornitófilas e não ornitófilas em floração, além de investigar como que a fenologia de floração e os fatores climáticos (precipitação e temperatura) estão relacionados com a distribuição da riqueza e da abundância dos beija-flores.

Testamos a hipótese de que a riqueza e a dinâmica temporal das espécies de beija-flores respondem à variação temporal na disponibilidade de recursos florísticos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi realizado na Serra do Pará (SDP), uma área de preservação permanente, localizada no Distrito do Pará, distrito-sede do município de Santa Cruz do Capibaribe, no estado de Pernambuco, Brasil (7°52'29.20"S/36°24'10.06"W; Fig.1). O clima da região é classificado como semiárido, do tipo BSh, segundo a classificação de Köppen. As chuvas são irregularmente distribuídas ao longo dos anos, variam entre três a cinco meses anualmente, podendo ocorrer entre março e agosto, segundo os dados termopluviométricos dos últimos 20 anos (*dados não publicados*).

A vegetação da região é composta basicamente por Caatinga Hiperxerófila, com trechos de Floresta Caducifólia (CPRM 2005). A fitofisionomia predominante na SDP é de caatinga arbustivo-arbórea densa, apresentando também áreas com afloramentos rochosos denominados de lajedos na região (Las-Casas *et al.* 2012b).

Coleta de dados

A variação temporal na riqueza e na abundância dos beija-flores e na riqueza de espécies de plantas ornitófilas e não ornitófilas foi avaliada mensalmente através de 24 expedições, entre junho de 2011 e maio de 2013.

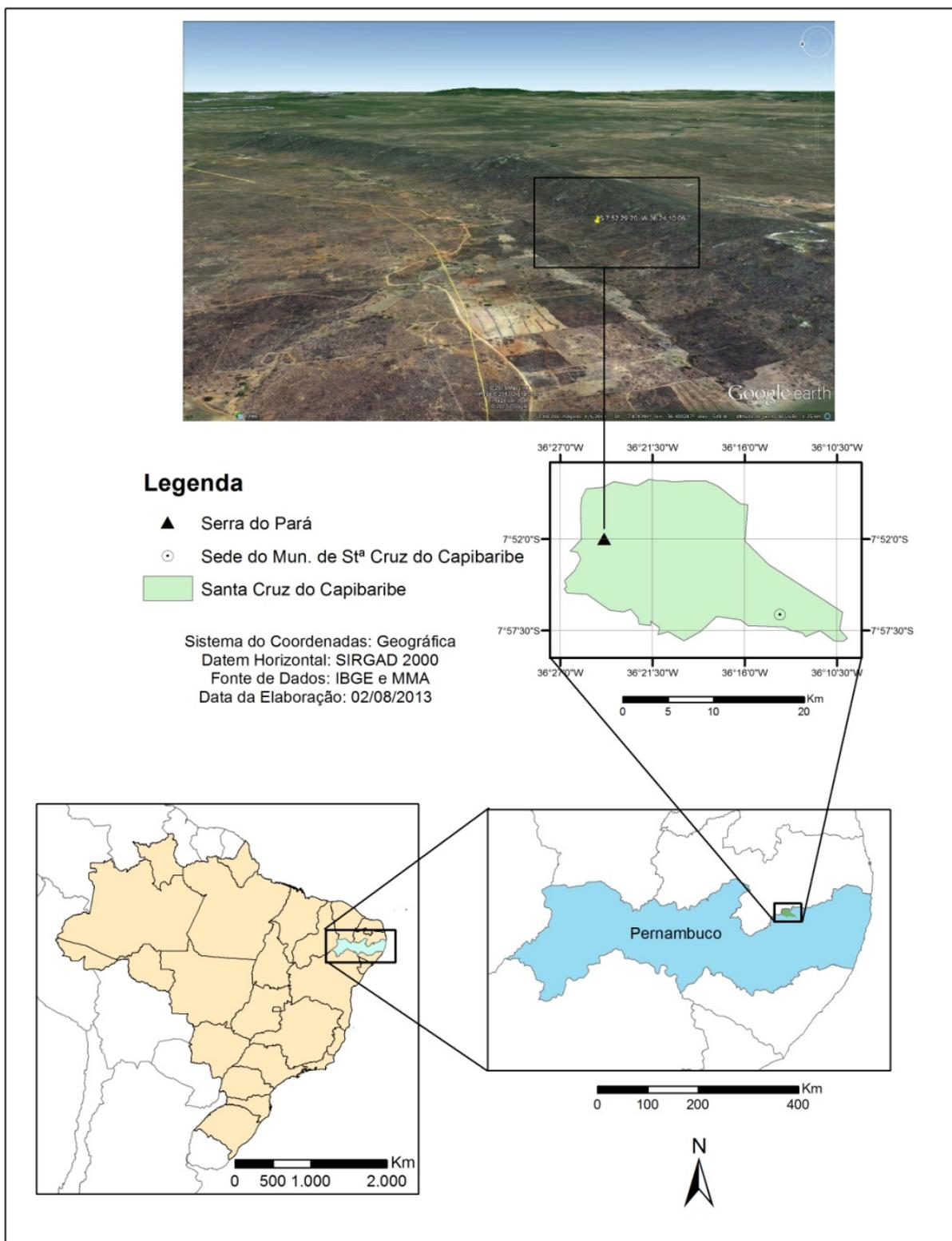


Figura 1. Localização da Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil.

A riqueza e a abundância mensal dos beija-flores foram amostradas por meio da metodologia de pontos de escuta (Blondel *et al.* 1970, Vielliard e Silva 1990). Foram determinados 15 pontos de contagem distribuídos em três quilômetros de transecção, e distantes entre si 200 metros. Durante três dias consecutivos cinco pontos de contagem foram amostrados/dia. Em cada ponto de escuta, durante 20 minutos toda espécie de beija-flor vista e/ou ouvida era registrada, obtendo-se um valor de abundância absoluta. Os censos dos beija-flores foram realizados no período da manhã, trinta minutos após o nascer do sol. Foram utilizadas cerca de três horas de amostragem/dia, nove horas/mensais, e um esforço total de cerca de 216 horas de observação. As recomendações quanto a aplicação do método segue o descrito em Vielliard *et al* (2010).

A identificação das espécies de beija-flores foi baseada na observação direta, através da visualização com binóculos, e/ou por meio de vocalizações. As espécies não identificadas no local tiveram as suas vocalizações gravadas e comparadas com arquivos sonoros para identificação *a posteriori*. As vocalizações foram gravadas em um gravador digital Marantz PMD 671, com o auxílio de microfone unidirecional Sennheiser ME 66. A nomenclatura taxonômica utilizada neste trabalho seguiu o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO) 2014.

As espécies de plantas foram identificadas segundo levantamento feito por Las-Casas *et al.* 2012a. Espécies de plantas novas foram coletadas, fotografadas e enviadas a especialistas para identificação. A nomenclatura utilizada para as espécies de plantas seguiu o *The International Plant Names Index* INPI (2014), enquanto que para as famílias o *Angiosperm Phylogeny Group II* (Souza e Lorenzi 2008). As síndromes de polinização, especialmente ornitofilia, foram identificadas

segundo um estudo previamente conduzido na área por Las-Casas *et al.* (2012a), e especialistas, quando necessário.

A fenologia de floração das espécies de plantas foi realizada através de observações da fenofase de floração em três transectos permanentes, totalizando três quilômetros (Bencke e Morellato 2002). Mensalmente, cada um desses transectos era percorrido, totalizando três dias de amostragem por campanha, e um esforço de nove horas mensais de amostragem.

Os dados climatológicos foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação do município de Surubim, 3º Distrito (DISME/RECIFE), distante 96 km da SDP. De acordo com a Organização Meteorológica Mundial, cada estação tem um raio de representatividade de 150 km centrada na estação (INMET 2012). Um gráfico termopluiométrico foi construído para ilustrar a variação climática e determinarmos as estações climáticas durante o período amostral.

Análise de dados

Análises circulares foram aplicadas para verificar a distribuição temporal e sazonalidade das variáveis estudadas. Para os cálculos dos parâmetros da estatística circular os meses foram convertidos em ângulos de 0° que corresponde ao mês de janeiro, e a 330° que corresponde a dezembro, com intervalos de 30°. Foi aplicado o teste de Rayleigh para analisar a distribuição circular quanto à uniformidade e sazonalidade das variáveis estudadas, calculando-se o ângulo médio (a) para a frequência dos eventos das espécies e a concentração (r) do evento ao redor do ângulo médio (Zar 2010). A intensidade da concentração do evento ao redor do ângulo médio, representada por r , pode ser considerada uma medida de

grau de sazonalidade. O valor de r varia de zero (quando o evento está distribuído uniformemente ao longo do ano) a um (quando o evento está concentrado em um mês/período). As análises circulares foram realizadas no software Oriana 4.0 (Kovach 2003).

As relações entre a riqueza e a abundância dos beija-flores com as variáveis explanatórias foram analisadas por meio de regressões lineares múltiplas e regressões múltiplas escalonadas (Zar 2010). As fórmulas dos modelos foram em todos os casos: 'variável resposta' ~ 'riqueza mensal de plantas ornitófilas' + 'riqueza mensal de plantas não ornitófilas' + 'precipitação mensal' + 'temperatura média mensal'. Os dados foram transformados $\log(x+1)$ a fim de reduzir a variação na amplitude dos dados (Zar 2010). Essas análises foram realizadas utilizando o software estatístico R (R Development Core Team 2012). Todos os testes foram realizados com um nível de significância estabelecido em $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Estações climáticas na área de estudo

Verificam-se dois períodos de chuva anual na região, um mais longo e um mais curto denominado regionalmente de “trovoada”, e que geralmente antecede o início da estação chuvosa propriamente dita. O segundo ano de amostragem foi mais seco do que o primeiro, pois a estação chuvosa nesse período foi mais curta tanto em relação à duração quanto ao volume de precipitação (Fig.2.).

No primeiro ano de amostragem, compreendido entre junho de 2011 e maio de 2012, a estação chuvosa ocorreu entre junho e agosto de 2011 e a trovoada ocorreu em janeiro e fevereiro de 2012. No segundo ano de amostragem, compreendido

entre junho de 2012 e maio de 2013, a estação chuvosa foi definida entre junho e julho de 2012 sem as trovoadas no início do ano (Fig.2). Um pico no índice pluviométrico ocorre novamente em abril de 2013, que daria início à estação chuvosa do ano de 2013, contudo a estiagem permaneceu na região (*observação pessoal*).

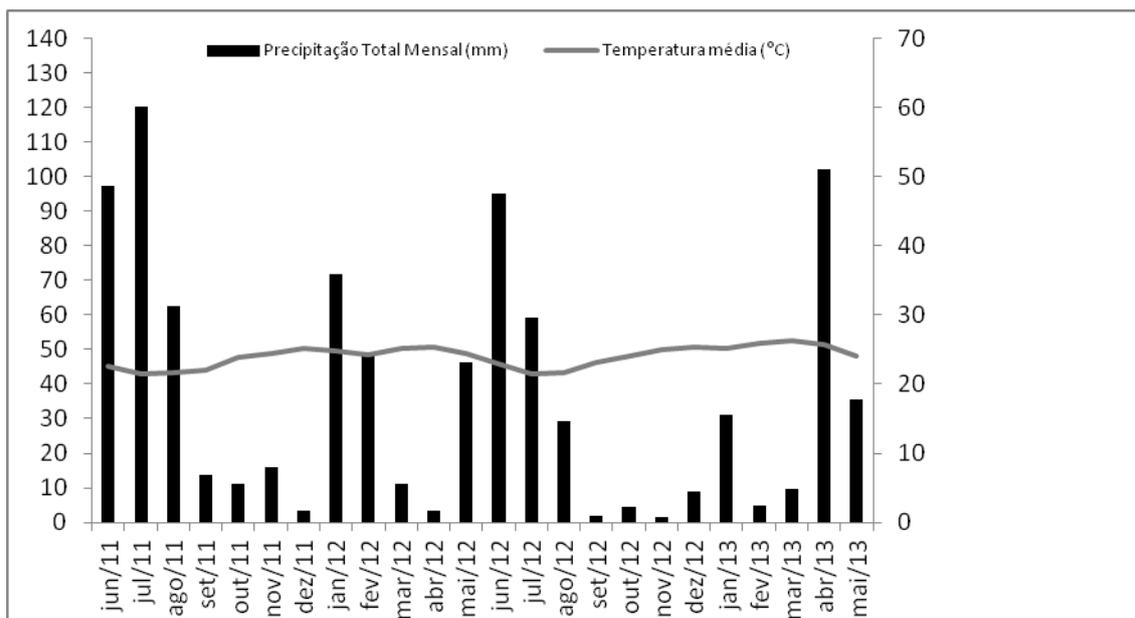


Figura 2. Gráfico termopluiométrico da estação meteorológica de Surubim, Pernambuco, Brasil, durante os meses de junho de 2011 a maio de 2013.

Beija-flores

Foram registradas quatro espécies de beija-flores para o presente estudo, todas pertencentes à subfamília dos Trochilinae: o beija-flor-tesoura, *Eupetomena macroura* (Gmelin, 1788), o beija-flor-vermelho, *Chrysolampis mosquitus* (Linnaeus, 1758), o besourinho-de-bico-vermelho, *Chlorostilbon lucidus* (Shaw, 1812) e o bico-reto-de-banda-branca, *Helimaster squamosus* (Temminck, 1823).

A variação mensal no número de espécies de beija-flores não foi estatisticamente significativa nos dois anos (Tab. I).

Tabela I. Resultados da análise circular para testar a ocorrência de sazonalidade na distribuição da riqueza e abundância das espécies de beija-flores na Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, no período de junho de 2011 a maio de 2013.

	Riqueza beija-flor	Abundância beija-flor
	ANO 1 (Junho 2011 - Maio 2012)	
Vetor médio (μ)	253.533°	258.976°
Grupo médio	setembro	setembro
Concentração (r)	0,347	0,456
Teste de Rayleigh (p)	0,408	< 0,0001*
	ANO 2 (Junho 2012 - Maio 2013)	
Vetor médio (μ)	187.631°	250.455°
Grupo médio	julho	setembro
Concentração (r)	0,333	0,259
Teste de Rayleigh (p)	0,528	0,029*

No entanto, foram observados picos na riqueza de espécies, tanto na estação chuvosa, quanto na seca. No primeiro ano de amostragem observamos três picos na riqueza de espécies de beija-flores na área de estudos (Fig.3). O primeiro foi em junho de 2011 durante a estação chuvosa, quando as quatro espécies foram registradas. O segundo foi em outubro de 2011 no início da estação seca, quando também registramos as quatro espécies, e o terceiro foi em fevereiro de 2012, logo após as trovoadas de janeiro de 2012, com três espécies na área de estudo (Fig.3A). No segundo ano foi observado apenas um pico na riqueza de espécies, em

julho de 2012 durante as chuvas na região, quando registramos as quatro espécies na área de estudos (Fig.3B).

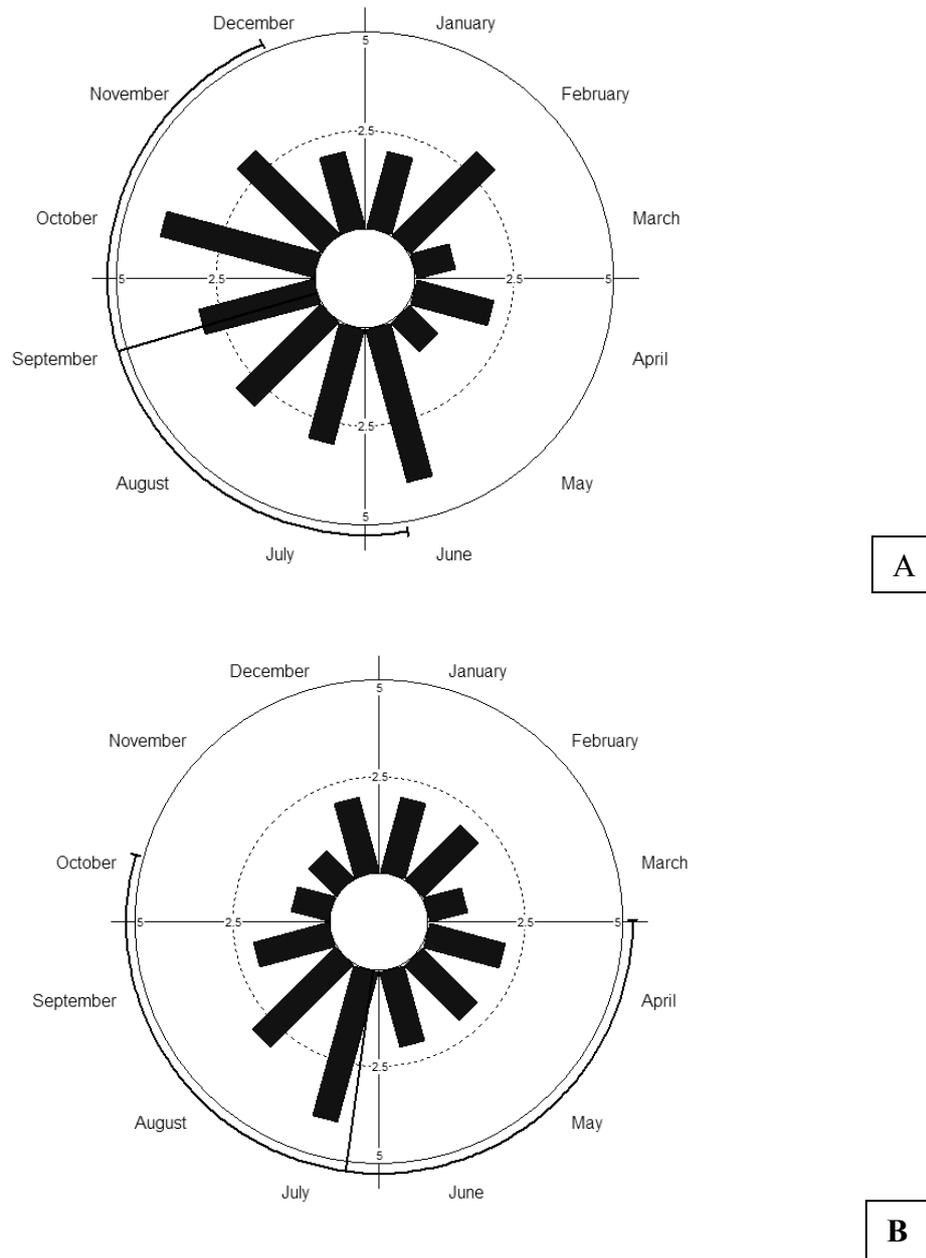
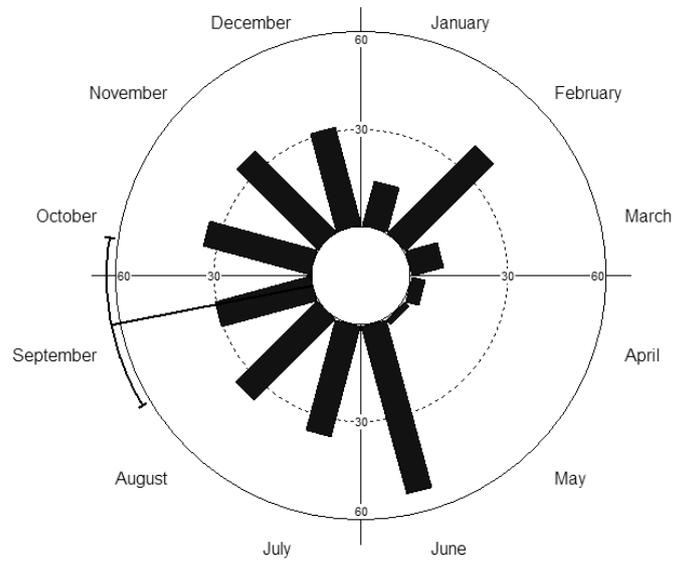


Figura 3. Histograma circular com a distribuição da riqueza das espécies de beija-flores na Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco,

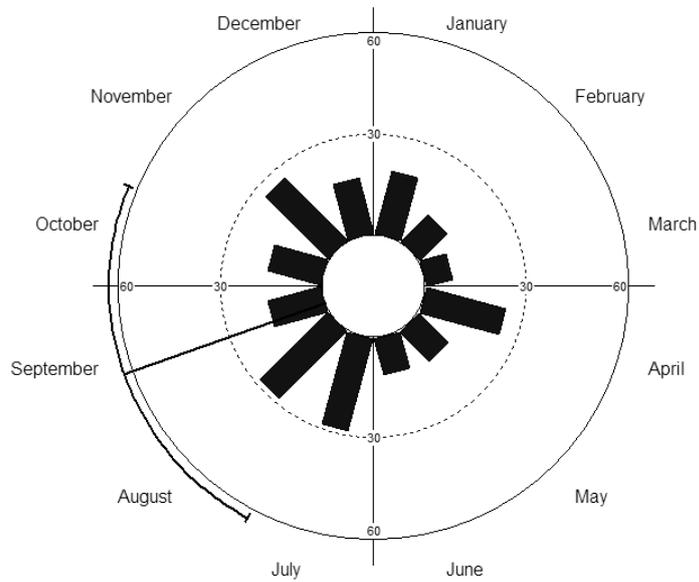
Brasil. **A.** Ano 1: junho de 2011 a maio de 2012. **B.** Ano 2: junho de 2012 a maio de 2013. Os meses do ano estão representados em 360°, sendo que cada barra corresponde ao total de espécies (riqueza de beija-flores) para cada mês. A reta saindo do meio das barras indica o ângulo médio dos dados (medida de tendência central), e a barra na ponta dele indica o intervalo de confiança. Os círculos concêntricos são as marcas de escala do eixo Y circular.

Quanto à distribuição das abundâncias das espécies de beija-flores foi possível verificar um padrão sazonal anual nos dois anos (Tab. I), com o aumento no número de indivíduos, principalmente durante o período de chuvas na região.

No primeiro ano de amostragem foram observados dois picos de abundância, um em junho de 2011 e o segundo em fevereiro de 2012 (Fig. 4A), esses picos coincidiram com o período de chuvas na região. No segundo ano de amostragem foram observados três picos na abundância das espécies de beija-flores (Fig. 4B). O primeiro em julho e agosto de 2012 compreendendo o período de chuva e pós-chuva. O segundo ocorreu no auge da estação seca em novembro de 2012, e o terceiro em abril de 2013 que acompanhou a chuva que caiu na região.



A



B

Figura 4. Histograma circular com a distribuição das abundâncias das espécies de beija-flores na Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil. **A.** Ano 1: junho de 2011 a maio de 2012. **B.** Ano 2: junho de 2012 a maio de 2013.

Recursos florísticos: ornitófilos e não ornitófilos

No geral, a floração dos recursos florísticos apresentou-se distribuída ao longo do ano, com um menor número de espécies ornitófilas em floração quando comparadas com as espécies de flores não ornitófilas (Fig.5) (Anexo 1).

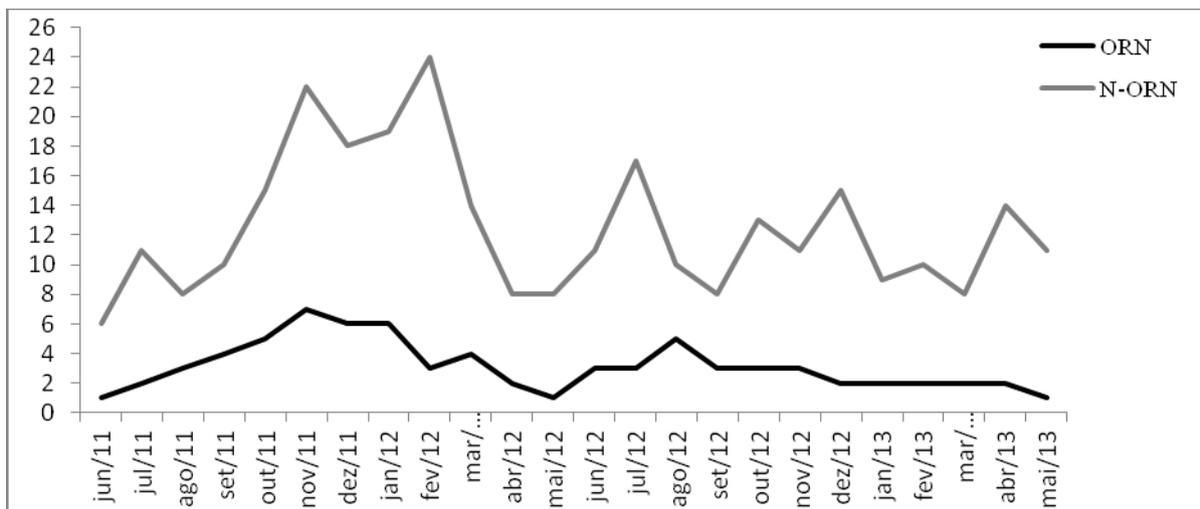


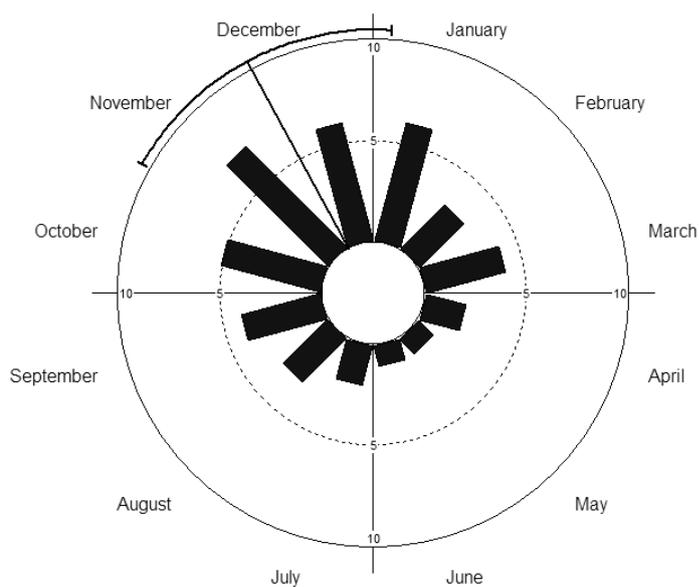
Figura 5. Distribuição das espécies de plantas em floração ao longo do período de amostragem na Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil, no período de junho de 2011 a maio de 2013.

Considerando-se o padrão de distribuição na fenologia de floração das espécies de plantas ornitófilas, a riqueza de espécies em floração apresentou marcada sazonalidade no primeiro ano de amostragem ($r=0,767$; $p=0,003$; Tab.II), com picos de floração em novembro de 2011, durante a estação seca, e variando de uma a sete espécies floridas mensalmente (Fig.6A).

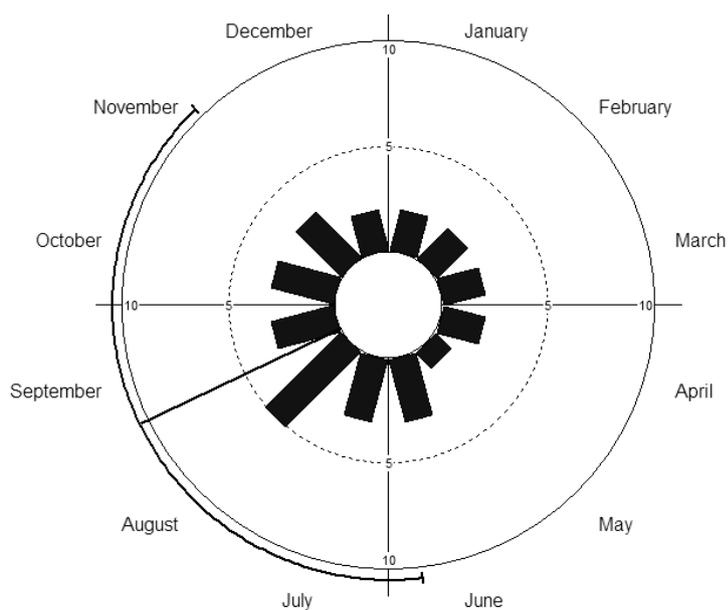
Tabela II. Resultados da análise circular para testar a ocorrência de sazonalidade na distribuição da riqueza de plantas ornitófilas e de não ornitófilas em floração na Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, no período de junho de 2011 a maio de 2013.

	Riqueza ornitófilas	Riqueza não ornitófilas
	ANO 1 (Junho 2011 - Maio 2012)	
Vetor médio (μ)	331.649°	357.569°
Grupo médio	Dezembro	Dezembro
Concentração (r)	0,767	0,546
Teste de Rayleigh (p)	0,003*	< 0,0001*
	ANO 2 (Junho 2012 - Maio 2013)	
Vetor médio (μ)	244.235°	207.433°
Grupo médio	Setembro	Julho
Concentração (r)	0,404	0,069
Teste de Rayleigh (p)	0,299	0,851

No segundo ano de amostragem a fenologia de floração das espécies ornitófilas não apresentou marcada sazonalidade ($p=0,299$; Tab. II), mas um pico de floração é notável em agosto de 2012, após o período de chuvas e início da estação seca (Fig.6B). O número de espécies de plantas ornitófilas variou de uma a cinco espécies floridas mensalmente.



A

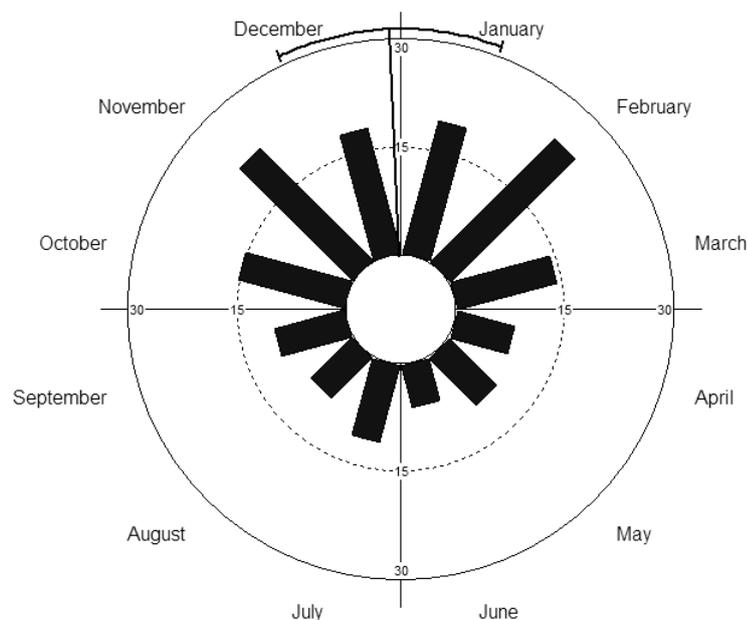


B

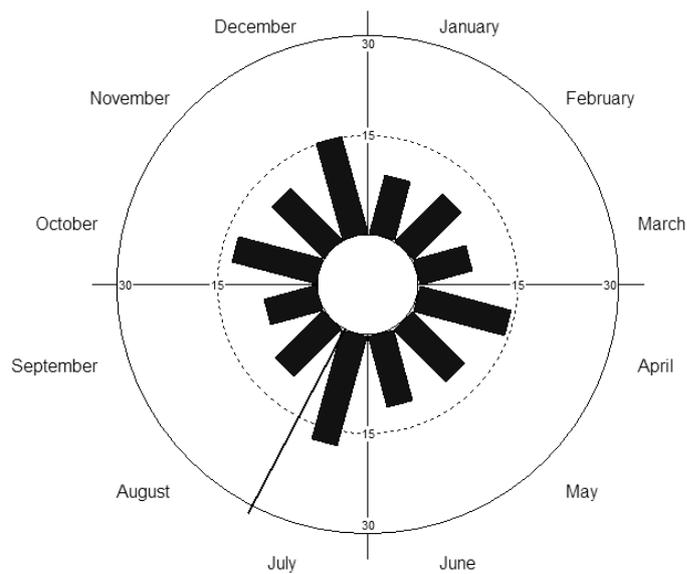
Figura 6. Histograma circular com a distribuição da riqueza de espécies de plantas ornitófilas em floração na Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil. **A.** Ano 1: junho de 2011 a maio de 2012. **B.** Ano 2: junho de 2012 a maio de 2013.

Quanto ao padrão de distribuição da fenologia das espécies de plantas não ornitófilas, a riqueza de espécies em floração também apresentou marcada sazonalidade no primeiro ano de amostragem ($r=0,546$; $p < 0,0001$), com um pico de floração em novembro de 2011, durante a estação seca, e um segundo pico em fevereiro de 2012 após as trovoadas de janeiro (Fig.7A). O número de espécies floridas mensalmente variou de seis a 24 espécies.

No segundo ano de amostragem a fenologia de floração das espécies não ornitófilas não apresentou marcada sazonalidade (Tab. I). No entanto, apresentou três picos de floração, dois deles após as chuvas na região, e um intermediário no auge da estação seca, em dezembro de 2012 (Fig.7B). O número de espécies de plantas não ornitófilas floridas mensalmente variou de oito a 17 espécies. Fotos das espécies de plantas ornitófilas e não ornitófilas podem ser vistas nos Anexos 2 e 3.



A



B

Figura 7. Histograma circular com a distribuição da riqueza de espécies de plantas não ornitófilas em floração na Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil. **A.** Ano 1: junho de 2011 a maio de 2012. **B.** Ano 2: junho de 2012 a maio de 2013.

Relações entre beija-flores x recursos florísticos e fatores climáticos

O aumento da temperatura teve um efeito negativo tanto sobre a riqueza quanto sobre a abundância dos beija-flores (Tab. III; Figs. 8,9).

Tabela III. Resultados do modelo de regressão múltipla testando o efeito linear das variáveis climáticas e dos recursos florísticos sobre a riqueza ($F_{4,19} = 4,415$; $R^2_{riqueza} = 0,4817$; $p < 0,05$) e abundância ($F_{4,19} = 2,953$; $R^2_{abundância} = 0,3834$; $p < 0,05$) da assembleia de beija flores na Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil, no período de junho de 2011 a maio de 2013.

Variáveis explanatórias	Beija-flores					
	Riqueza			Abundância		
	β	SE	p	β	SE	p
Ornitófilas	0.05	0.19	0.80	0.26	0.48	0.58
Não ornitófilas	0.18	0.21	0.41	0.63	0.54	0.26
Precipitação	0.05	0.05	0.37	0.01	0.13	0.96
Temperatura	-2.76	1.01	0.01	-5.59	2.57	0.04

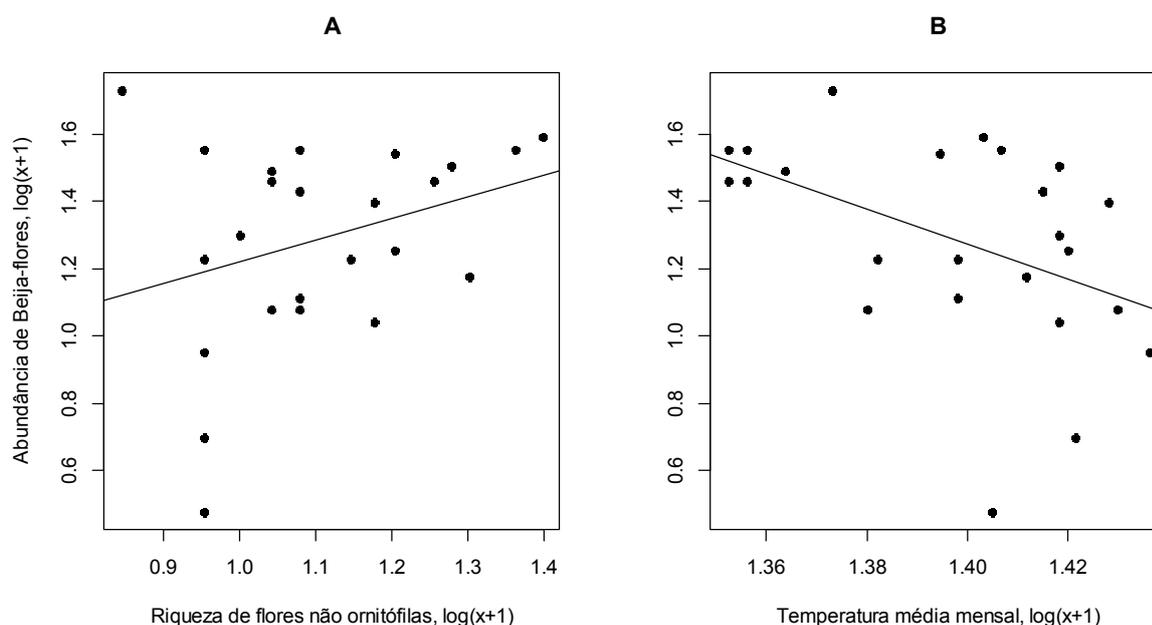


Figura 8. Gráfico das correlações entre: A) a abundância mensal de beija-flores e a riqueza mensal de flores não ornitófilas e B) a abundância mensal de beija-flores e a temperatura média mensal em uma área de Caatinga na Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil, no período de junho de 2011 a maio de 2013.

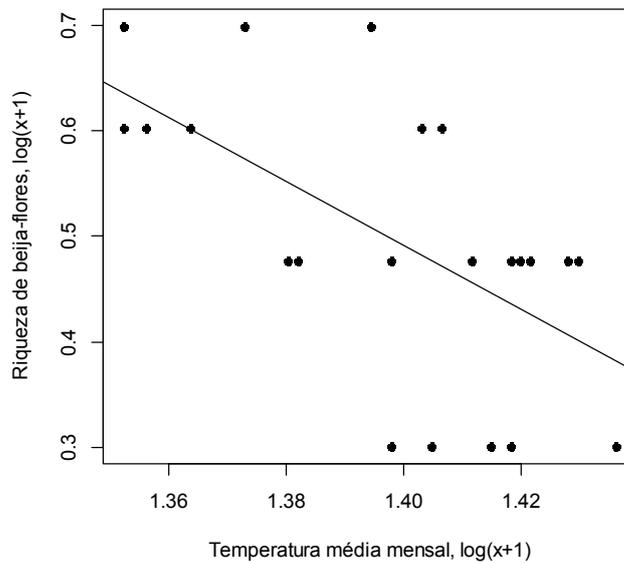


Figura 9. Correlação entre a riqueza mensal dos beija-flores com temperatura em uma área de Caatinga na Serra do Pará Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil, no período de junho de 2011 a maio de 2013.

A seleção escalonada de modelos reforça o padrão de restrição da temperatura sobre o aumento da riqueza e da abundância dos beija flores, porém ressalta também que a riqueza mensal de espécies de plantas não ornitófilas em floração é outro determinante da abundância mensal de beija flores é (Tab.IV, Fig.8). A riqueza de espécies de plantas ornitófilas não apresentou nenhuma relação significativa com a riqueza e abundância mensal de beija-flores.

Tabela IV. Seleção escalonada de modelos lineares múltiplos (*stepwise regression*) entre riqueza e abundância de beija flores da Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil e as variáveis climáticas e de recursos florísticos.

	R²	F_{2,21}	p	Variáveis explanatórias
Riqueza	0,4579	8,868	< 0,001	Temperatura
Abundância	0,3714	6,203	< 0,001	Riqueza de plantas não ornitófilas Temperatura

DISCUSSÃO

De acordo com Fleming *et al.* (2005), o padrão de riqueza regional e local dos beija-flores parece ser controlado pela riqueza de espécies de flores, enquanto que Cotton (2007) e Abrahamczyk e Kessler (2010) encontraram que é a abundância dos recursos alimentares o fator que atua na estrutura e na dinâmica das comunidades de beija-flores.

Para a assembleia de beija-flores na SDP a riqueza de espécies encontrada durante as amostragens foi inferior ao encontrado em outras regiões neotropicais (Feinsinger 1976, Arizmendi e Ornelas 1990, Cotton 2007, Machado 2009), que variaram de sete a 16 espécies. Mas é consistente com o padrão de baixa riqueza de espécies de beija-flores encontrado em outras comunidades de florestas decíduas marcadas por intensa sazonalidade climática (Rahbek & Grave 2000, Hawkins *et al.* 2003, Abrahamczyk e Kessler 2010, Abrahamczyk *et al.* 2011). Segundo Fleming *et al.* (2005), o número de espécies de beija-flores em uma determinada área vai variar entre três e 28 espécies, havendo um aumento na riqueza de espécies de acordo com a precipitação anual por área.

A dinâmica temporal dos beija-flores apresentou marcada sazonalidade, sendo os períodos de maior abundância principalmente durante os picos de chuva. Essa variação temporal na abundância de indivíduos já foi documentada por outros

autores para assembleias de aves em outras comunidades (Levey 1988, Lara 2006, William e Middleton 2008).

E para os beija-flores, essa variação temporal está associada a flutuação na disponibilidade de recursos florísticos, que leva certas espécies de beija-flores a apresentarem movimentos sazonais em diferentes escalas, seja espacial e/ou geográfica, conforme observado em outras comunidades de nectarívoros (Des Granges 1979, Feinsinger 1980, Stiles 1985, Arizmendi e Ornelas 1990).

Nas florestas secas, a estratégia predominante para espécies com altos requerimentos energéticos como os beija-flores é se mover entre habitats em busca de áreas com maior oferta de recursos alimentares (Des Granges, 1979). Essa movimentação sazonal é uma característica proeminente da organização da comunidade (Fleming *et al.* 2005).

Quanto aos recursos florísticos, o período de maior riqueza de espécies de plantas ornitófilas em floração foi durante a estação seca. Nossos resultados corroboram com o encontrado por outros autores em regiões secas e sazonais (Arizmendi e Ornelas 1990, Lara 2006, Leal *et al.* 2006). De acordo com Janzen (1967) a principal vantagem em produzir flores na estação seca é evitar a interferência do intenso crescimento vegetativo que acontece durante a estação chuvosa, e dessa forma maximizar o uso de polinizadores.

Quanto às não ornitófilas elas apresentaram um padrão bimodal de floração, uma na seca e outra na chuvosa. Esse padrão de dois picos de floração também já foi reportado em outra comunidade na região neotropical (Stiles 1980) e é associado ao ciclo anual dos beija-flores (Stiles 1980, *dados não publicados*).

O segundo ano de amostragem foi caracterizado por um período de chuvas muito curto, e um longo período de estiagem com aumento de temperatura, levando a uma redução na riqueza e abundância de espécies de beija-flores e de plantas ao longo do ano quando comparados com o ano anterior. Muitas espécies vegetais morreram, incluindo espécies adaptadas ao ambiente xérico como espécies de Cactaceae e Bromeliaceae (*observação pessoal*).

Nesse período, a abundância dos beija-flores e a riqueza de plantas não ornitófilas apresentaram um padrão trimodal, sendo que dois coincidiram com as chuvas na região e o outro foi durante a estação seca.

Quanto ao pico na abundância dos beija-flores existem duas hipóteses possíveis: a primeira está relacionada a um aumento expressivo de indivíduos jovens na população após o ciclo reprodutivo, e o segundo relacionado ao pico de floração das ornitófilas, e de espécies que são muito visitadas pelos beija-flores durante essa época, como o mulungu, *Erythrina velutina* Willd e o ipê-roxo, *Handroanthus impetiginosus*. (Mart. ex DC.) Mattos, ambas visitadas pelas quatro espécies de beija-flores.

A temperatura foi o fator mais importante na determinação da riqueza e na variação da abundância dos beija-flores. Evidências dos efeitos diretos da temperatura sobre a abundância de polinizadores é relativamente raro (Hegland *et al.* 2009). Segundo esses autores, alterações na abundância de flores em virtude de aumento da temperatura podem causar um alto impacto nas interações de polinização, devido a mudanças fenológicas e de distribuição espacial. Como a maioria dos polinizadores visita plantas oportunisticamente, essa separação fenológica pode emergir novas interações planta-polinizador, além de não permitir

que os polinizadores rastreiem os recursos, uma vez que algumas espécies vão antecipar ou atrasar a floração.

Os dados sugerem que em ambientes extremamente sazonais, as variáveis climáticas, especialmente a temperatura devem exercer influência na estrutura e na dinâmica das assembleias de beija-flores, juntamente com a disponibilidade de recursos florísticos, especialmente dos não ornitófilos. Essa relação de visitação e polinização, e consequente de dinâmica em relação à floração de espécies de plantas que não se enquadram na síndrome de ornitofilia já foi reportado em outras comunidades, como nos “capões” no sul do Pantanal brasileiro (Araújo e Sazima 2003), na Caatinga (Leal *et al.* 2006, Machado 2009, Las-Casas *et al.* 2012a), e nas ilhas do Caribe (Dalsgaard *et al.* 2009).

Esse padrão generalista é esperado para assembleias pobres em espécies como a da SDP. Em áreas com baixa sazonalidade na precipitação ou na temperatura, os recursos são mais constantes e as assembleias de beija-flores vão apresentar um aumento na especialização às condições locais (Janzen 1967, Abrahamczyk & Kessler 2010, Dalsgaard *et al.* 2011).

Ao contrário do encontrado em outros estudos, a temperatura foi um fator climático que teve influência na flutuação da assembleia de beija-flores juntamente com a riqueza de flores. E suporta a ideia de que a dinâmica das assembleias de beija-flores é influenciada pela disponibilidade de recursos, sendo os períodos de maior abundância de beija-flores aqueles com maior riqueza de recursos florísticos e temperaturas mais amenas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pela bolsa de Doutorado para a primeira autora. Nós agradecemos a Profa. Dra. Elba Nogueira (IFPE/PE) e Dr. Marcondes Oliveira (ITEP/PE) pelas valiosas identificações das espécies de plantas. Somos também gratos ao Murilo Arantes do CEMAVE/ICMBIO pela confecção dos mapas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAMCZYK, S. e KESSLER, M. 2010. Hummingbird diversity, food niche characters and latitudinal precipitation gradient in the Bolivian lowlands. *Journal of Ornithology* 151: 615-625.
- ABRAHAMCZYK, S.; KLUGE, J.; GARECA, Y.; REICHIE, S. e KESSLER, M. 2011. The influence of climatic seasonality on the diversity of different tropical pollinator groups. *PloS ONE*. 6(11). e27115., doi., 10.1371/journal.pone.0027115.
- ARAÚJO, A.C. e SAZIMA, M. 2003. The assemblage of flowers visited by hummingbirds in the “capões” of Southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Flora* 198: 427-435.
- ARIZMENDI, M.C. e ORNELAS, J.F. 1990. Hummingbirds and their floral resources in a tropical dry Forest in Mexico. *Biotropica* 22: 172-180.
- BENCKE, C.S.C. e MORELLATO, L.P.C. 2002. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 25(2): 237-248.
- BLONDEL, J.; FERRY, C. e FROCHOT, B. 1970. La method des indices ponctuels d’abondance (I.P.A.) ou des relevés d’avifaune par “stations d’ écoute”. *Alauda* 38: 55-71.

- BUZATO, S.; SAZIMA, M. e SAZIMA, I. 2000. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic Forest sites. *Biotropica* 32: 824-841.
- COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS (CBRO). 2014. Listas das aves do Brasil. 11ª Edição. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2014.
- COTTON, P.A. 2007. Seasonal resource tracking by Amazonian hummingbirds. *Ibis* 149: 135-142.
- CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais). 2005. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Santa Cruz do Capibaribe. Serviço Geológico do Brasil, Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, Brasília, Brasil. 21p.
- DALSGAARD, B.; MARTÍN-GONZÁLEZ, A.M.; OLESEN, J.M.; OLLERTON, J. TIMMERMANN, A.; ANDERSEN, L.H. e TOSSAS, A.G. 2009. Plant-hummingbird interactions in the West Indies: floral specialization gradients associated with environment and hummingbird size. *Oecologia* 159:757-766.
- FEINSINGER, P. 1976. Organization of a tropical guild of nectarivorous birds. *Ecological Monographs* 46: 257-291.
- FLEMING, T.H.; MUCHHALA, N. e ORNELAS, J.F. 2005. New World Nectar-feeding vertebrates: community patterns and processes. Pp: 163-185. In *Contribuciones Mastozoológicas em homenaje a Bernard Villa*. Sanchez-Cordeiro, V. e Medellín, R.A. (Eds.). 706p. Instituto de Biología, UNAM; Instituto de Ecología, UNAM, Conabio. México.

- HAWKINS, B.A.; FIELD, R.; CORNELL, H.V.; CURRIE, D.J. e GUEGAN, J.F. 2003. Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology* 84: 3105–3117.
- HEGLAND, S.J., NIELSEN, A.; LÁZARO, A.; BJERKNES, A.L. e TOTLAND, O. 2009. How does climate warming affect plant-pollinator interactions? *Ecology letters* 12: 184-195.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. 2012. Memo. nº 090/2012.
- IPNI - The International Plant Names Index. 2012. Disponível em <http://www.ipni.org>. Acesso em 20/03/2014.
- JANZEN, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21: 620-637.
- KOVACH, W.L. 2011. Oriana – Circular Statistics for Windows, ver. 4. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K.
- LARA, C. 2006. Temporal dynamics of flower use by hummingbirds in a highland temperate forest in Mexico. *Ecoscience* 13(1): 23-29.
- LAS-CASAS, F.M.G., AZEVEDO-JÚNIOR, S.M. e DIAS, M.M. 2012a. The community of hummingbirds (Aves: Trochilidae) and the assemblage of flowers in a caatinga vegetation. *Brazilian Journal of Biology* 72(1): 51-58.
- LAS-CASAS, F.M.G.; AZEVEDO-JÚNIOR, S.M.; DIAS, M.M. e BIANCHI, C.A. 2012b. Community structure and bird species composition in a caatinga of Pernambuco, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 20(3): 302-311.
- LEAL, F.C.; LOPES, A.V. e MACHADO, I.C. 2006. Polinização por beija-flores em uma área de caatinga no Município de Floresta, Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29(3): 379-389.

- LEVEY, D.J. 1988. Spatial and temporal variation in Costa Rican fruit and fruit-eating bird abundance. *Ecological Monographs* 58(4): 251-269.
- MACHADO, C.G. 2009. Beija-flores (Aves: Trochilidae) e seus recursos florais em uma área de caatinga da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Zoologia* 26(2): 255-265.
- MARTÍN-GONZÁLEZ, A.M.; DALSGAARD, B.; OLLERTON, J.; TIMMERMANN, A. e OLESEN, J.M. 2010. Effect of climate on pollinator networks in the West Indies. *Journal of Tropical Ecology* 25: 493–506.
- MENDONÇA, L.B. e ANJOS, L. 2003. Bird flower interactions in Brazil: a review. *Ararajuba* 11(2): 195-202.
- MONTGOMERIE, R.D. e GASS, C.L. 1981. Energy limitation of hummingbird populations in tropical and temperate communities. *Oecologia* 50: 162-165.
- RAHBEK, C. e GRAVES, G.R. 2000. Detection of macro-ecological patterns in South American hummingbirds is affected by spatial scale. *Proc Roy Soc, Lon* 267: 2259–2265.
- SNOW, D.W. e TEIXEIRA, D.L. 1982. Hummingbirds and their flowers in the coastal mountains of southeastern Brazil. *Journal für Ornithology* 123: 446-450.
- STILES, F.G. 1980. The Annual Cycle in a tropical wet forest hummingbird community. *Ibis* 122: 322-343.
- STILES, F.G. 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 68: 323–351.

- STILES, F.G. 1985. Seasonal patterns and coevolution in the hummingbird-flower community of a Costa Rican subtropical forest. *Ornithological Monographs* 36: 757-787.
- SOUZA, V. C. e LORENZI, H. 2008. *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira em APG II*. 2ed. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum. 640p.
- VIELLIARD, J.M.E. e SILVA, W.R. 1990. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados do interior do Estado de São Paulo, Brasil. *In: Anais do IV Encontro Nacional de Anilhadores de Aves, Recife*, p. 117-151.
- VIELLIARD, J.M.E.; ALMEIDA, M.E.C.; ANJOS, L. DOS e SILVA, W.R. 2010. Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA). *In: Ornitologia e Conservação. Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento*. MATTER, S.V.; STRAUBE, F.C.; PIACENTINI, V. e CÂNDIDO-JR, J.F. (Orgs.). Rio de Janeiro: Technical Books. 1ed. 516p.
- WILLIAM, S.E. e MIDDLETON, J. 2008. Climatic seasonality, resource bottlenecks, and abundance of rainforest birds: implications for global climate change. *Diversity and Distributions* 14: 69-77.
- ZAMORA, E.A.G. e ROJAS, S.V.R. 2001. Dinâmica annual de la interacción colibrí-flor em ecossistemas altoandinos del volcán Galeras, Sur de Colômbia. Trabalho de graduação para adquirir o título de biólogo. Departamento de Biología, Faculdade de Ciências, Universidade Nacional da Colômbia, Bogotá.
- ZAR, J.H. 2010. *Biostatistical analysis*, 5th ed. New Jersey.

CAPÍTULO 2

O ciclo biológico anual de beija-flores em uma área de Caatinga



Besourinho-de-bico-vermelho, *Chlorostilbon lucidus* (adulto, fêmea). Foto: Flor Guedes

Resumo

Durante dois anos (2011-2013) foram estudados a distribuição temporal do ciclo de mudas e da atividade reprodutiva de beija-flores, e suas relações com a disponibilidade de flores e com fatores climáticos em uma área de caatinga arbustivo-arbórea no semiárido brasileiro. A estação reprodutiva foi evidenciada durante a estação chuvosa na área de estudos. O período de maior ocorrência das mudas, especialmente de contorno e de voo simultaneamente, foi logo após o período de chuvas na região. A assembleia estudada apresentou dois ciclos de reprodução e de muda, os quais foram associados à disponibilidade de recursos florísticos. As atividades reprodutivas e de muda foram assíncronas, com o ciclo de mudas tendo início logo após a estação reprodutiva, semelhante ao que ocorre no ciclo anual das aves em outras comunidades na região Neotropical.

Palavras-chave: Fenologia, floresta seca, muda, reprodução, semiárido, Trochilidae.

Abstract. The annual biological cycle of hummingbirds in an area of Caatinga.

The temporal distribution of molt and reproductive activity in hummingbirds were studied during a two-year period (2011-2013) in an area of Caatinga scrub vegetation at Serra do Pará, in the semi-arid zone of Pernambuco state, Brazil. The relationship between molt and reproductive activity with flowering phenology and climatic factors was also investigated. Reproductive activity was evident during the rainy season. Molt, especially contour feathers and flight feathers occurring simultaneously was concentrated after the rainy season in the studied area. The assembly studied presented a bimodal cycle in reproductive activity and molt, which in turn were associated with flower availability. These two events were in asynchrony, with molt cycles beginning after the reproductive period, similar to the pattern found in the annual cycle of birds in different localities among the Neotropical region.

Key-words: Dry forest, Molt, Phenology, Reproduction, Semiarid, Trochilidae.

INTRODUÇÃO

Os organismos apresentam ciclos biológicos anuais que são de fundamental importância para a sua existência e sobrevivência. Para as aves, as atividades de muda e reprodução são dois eventos de extrema importância dentro do ciclo anual (Poulin *et al.* 1992, Steve & Howell 2003).

A muda e a reprodução são atividades que demandam um elevado gasto energético (Lack 1968, Klaassen 1995, Steve & Howell 2003). Essa energia extra exerce uma pressão evolutiva para que esses eventos ocorram em períodos mais favoráveis do ano, especialmente em períodos de abundância dos recursos (Davis 1945, Foster 1975, Poulin *et al.* 1992, Ramos 1994), e para que não haja sobreposição entre esses eventos (Foster 1975).

A muda faz parte da história de vida das aves, e possui grande importância para a proteção, termorregulação, desempenho do voo, nos repertórios comportamentais e reprodutivos (Bergman 1982, Howell 2001).

A reprodução nas aves compreende o período que vai desde a procura de parceiros coespecíficos até quando se encerram os cuidados parentais (Piratelli *et al.* 2000). O melhor momento para iniciar e finalizar a reprodução pode ser influenciado por fatores endógenos (ritmos anuais internos) e/ou por fatores ambientais de longo prazo (fotoperíodo) e/ou de curto prazo (precipitação, temperatura, predação e disponibilidade de alimentos). Todas essas hipóteses já foram testadas para aves de região temperada (Paiva 2008). E nos trópicos, de acordo com alguns poucos estudos, o principal sinal climático percebido pelas aves é a precipitação (Piratelli *et al.* 2000, Wikelski *et al.* 2000, Paiva 2008).

Entender os aspectos da muda e da reprodução das aves contribui para o entendimento da estrutura populacional, de tendências demográficas e são importantes para estudos em ecologia, evolução, comportamento, sistemática e fisiologia (Wolfe *et al.* 2009, Marini *et al.* 2010).

Os beija-flores vêm sendo estudados desde a década de 50, sendo que a maioria dos estudos aborda questões relacionadas à estrutura das comunidades e comportamento de forrageamento (Stiles 1995). Contudo, pouca atenção vem sendo dada aos padrões e estratégias de muda, assim como da reprodução, com pouco conhecimento existente sobre o ciclo anual das espécies de beija-flores, especialmente nas florestas secas como a Caatinga, onde são inexistentes.

Na região Neotropical, destacam-se os estudos de Stiles (1980, 1985) que descrevem o ciclo anual de várias espécies na Costa Rica. Estudos comparativos sobre muda foram realizados por Ruschi (1962) em espécies brasileiras e Wagner (1955) com espécies do México. Stiles & Wolf (1974) apresentam um estudo detalhado sobre o período de ocorrência da muda em uma única espécie.

No Brasil, Rodrigues & Rodrigues (2011) descrevem os padrões de plumagem de jovens e detalhes do período de reprodução do beija-flor-de-gravata-verde *Augastes scutatus* (Temminck, 1824). O estudo mais detalhado sobre as relações entre a distribuição temporal da reprodução, da muda e dos movimentos populacionais dos beija-flores com os padrões de disponibilidade de energia foi conduzido por Gutierrez *et al.* (2004) em ecossistemas alto andinos na Colômbia.

É difícil fazer generalizações a nível regional, uma vez que a fenologia de floração, fator limitante na organização das comunidades de beija-flores, apresenta

grande variação de uma comunidade a outra, gerando padrões fenológicos particulares em diferentes localidades (Gutierrez *et al.* 2004).

Muito ainda temos a entender sobre o ciclo anual das aves tropicais e como são regulados, sendo primordial inicialmente descrever como esses ciclos são organizados na natureza (Stiles 1980, Wolfe *et al.* 2009). Além disso, o estudo da ocorrência da muda e da reprodução ao nível de comunidade pode indicar padrões gerais do ciclo anual das espécies em nível local, além de ajudar a elucidar como esses eventos se relacionam com características ambientais locais (Marini & Durães 2001).

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo é evidenciar e descrever o ciclo biológico anual das atividades de muda e o período reprodutivo de beija-flores em uma área de Caatinga, testando a hipótese de que o padrão temporal na oferta de recursos florísticos relaciona-se a distribuição das atividades de muda e reprodução.

A distribuição temporal da muda e do período reprodutivo foram avaliadas quanto às relações com a precipitação pluviométrica, temperatura e disponibilidade de recursos florísticos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi realizado na Serra do Pará (SDP), uma área de preservação permanente, localizada no Distrito do Pará, distrito-sede do município de Santa Cruz do Capibaribe, em Pernambuco, Brasil (7°52'29.20"S/36°24'10.06"W; Figura 1). O clima da região é classificado como semiárido, do tipo BSh, segundo a classificação de Köppen.

As chuvas são irregularmente distribuídas ao longo dos anos (variam entre três a cinco meses anualmente), podendo ocorrer entre março e agosto, segundo os dados termopluviométricos dos últimos 20 anos (Figura 2). Os dados climatológicos foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação do município de Surubim, 3º Distrito (DISME/RECIFE), distante 96 km da SDP. Esses dados foram utilizados para o histórico de pluviometria na região e para a determinação das estações climáticas durante o período de amostragem. De acordo com a Organização Meteorológica Mundial cada estação tem um raio de representatividade de 150 km centrada na estação (INMET 2012).

A vegetação da região é composta basicamente por Caatinga Hiperxerófila, sendo a fitofisionomia predominante na SDP a de caatinga arbustivo-arbórea densa, apresentando também áreas com afloramentos rochosos denominados de lajedos na região (Las-Casas *et al.* 2012).

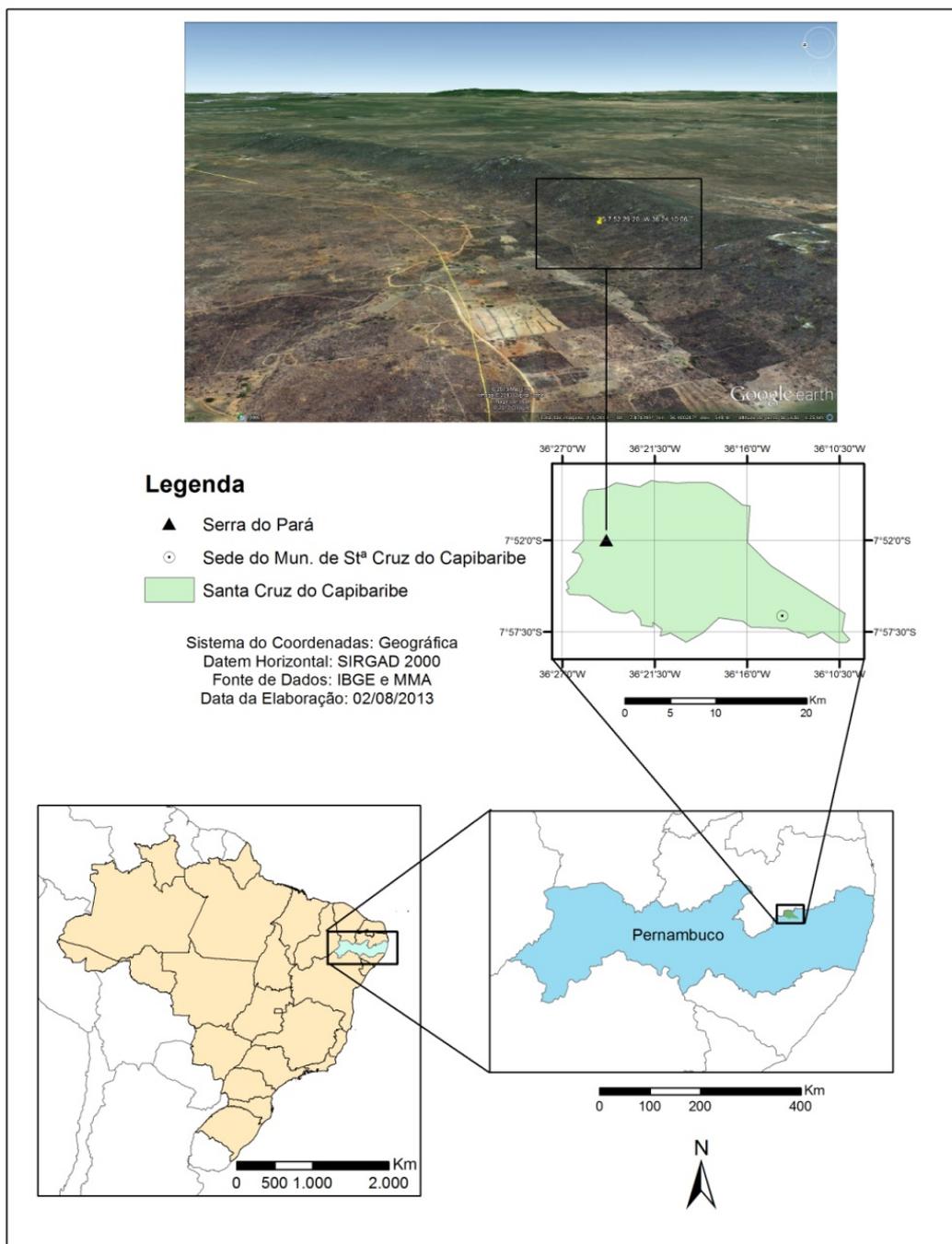


Figura 1. Localização da Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil.

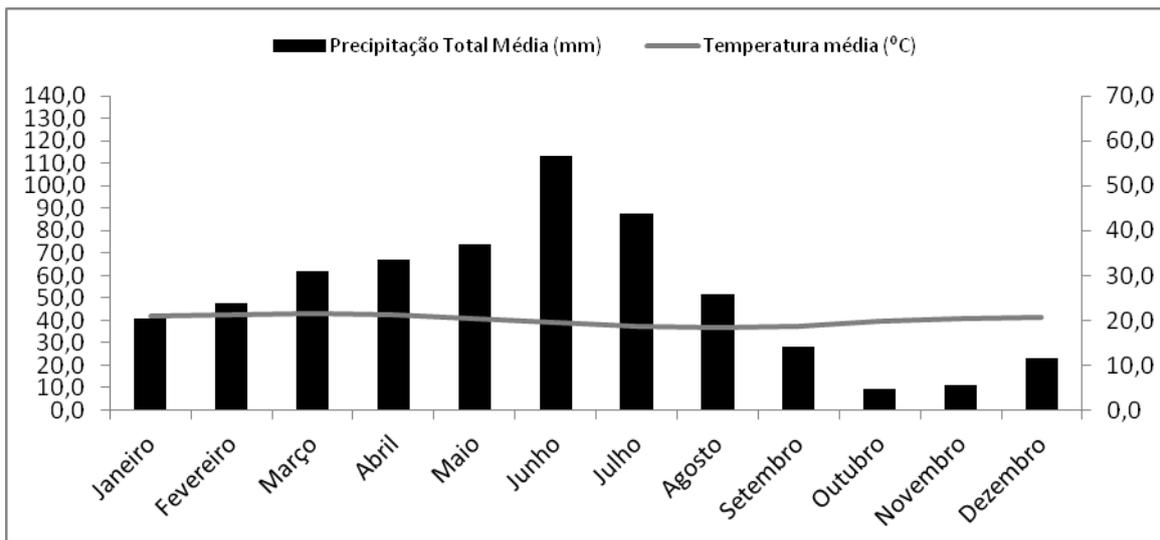


Figura 2. Gráfico termopluviométrico para os últimos 20 anos. Estação meteorológica de Surubim, Pernambuco, Brasil (1992-2011).

Coleta de dados

Para a coleta dos dados foram realizadas 23 expedições a campo, entre julho de 2011 e maio de 2013. Durante três dias, mensalmente, os beija-flores foram capturados com o uso de 12 redes de neblina (12 x 2,5 m e malha 36 mm), dispostas no interior da vegetação, durante o período da manhã (5h às 10h) e da tarde (15h às 17h).

Foi aplicado um esforço total de captura de 173.880h.m². O esforço de captura foi calculado de acordo com o cálculo proposto por Straube & Bianconi (2002) que inclui área e tempo de operação das redes, segundo a seguinte fórmula: $E = \text{área} \times h \times n$. E é o esforço de captura; área é a área de cada rede (altura multiplicada pelo comprimento); h é o tempo de exposição (número de horas multiplicado pelo número de dias); n é o número de redes. Adotamos essa fórmula para o cálculo do esforço

de captura, uma vez que é importante a padronização entre os pesquisadores, conforme sugerido por Roos (2010).

Os beija-flores capturados foram marcados com anilhas metálicas fornecidas pelo Centro Nacional de Pesquisas em Aves Silvestres (CEMAVE) e avaliados quanto ao sexo, e a idade (adulto ou jovem). A idade dos beija-flores foi determinada a partir de padrões de plumagem e do bico (Russell & Russell 2001). Foram analisadas informações referentes aos estágios de muda nas rêmiges, retrizes e penas de contorno dos beija-flores (IBAMA 1994).

Como os beija-flores não desenvolvem a placa de choco/incubação como ocorre com os Passeriformes e outros grupos de aves, a atividade reprodutiva foi verificada a partir da captura de adultos com evidência de ovos no ventre, da captura de imaturos, e da observação de outras evidências como, por exemplo, fêmeas capturando material para a construção de ninhos, e observação de nidificação (Stiles 1980, Poulin *et al.* 1992, Russell & Russell 2001, Wolfe *et al.* 2009). Para a evidência de ovos no ventre foram observadas as seguintes características: região ventral apresentando-se inchada, vascularizada e com cor rosa opaca (*observação pessoal*), além da visualização de ovos no ventre (Russell & Russell 2001).

A ocorrência da atividade reprodutiva e da muda foi expressa em termos de porcentagem dos indivíduos com evidências de atividade reprodutiva e de muda (Poulin *et al.* 1992).

A nomenclatura utilizada neste trabalho segue o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO 2014).

Análise dos dados

O teste de correlação de Spearman foi utilizado para avaliar as relações entre as atividades de muda e reprodutiva com a precipitação pluviométrica, a temperatura e os seguintes fatores bióticos: riqueza de espécies de plantas ornitófilas em floração, riqueza de espécies não ornitófilas em floração. O programa Statistic 7.0 (Statsoft, Inc.) foi utilizado para a realização do referido teste.

RESULTADOS

Clima

Verificam-se dois ciclos anuais de chuvas na região, um mais longo e o outro mais curto, este último denominado regionalmente de trovoadas, e que geralmente antecede o início da estação chuvosa (Figura 3).

No primeiro ano de amostragem, compreendido entre junho de 2011 e maio de 2012, a estação chuvosa ocorreu entre junho e agosto de 2011 e a trovoada ocorreu em janeiro e fevereiro de 2012. No segundo ano de amostragem, compreendido entre junho de 2012 e maio de 2013 a estação chuvosa foi definida entre junho e julho de 2012, sem as trovoadas no início do ano, e um pico no índice pluviométrico ocorre novamente em abril de 2013, que daria início a estação chuvosa do ano de 2013.

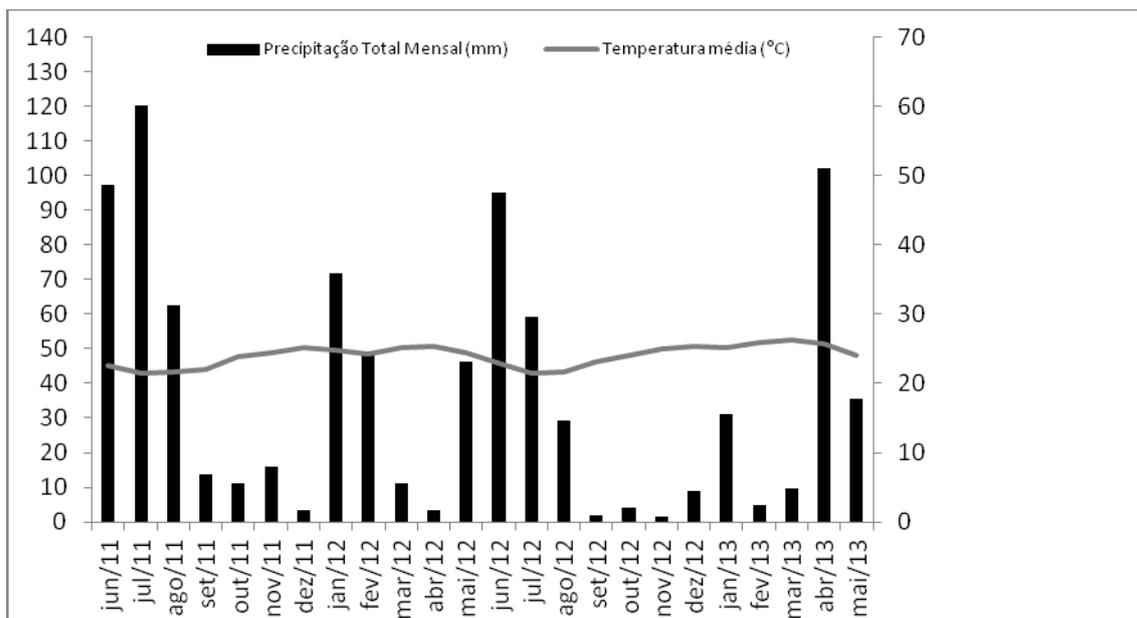


Figura 3. Gráfico termopluiométrico da estação meteorológica de Surubim, Pernambuco, Brasil, durante os meses de junho de 2011 a maio de 2013.

Ciclo de mudas

Foram capturados 60 indivíduos, entre capturas e recapturas, pertencentes a quatro espécies de beija-flores, todos pertencentes à subfamília dos Trochilinae: o beija-flor-tesoura, *Eupetomena macroura* (Gmelin, 1788), o beija-flor-vermelho, *Chrysolampis mosquitus* (Linnaeus, 1758), o besourinho-de-bico-vermelho, *Chlorostilbon lucidus* (Shaw, 1812) e o bico-reto-de-banda-branca, *Heliomaster squamosus* (Temminck, 1823).

Desse total, 29 indivíduos (48,3%) estavam em muda. O besourinho-de-bico-vermelho, *Chlorostilbon lucidus* (Shaw, 1812) foi a espécie mais comum nas amostragens, com 17 indivíduos em muda. Mudas nas penas de voo e penas de contorno foram registradas simultaneamente no mesmo indivíduo em 15 capturas (51,7%).

No primeiro ano de amostragem, as mudas nas penas de vôo (rêmiges e/ou retrizes) foram registradas em setembro, outubro e novembro de 2011; e em fevereiro e março de 2012, logo após a estação chuvosa (junho a agosto) e a trovoadas de janeiro, respectivamente. A muda nas penas de contorno foi mais frequente ao longo do ano, ocorrendo também em julho de 2011 e janeiro de 2012, tanto durante, quanto após a estação chuvosa (Figura 4).

No segundo ano, com o déficit dos índices pluviométricos houve um decréscimo na riqueza e na abundância de beija-flores, dos recursos florísticos, assim como de indivíduos capturados, quando comparados ao primeiro ano de amostragem, não sendo possível descrever a muda durante esse período amostral (*dados não publicados*).

Não foi verificada correlação significativa entre a frequência da atividade de muda nas penas de vôo (rêmiges e retrizes) com os fatores bióticos, assim como com a precipitação e temperatura. A frequência da atividade de muda nas penas de contorno apresentou correlação positiva e significativa com a riqueza de espécies de plantas não ornitófilas em floração ($r_s=0,51$ $p < 0,05$). Não foi observada correlação significativa com nenhum dos dois fatores abióticos.

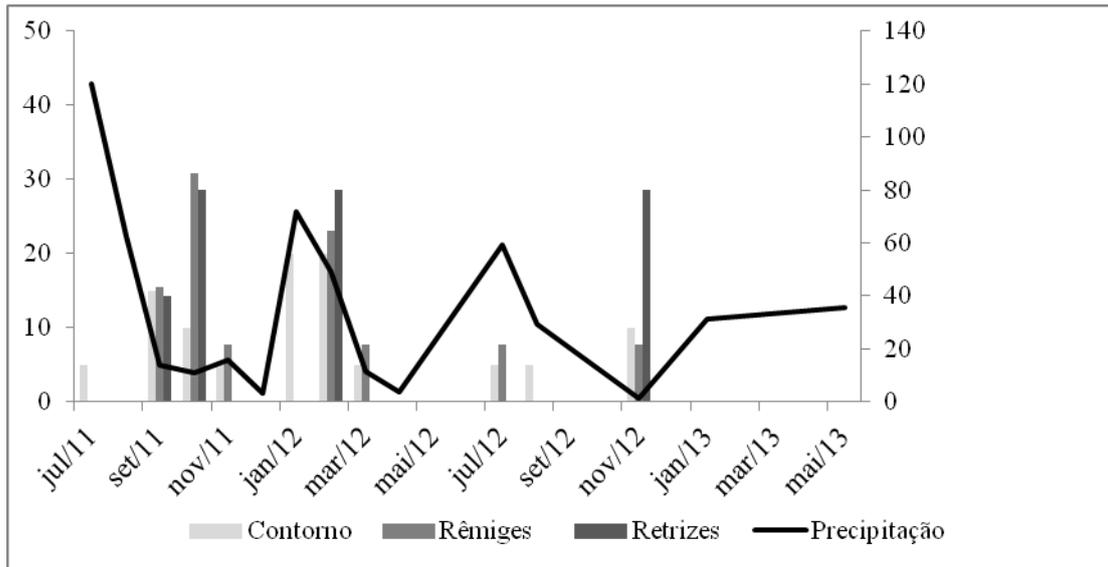


Figura 4. Frequência mensal (% de indivíduos) da atividade de muda das penas de contorno e de voo (rêmiges e retrizes) em espécies de beija-flores capturados na Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil.

Atividade reprodutiva

A maioria dos dados sobre reprodução dos beija-flores é proveniente de observações em campo de fêmeas coletando material para construção de ninho, nidificação e captura de imaturos (Figura 5).



Figura 5. Ninhos do besourinho-de-bico-vermelho, *Chlorostilbon lucidus* na cansansão, *Cnidoscolus halteris*. Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil. Fotos: Flor Guedes.

No primeiro ano de amostragem a atividade reprodutiva foi registrada durante a estação chuvosa e nos períodos de trovoadas (Figura 6).

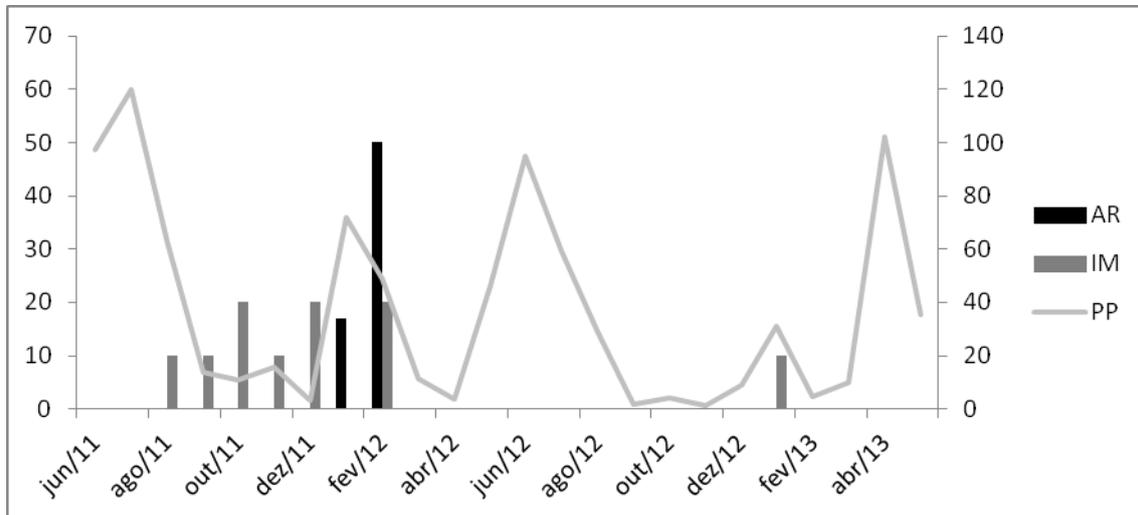


Figura 6. Frequência mensal (% de indivíduos) em atividade reprodutiva e de imaturos em espécies de beija-flores capturados na Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil. Legenda: AR – atividade reprodutiva, IM – imaturo, PP – precipitação.

A partir de agosto de 2011 indivíduos jovens começam a ser capturados, sugerindo um período anterior de atividade reprodutiva, que coincidiu com o período de chuvas, entre junho e julho de 2011. Um segundo pico na atividade reprodutiva foi observado em fevereiro de 2012, logo após as trovoadas de janeiro. Nesse período foram capturadas fêmeas de *C. lucidus* e de *E. macroura* com a presença de ovos na região ventral. Também foram observadas fêmeas de *C. lucidus* coletando a seda do xique-xique *Pilosocereus gounellei* (F.A.C.Weber) Byles & Rowley para a construção de ninhos. No segundo ano de amostragem também foi difícil verificar algum padrão devido ao exposto anteriormente no ciclo de mudas.

A atividade reprodutiva dos beija-flores teve correlação significativa positiva com o período de maior riqueza das espécies de plantas não ornitófilas em floração ($r_s=0,55$ $p < 0,05$). Não foi observada correlação significativa entre a atividade reprodutiva e a presença de jovens com a precipitação e temperatura.

DISCUSSÃO

As Caatingas, comparadas a outras formações brasileiras, apresentam muitas condições extremas quanto aos parâmetros meteorológicos, como a mais alta radiação solar, a mais alta temperatura média anual, as mais baixas taxas de umidade relativa e precipitações mais baixas e irregulares, limitadas na maioria das localidades a um período curto do ano (Reis 1976, Prado 2003).

O fator limitante para a organização das comunidades de beija-flores é a fenologia de floração das plantas, que apresenta grandes variações de uma comunidade a outra, e dessa forma gera padrões fenológicos particulares em diferentes localidades, além de ritmos estacionais na reprodução, na muda e nos movimentos populacionais dos beija-flores (Toledo 1975, Stiles 1980, Gutiérrez *et al.* 2004).

Na Caatinga são inexistentes informações sobre a distribuição temporal do ciclo biológico anual dos beija-flores e de sua relação com a sazonalidade de floração ou fatores ambientais locais.

Comparando os resultados deste estudo com os de outras comunidades de beija-flores na região Neotropical existem dados disponíveis para diferentes aspectos do ciclo biológico anual dos beija-flores, em localidades com características climáticas distintas.

Stiles (1980), em floresta tropical úmida na Costa Rica, encontrou que o ciclo anual nessa comunidade foi caracterizado por um padrão bimodal de floração que foi correlacionado com os eventos da assembleia de beija-flores. O primeiro pico ocorreu na estação seca e coincidiu com a estação reprodutiva dos beija-flores, e o segundo pico aconteceu entre o início e o meio da estação chuvosa e coincidiu com o pico de muda.

Skutch (1966) na Costa Rica, em uma localidade que apresenta um ciclo climático semelhante ao de La Selva, exceto pela maior durabilidade e severidade da estação seca encontrou dois picos de atividade reprodutiva nos beija-flores, um em dezembro – fevereiro e um segundo, menor, em junho-agosto. O autor afirmou que esses picos correspondiam aos picos de floração.

Em Trinidad, onde o regime de chuvas é semelhante ao de La Selva, mas no geral, também é mais seco, especialmente em agosto e setembro que constitui uma segunda estação seca, Snow e Snow (1964) observaram um pico de floração das árvores de dossel entre o final da estação chuvosa e início da seca, enquanto que arbustos e ervas floresciam mensalmente no final da estação seca e início da chuvosa.

Gutierrez *et al.* (2004) estudaram em três ecossistemas alto andinos (bosque alto andino, páramo e sub-páramo) a relação da distribuição temporal das atividades de reprodução, muda e movimentos populacionais com a oferta energética das plantas. Verificaram que a muda e a reprodução são eventos assíncronos e que ocorrem dois picos de reprodução para os beija-flores.

Quanto ao ciclo de mudas e a atividade reprodutiva dos beija-flores, no primeiro ano de amostragem foi possível verificar um ritmo estacional relacionado à floração.

O segundo ano (junho de 2012 a maio de 2013) foi caracterizado pela maior seca dos últimos 20 anos na Caatinga (Santos *et al.* 2012), o que comprometeu as coletas, pois não foram capturados beija-flores na área de estudo durante alguns meses.

Foram verificados dois ciclos anuais de muda e de atividades reprodutivas na assembleia de beija-flores da Serra do Pará. Esse padrão, além de ter diferido do encontrado por Stiles (1980) em floresta tropical úmida, também diferiu do encontrado por outros autores em assembleias de aves em estudos conduzidos no Brasil. Nessas regiões, as condições climáticas são menos sazonais, e um único ciclo anual foi encontrado, como em Mallet-Rodrigues (2005) na Mata Atlântica no sudeste brasileiro e em Piratelli *et al.* (2000) em áreas de Cerrado do Mato Grosso do Sul.

No entanto, o padrão encontrado nesse estudo foi semelhante ao encontrado por Araújo (2009), em uma assembleia de aves em área de caatinga no Cariri Paraibano e por Gutiérrez *et al.* (2004), nos Andes. Ambos os estudos conduzidos em ambientes com condições climáticas mais sazonais e com maiores períodos de estiagem.

O período de maior ocorrência das mudas, especialmente de contorno e de voo simultaneamente, foi logo após a estação chuvosa. Esses picos correlacionaram com o período de maior oferta dos recursos florísticos, semelhante a outras comunidades em floresta tropical úmida (Stiles 1985) e em ecossistemas de montanha (Gutiérrez *et al.* 2004).

A muda nas penas de contorno apresentou correlação moderada com a riqueza de espécies de flores não ornitófilas. Segundo Chai (1997), a muda nos beija-flores

demanda muita energia e corresponde a gastos energéticos equivalentes a 40% do metabolismo basal. Os beija-flores, especialmente os Trochilinae, são conhecidos por visitarem uma série de recursos florísticos não somente restritos a síndrome de ornitofilia, além de se alimentarem de artrópodes (Stiles 1981, Las-Casas *et al.* 2012a).

A atividade reprodutiva dos beija-flores, mesmo não apresentando correlação significativa com a precipitação, foi evidenciada durante a estação chuvosa na área de estudos. Esse padrão é encontrado para a maioria das espécies de aves em ambientes climaticamente mais sazonais, conforme registrado por Araújo (2009) para as aves, incluindo a família dos troquilídeos em outra área de Caatinga no estado da Paraíba. No entanto, a atividade reprodutiva apresentou correlação positiva com a riqueza de espécies de plantas não ornitófilas em floração, sugerindo que a estação reprodutiva coincide com o período de maior disponibilidade de recursos florísticos alimentares (Toledo 1975, Poulin *et al.* 1992, Araújo 2009).

O que fica evidente é que existem diferenças nos ritmos fenológicos e nos ciclos biológicos das espécies nas diferentes comunidades, sendo que a distribuição da demanda de energia requerida pelo ciclo anual das espécies está relacionada com a disponibilidade do néctar das flores, apesar da importância dos artrópodes na dieta dos beija-flores, conforme sugerido por Stiles (1980).

Conforme postulado por Stiles (1980) e Zamora & Rojas (2001) as variações na capacidade de carga de diferentes ecossistemas fazem com que a variação na composição das comunidades de plantas permita, por sua vez, uma correspondente diversidade nas assembleias de colibris, nos padrões de seleção e polinização das flores nas comunidades, e nos ritmos estacionais.

No entanto, os dados sugerem, juntamente com os de Gutiérrez *et al.* (2004) e Araújo (2009), que em ambientes com extremos de sazonalidade climática, como a Caatinga e o páramo, o ciclo anual é caracterizado por dois picos de atividade reprodutiva.

As atividades reprodutiva e de muda são assíncronas, com o ciclo de mudas tendo início logo após a estação reprodutiva, semelhante ao que ocorre no ciclo anual das aves (inclui-se Trochilidae nas assembleias de aves dos referidos estudos) em comunidades de floresta tropical úmida na Costa Rica (Stiles 1980), em comunidades de ambientes áridos e semiáridos na Venezuela (Poulin *et al* 1992), e de floresta seca no semiárido brasileiro (Araújo 2009).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pela concessão de bolsa nível Doutorado a FMG Las-Casas. Ao Murilo Sérgio do Centro Nacional de Pesquisas em Aves Silvestres (CEMAVE), do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) pela confecção do mapa de localização da área de estudo. Ao CEMAVE/ICMBIO pela concessão da licença para captura, marcação e pelo fornecimento das anilhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, H. F. P. 2009. Amostragem, estimativa de riqueza de espécies e variação temporal na diversidade, dieta e reprodução de aves em área de caatinga, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.
- Bergman, G. 1982. Why are the wings of *Larus f. fuscus* dark? *Ornis Fennica* 59: 77–83.

- CBRO. 2014. Listas das aves do Brasil. 11ª Edição. Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: [10 DE janeiro de 2014].
- Chai, P. 1997. Hummingbird hovering energetics during moult of primary flight feathers. *Journal of Experimental Biology* 200: 1527–1536.
- Davis, D.E. 1945. The annual cycle of plants, mosquitoes, birds and mammals in two Brazilian forests. *Ecological Monographs* 15:243–295.
- Foster, M. 1975. The overlap of molting and breeding in some tropical birds. *The Condor* 77: 304–314.
- Gutiérrez, A. Z., S. V. Rojas-Nossa, & F. G. Stiles. 2004. Dinámica anual de la interacción colibrí-flor em ecosistemas altoandinos. *Ornitología Neotropical*, 15(Suppl.): 205–213.
- Howell, S.N.G. 2001. Feather bleaching in gulls. *Birders Journal* 10: 198–208.
- Ibama. 1994. Manual de Anilhamento de Aves Silvestres. 2ª ed. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 146p.
- INMET. 2012. Memo. nº 090/2012. Instituto Nacional de Meteorologia.
- Klaassen, M. 1995. Molt and basal metabolic costs in males of two subspecies of stonechats: the European *Saxicolatorquatarubicula* and the East African *Saxicolatorquataaxillaris*. *Oecologia* 104: 424–432.
- Lack, D. 1968. Ecological adaptations for breeding in birds. London: Methuen.
- Las-Casas, F.M.G.; S.M. Azevedo-Júnior, & M. M. Dias. 2012a. The community of hummingbirds (Aves: Trochilidae) and the assemblage of flowers in a Caatinga vegetation. *Brazilian Journal of Biology* 72 (1): 51-58.
- Las-Casas, F. M. G., S. M. Azevedo-Júnior, M. M. Dias, & C. A. Bianchi. 2012b. Community structure and bird species composition in a caatinga of Pernambuco, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 20(3): 302–311.
- Mallet-Rodrigues, F. 2005. Molt-breeding cycle in passerines from a foothill forest in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 13(2): 155–160.
- Marini, M. A., & R. Durães. 2001. Annual patterns of molt and reproductive activity of passerines in south-central Brazil. *The Condor* 103: 767–775.
- Marini, M.A., C. Duca, & L. T. Manica. 2010. Técnicas de Pesquisa em biologia reprodutiva de aves. Pp. 297–312 *in* Von Matter, S. V., F. C. Straube, V. Piacentini,

- & J. F. Cândido-Júnior (Orgs.). Ornitologia e Conservação. Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Technical Books. Rio de Janeiro, Brasil.
- Paiva, L.V. 2008. Fatores que determinam o período reprodutivo de *Elaenia chiriquensis* (Aves: Tyrannidae) no Cerrado do Brasil Central. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil.
- Piratelli, J.A., M. A. C. Siqueira, & L. O. Marcondes-Machado. 2000. Reprodução e muda de penas em aves de sub-bosque na região leste de Mato Grosso do Sul. Ararajuba 8(2): 99–107.
- Poulin, B., G. Lefebvre, & R. Mcneil. 1992. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. Ecology 73 (6): 2295–2309.
- Prado, D. E. 2003. As caatingas da América do Sul. Pp. 262–263 in Leal, I. R., M. Tabarelli, & J.M.C. Silva (Orgs.). Ecologia e Conservação da Caatinga. Editora Universitária, Recife, Pernambuco, Brasil.
- Ramos, J. A. 1994. The annual cycle of the Azores bullfinch, *Pyrrhulamurina Goldman*, 1866 (Aves: Passeriformes). Arquipélago. Life and Marine Sciences 12A: 101–109.
- Reis, A.C. 1976. Clima da Caatinga. Anais da Academia Brasileira de Ciências 48: 325–335.
- Rodrigues, L.C., & Rodrigues, M. 2011. Size dimorphism, juvenal plumage, and timing of breeding of the Hyacinth visorbearer (*Augastes scutatus*). The Wilson Journal of Ornithology 123(4):726–733.
- Roos, A. 2010. Capturando aves. Pp. 77-104 in Von Matter, S. V., F. C. Straube, V. Piacentini, & J. F. Cândido-Júnior (Orgs.). Ornitologia e Conservação. Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Technical Books. Rio de Janeiro, Brasil.
- Ruschi, A. 1962. A muda nos Trochilidae. Boletim Museu Prof. Mello-Leitão 38: 1–16.
- Russell, S.M. & O. Russell. 2001. The North American banders' manual for banding hummingbirds. North American Banding Council. Arizona. 45p.
- Santos, E.; H. Matos, J. Alvarenga & M.C.L. Sales. 2012. A seca no nordeste no ano de 2012: relato sobre a estiagem na região e o exemplo de prática de convivência

- com o semiárido no Distrito de Iguaçu/Canindé-CE. *Revista Geonorte*, Edição Especial 2, 1(5): 819-830.
- Straube, F.C. & G. V. Bianconi. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. *Chiroptera Neotropical* 8(2):150–152.
- Skutch, A.F. 1966. A breeding bird census and nesting success in Central America *Ibis*108: 1–16
- Snow, D. W.,&B. K. Snow. 1964. Breeding seasons and the annual cycles of Trinidad landbirds. *Zoologica*49: 1–39.
- Steve, N.,& G. Howell. 2003. The variety of molt strategies Part 1. *Birding*: 490–496.
- Stiles, F.G. 1980. The Annual Cycle in a tropical wet forest hummingbird community. *Ibis* 122: 322-343.
- Stiles, F. G. 1981. Geographical aspects of Bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 68: 323–351.
- Stiles, F. G. 1985. Seasonal patterns and coevolution in the hummingbird-flower community of a Costa Rican subtropical forest. *Ornithological Monographs* 36: 757–787.
- Stiles, F.G. 1995. Intraspecific and interspecific variation in molt patterns of some tropical hummighbirds. *The Auk* 112 (1):118–132.
- Stiles, F.G.,& L. L. Wolf. 1974. A possible circannual molt rhythm in a tropical hummingbird. *American Naturalist* 108: 341–354.
- Toledo, V. M. 1975. La Estacionalidad de las Flores Utilizadas por los Colibríes de uma Selva Tropical Humeda em Mexico. *Biotropica* 7(1): 63–70.
- Wagner, H. O. 1955. The molt of hummingbirds. *The Auk* 72: 286–291.
- Wikelski, M., M. Hau & J.C. Wingfield.2000. Seasonality of reproduction in a neotropical rainforest bird. *Ecology* 81: 2458-2472.
- Wolfe, J.D., P. PYLE, &C. J. RALPH. 2009. Breeding seasons, molt patterns, and gender and age criteria for selected northeastern Costa Rican resident landbirds. *The Wilson Journal of Ornithology* 121 (3): 556–567.
- Zamora, E. A. G. & S. V. R. ROJAS. 2001. Dinamica annual de la interaccion colibrí-flor em ecossistemas altoandinos del volcán Galeras, Sur de Colômbia. *Trabalho*

de graduação para adquirir o título de biólogo. Universidade Nacional da Colômbia, Bogotá, Colômbia.

CAPÍTULO 3

Morfometria de beija-flores em uma área de Caatinga no agreste pernambucano



Beija-flor-tesoura, *Eupetomena macroura* (adulto). Foto: Flor Guedes

ABSTRACT. Morphometry of hummingbirds in an area of Caatinga vegetation.

We present morphometric data of body mass, total cúlmen, commissure width, length of tarsus, wing and tail lengths and total body length of 56 specimens of hummingbirds, belonging to four species. Captures were realized during 23 months, between July, 2011 and May, 2013 at the *Serra do Pará*, an area of permanent preservation in the semi-arid zone of Pernambuco. The hummingbird assembly was morphologically characterized by the three sub-groups known for the Trochilinae, presenting small short-billed species, medium-sized with straight bills species, and the medium to large with long bills species.

KEY-WORDS. Biometry, Body mass, *Caatinga*, Culmen length, Trochilidae.

INTRODUÇÃO

Diversas áreas do conhecimento têm se interessado por dados e estudos morfométricos por diferentes motivos. Os taxonomistas utilizam a morfometria para mensurar as diferenças existentes entre as espécies, criando referências para comparações, os ecólogos discutem as relações do tamanho e da forma em relação a estrutura e organização das comunidades (PERES-NETO 1995, RICKLEFS & TRAVIS 1980), assim como servem de base para estudos em ecomorfologia e filogenia (RICKLEFS & MILES 1994, RODRIGUEZ-FLORES & STILES 2004, 2005, 2008). Dados morfométricos são também importantes ferramentas em estudos comportamentais, especialmente nas espécies em que os sexos são facilmente reconhecidos devido ao dimorfismo aparente de plumagem (KUSHLAN 1977), assim como são usados na sexagem de indivíduos de espécies monomórficas em campo (MONTALTI *et al.* 2004, PEIRÓ 1991).

Diversos estudos em ecologia, biologia evolutiva e principalmente os macroecológicos, além de usarem dados de espécimes depositados em coleções científicas, vêm utilizando dados biométricos disponíveis na literatura (FLEMING *et al.* 2005, MACHADO 2009, PIRATELLI *et al.* 2001).

Os beija-flores são aves pertencentes à Família Trochilidae. São separados taxonomicamente e ecologicamente devido a características morfológicas e ecológicas em duas subfamílias: os Phaethornithinae conhecidos como eremitas, e os Trochilinae ditos os “verdadeiros” beija-flores, mas também denominados não eremitas (SCHUCHMANN 1999, SICK 1997, STILES 2008). Os eremitas têm geralmente bicos mais largos e curvos que os Trochilinae e são aves de sub-bosque (COTTON 1998, RODRÍGUEZ-FLORES & STILES 2005, STILES 1981, 1985, STILES & WOLF 1979). Os

Trochilinae incluem quase que 90% das espécies da família, são os únicos beija-flores presentes nos extremos da distribuição da família tanto latitudinalmente quanto altitudinalmente e também nos ambientes mais secos (STILES 1981, ZAMORA & ROJAS 2001). São muito variáveis em tamanho, entre dois e 20 gramas e apesar de algumas espécies apresentarem bico recurvado, a maioria das espécies apresenta bico reto, com comprimentos que podem variar de oito mm a mais de 100 mm (HILTY & BROWN 1986).

Apesar de dados morfométricos serem importantes fontes de informações taxonômicas, biológicas e evolutivas, poucos são os dados morfométricos disponíveis na literatura para a maioria das aves neotropicais (MONTALTI *et al.* 2004).

Neste sentido, o objetivo do presente estudo é caracterizar morfometricamente uma assembleia de beija-flores capturados em uma área de Caatinga e fornecer informações biométricas básicas dessas espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi realizado na Serra do Pará (SDP), uma área de preservação permanente, localizada no Distrito do Pará, distrito-sede do município de Santa Cruz do Capibaribe, em Pernambuco, Brasil (7°52'29.20"S/36°24'10.06"W; Figura 1).

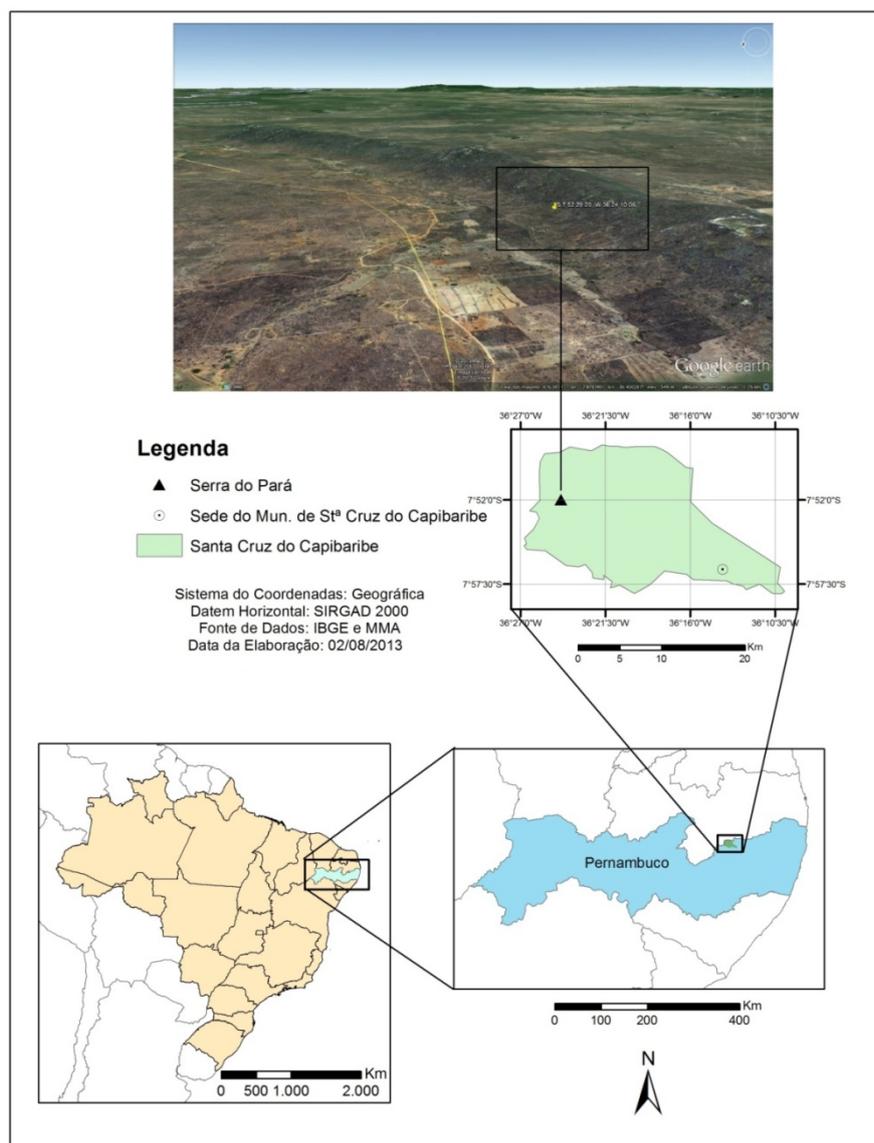


Figura 1. Localização da Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil.

O clima é semiárido, do tipo BSh segundo a classificação de Köppen, ocorrendo em áreas com marcada sazonalidade e baixos índices de precipitação pluviométrica. A temperatura anual varia entre 23 e 27°C e as chuvas são irregularmente distribuídas ao longo do ano (três a cinco meses), com déficit hídrico durante a maior parte dos meses (SAMPAIO 1995). Em Santa Cruz do Capibaribe a precipitação

média anual é de 503,3 mm, e a estação chuvosa entre março e julho (SUDENE 1990).

A vegetação da região é composta basicamente por Caatinga Hiperxerófila, sendo a fitofisionomia predominante na SDP a de caatinga arbustivo-arbórea densa, apresentando também áreas com afloramentos rochosos denominados de lajedos na região (LAS-CASAS *et al.* 2012).

Coleta de dados

Para a coleta dos dados foram realizadas 23 expedições a campo, entre julho de 2011 e maio de 2013. Durante três dias, mensalmente, as aves foram capturadas com o uso de 12 redes de neblina (12 x 2,5 m e malha 36 mm), durante o período da manhã (5h às 10h) e da tarde (15h às 17h). Foi realizado um esforço total de captura de 173.880h.m². O esforço de captura foi calculado de acordo com o cálculo proposto por STRAUBE & BIANCONI (2002) que inclui área e tempo de operação das redes, segundo a seguinte fórmula: $E = \text{área} \times h \times n$. E é o esforço de captura; *área* é a área de cada rede (altura multiplicada pelo comprimento); h é o tempo de exposição (número de horas multiplicado pelo número de dias); n é o número de redes. Adotamos essa fórmula para o cálculo do esforço de captura, uma vez que é importante a padronização entre os pesquisadores, conforme sugerido por Roos (2010).

As aves capturadas foram acondicionadas individualmente em sacos de tecido, e transportadas até a estação de anilhamento. Os espécimes capturados foram marcados com anilhas numeradas fornecidas pelo CEMAVE/ICMBIO.

As seguintes medidas biométricas externas foram realizadas: massa corpórea, medida com um dinamômetro do tipo Pesola de 35g; o comprimento do bico que foi medido através do cúlmen total, a largura do bico e o tamanho do tarso, todos medidos com um paquímetro e tomados em milímetros; o comprimento da asa, o comprimento da cauda e o comprimento total do corpo, todos aferidos utilizando-se de uma régua, também em milímetros (mm). Todas as medidas foram tomadas por um único e mesmo anilhador.

As diretrizes para o anilhamento, a segurança, a operação com redes de neblina, assim como o padrão das medidas biométricas aferidas seguem as normas de anilhamento definidas nos protocolos nacional e internacional (IBAMA 1994, RALPH *et al.* 1996, ROOS 2010, RUSSELL & RUSSELL 2001).

A idade dos beija-flores foi determinada a partir de padrões de plumagem e do bico (RUSSELL & RUSSELL 2001). Quanto ao padrão de diferenciação usando características do bico, beija-flores imaturos apresentam pequenas estrias que se estendem diagonalmente ao longo do comprimento do bico (ORTIZ-CRESPO 1972, RUSSELL & RUSSELL 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram capturados 55 indivíduos de beija-flores pertencentes a quatro espécies na área de estudo, dos quais 46 eram adultos e nove imaturos. Todas as espécies capturadas são pertencentes à subfamília dos Trochilinae: o beija-flor-tesoura, *Eupetomena macroura* (Gmelin, 1788), o beija-flor-vermelho, *Chrysolampis mosquitus* (Linnaeus, 1758), o besourinho-de-bico-vermelho, *Chlorostilbon lucidus*

(Shaw, 1812) e o bico-reto-de-banda-branca, *Heliomaster squamosus* (Temminck, 1823).

O besourinho-de-bico-vermelho, *C. lucidus*, foi a espécie mais capturada (n=40), dos quais 32 indivíduos eram adultos (13 fêmeas, 19 machos) e 8 imaturos. Para *C. lucidus* em particular, o padrão do adulto é apresentar o bico vermelho com a ponta preta. Os filhotes (ninhegos) nascem com os bicos escuros, e quando imaturos apresentam muito mais preto ao longo do comprimento do bico, que vai reduzindo a sua proporção em relação ao vermelho, e se limitando às pontas do bico, conforme os indivíduos vão se desenvolvendo. Quanto ao padrão de plumagem os imaturos assemelham-se às fêmeas, mas além das características do bico (coloração e estrias), eles apresentam uma coloração mais amarronzada na cabeça e no dorso, com as penas escamadas (Figura 2).

Dentre os imaturos capturados cinco indivíduos de *C. lucidus* puderam ser sexados devido ao padrão de plumagem, pois dependendo do estágio dentro do ciclo de muda, os machos imaturos começam a colorir as penas de contorno, especialmente na garganta e no peito.

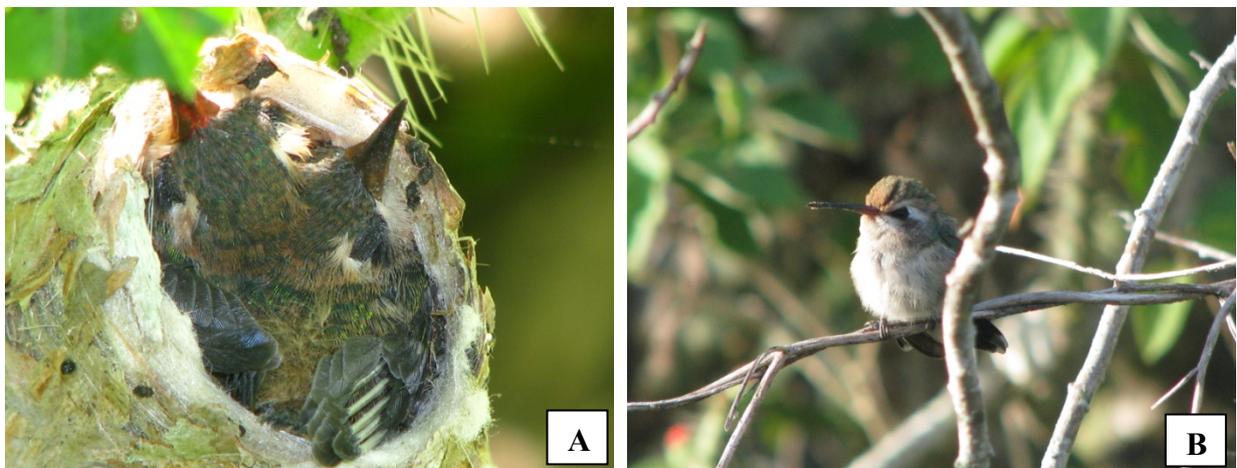




Figura 2. Detalhes do padrão de plumagem e coloração do bico de adultos e imaturos do besourinho-de-bico-vermelho, *Chlorostilbon lucidus*. Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco. A. ninhegos, B. imaturo, C. adulto macho, e D. adulto fêmea.

A segunda espécie com maior número de captura foi *C. mosquitos*, com nove indivíduos capturados, sendo oito adultos (sete fêmeas e um macho) e um imaturo. Foram capturados cinco indivíduos de *E. macroura*, dos quais de apenas um foi possível fazer a sexagem (a espécie é monocromática), pois apresentava no ventre ovos em formação. *Heliomaster squamosus* foi representado por um único espécime capturado, adulto macho.

Foram recapturados três indivíduos (5%) de beija-flores ao longo dos 23 meses de captura. O primeiro indivíduo foi uma fêmea adulta de *C. lucidus* que foi anilhada em julho de 2011 e foi recapturada em novembro de 2011. O segundo foi um macho adulto de *C. lucidus* que foi anilhado também em julho de 2011 e recapturado em fevereiro de 2012. E o terceiro foi um indivíduo adulto de *E. macroura* anilhado em

outubro de 2011 e que foi recapturado um ano e sete meses depois, em maio de 2013.

Quanto a biometria dos beija-flores, todos os dados morfométricos estão disponíveis na Tabela 1.

O grupo dos não eremitas, os Trochilinae, é separado em três subgrupos em virtude de sua morfologia: os pequenos, de bico tipicamente curto (<15 mm) e com menos de 3,5 g; as espécies medianas, de bico reto (média de 20 mm de comprimento), e entre 3,5 e 4,0 a 7,0 g; e um número menor de espécies com bicos longos (mais de 30mm de comprimento) e/ou curvados, de tamanho mediano a grande entre 5,5 a mais de 12 g (STILES 1981).

Segundo as categorias de subgrupo, a assembleia de beija-flores na SDP é caracterizada por um membro do grupo dos beija-flores pequenos e de bico curto, *C. lucidus* que apresentou em média 2,8g, e comprimento do bico, medido através do cúlmen total, 18,8 mm. Um representante do grupo dos medianos, *C. mosquitus* que apresentou em média 3,7g de massa corpórea e 21,1 mm de cúlmen total. E duas espécies representando o subgrupo de beija-flores de tamanho mediano a grande, *E. macroura* com 7,4g e 25 mm e *H. squamosus* com 5,5 g e 31,5 mm de massa corpórea e comprimento do bico, respectivamente.

Essa variação morfológica na assembleia local, representada por espécies nas diferentes sub-comunidades de beija-flores pode ser um fator importante no processo de coexistência e adaptação das espécies (GUTIÉRREZ *et al.*2004).

Diversas pesquisas têm sugerido que espécies em determinadas áreas geográficas vão exibir caracteres morfológicos que refletem adaptações evolutivas tanto para as interações de competição entre diferentes espécies de beija-flores,

como para as interações mutualísticas entre as plantas e suas aves polinizadoras (SNOW & SNOW 1972, COLWELL 1973, KODRIC-BROWN *et al.* 1984, BROWN & BOWERS1985).

Tabela 1. Dados de massa corporal (MC) em gramas (g); cúlmen total (CT), largura do bico (LB), tarso (TA), asa (AC), cauda (CC), comprimento do corpo (CCT). Todas em milímetros (mm). Espécies ordenadas taxonomicamente segundo CBRO (2014).

Espécies	MC	CT	LB	TA	AC	CC	CCT
<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	7,4 ± 0,5 (5)	25 ± 1,5 (5)	6 ± 0,7 (5)	6 ± 0,4 (5)	76 ± 5,7 (5)	88 ± 8,9 (4)	156 ± 10,7 (4)
<i>Chrysolampis mosquitus</i> (Linnaeus, 1758)	3,7 ± 0,7 (8)	21,1 ± 1 (8)	4,6 ± 0,2 (8)	5,2 ± 0,4 (8)	54,8 ± 2,2 (7)	30,6 ± 1,2 (6)	87,7 ± 2,9 (6)
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	2,8 ± 0,4 (29)	18,8 ± 1 (31)	4,5 ± 0,4 (31)	5,0 ± 0,4 (31)	47,8 ± 1,3 (30)	29,1 ± 1,7 (29)	78,6 ± 2,9 (29)
<i>Helimaster squamosus</i> (Temminck, 1823)	5,5 (1)	31,5 (1)	4,1 (1)	5,7 (1)	56 (1)	39 (1)	105 (1)

As informações apresentadas no presente trabalho contribuem para o conhecimento das características morfométricas de algumas espécies de beija-flores com ocorrência na Caatinga, além de trazerem informações inéditas quanto ao padrão de coloração de plumagem e de bico para a sexagem e idade de *C. lucidus*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pela concessão de bolsa nível Doutorado a FMG Las-Casas. Ao Murilo Sérgio do Centro Nacional de Pesquisas em Aves Silvestres (CEMAVE) pela confecção do mapa de localização da área de estudo. Ao CEMAVE/ICMBIO pela concessão da licença para captura, marcação e pelo fornecimento das anilhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN, J.H. & M.A. BOWERS. 1985. Community organization in hummingbirds: relationships between morphology and ecology. *The Auk* 102 (2):251-269.
- COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS (CBRO) 2014. Listas das aves do Brasil. 11ª Edição. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: [27 de janeiro, 2014].
- COLWELL, R.K. 1973. Competition and coexistence in a simple tropical community. *American Naturalist* 107:737-760.
- COTTON, P. 1998. The hummingbird community of a lowland Amazonian rainforest. *Ibis* 140:512-521.
- FLEMING, T.H.; N. MUCHHALA & J.F. ORNELAS. 2005. New World Nectar-feeding vertebrates: community patterns and processes. P. 163-185. *In: SANCHEZ-CORDEIRO, V. & R.A. MEDELLÍN (Eds.). Contribuciones Mastozoológicas em homenaje a Bernard Villa. Instituto de Biología, UNAM; Instituto de Ecología, UNAM, Conabio. México.*

- GUTIÉRREZ, A. Z.; S. V. ROJAS-NOSSA, & F. G. STILES. 2004. Dinámica anual de la interacción colibrí-flor emecosistemas altoandinos. *Ornitología Neotropical*, 15(Suppl.): 205–213.
- HILTY, S. & W. BROWN. 1986. *A Guide to the Birds of Colombia*. Princeton University Press.
- IBAMA. 1994. *Manual de Anilhamento de Aves Silvestres*. 2ª ed. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 146p.
- KODRIC-BROWN, A.; J.H. BROWN; G.S. BYERS & D.F. GORI. 1984. Organization of a tropical island community of hummingbirds and flowers. *Ecology* 65:1358–1368.
- KUSHLAN, J.A. 1977. Sexual dimorphism in the White Ibis. *The Wilson Bulletin* 89(1): 92-98.
- LAS-CASAS, F.M.G.; S.M. AZEVEDO-JÚNIOR; M.M. DIAS & C.A. BIANCHI. 2012. Community structure and bird species composition in a caatinga of Pernambuco, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 20(3):302-311.
- MACHADO, C.G. 2009. Beija-flores (Aves: Trochilidae) e seus recursos florais em uma área de caatinga da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Zoologia* 26(2):255-265.
- MONTALTI, D.; G. KOPIJ & R. MARAGLIANO. 2004. Morphometrics and sexual dimorphism of some neotropical passerines. *Ornitologia Neotropical* 18:271-278.
- ORTIZ-CRESPO, F.I. 1972. A new method to separate adult and immature hummingbirds. *The Auk* 89:851-857.
- PEIRÓ, I.G. 1991. Datos sobre la biometría del pájaro moscón *Remiz pendulinus* en la provincia de Alicante (SE de España). *Grupo Catala Anellamento* 8:11–14.
- PERES-NETO, P.R. 1995. Introdução às análises morfométricas. *Oecologia brasiliensis* II: 57-89.
- PIRATELLI, A.J.; F.P. MELO & R.F. CALIRI. 2001. Dados morfométricos de aves de sub-bosque da região leste de Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Zoologia* 18(2): 305-317.
- RALPH, C.J.; G.R. GEUPEL; P.PYLE; T.E. MARTIN; D.F. DESANTE & B. MILÁ. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Pacific

- Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.
- RICKLEFS, R.E. & J. TRAVIS. 1980. A morphological approach to the study of avian community organization. *The Auk* 97: 321-338.
- RICKLEFS, R.E. & D. MILES. 1994. Ecological and evolutionary inferences from morphology: an ecological perspective. p. 13-41. WAINWRIGHT, P.C. & S.M. REILLY (Eds.). *Ecological morphology: integrative organismal biology*. University of Chicago Press.
- RODRIGUEZ-FLORES, C.I. & F.G. STILES. 2005. Análisis ecomorfológico de una comunidad de colibríes ermitaños (Trochilidae, Phaethorninae) y sus flores en la Amazonia colombiana. *Ornitología Colombiana* 3: 7-27.
- ROOS, A. 2010. Capturando aves. p. 77-104. *In*: VON MATTER, S.; F.C. STRAUBE; I.A. ACCORDI; V.Q. PIACENTINI & J.F. CÂNDIDO-JÚNIOR. (Orgs.). *Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnica de pesquisa e levantamento*. Technical Books. Rio de Janeiro.
- RUSSELL, S.M. & O. RUSSELL. 2001. *The North American banders' manual for banding hummingbirds*. North American Banding Council. Arizona. 45p.
- SAMPAIO, E.V.S. 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. p. 35-63. *In*: BULLOCK, S.H.; H. A. MOONEY & E. MEDINA (Eds.). *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SCHUCHMANN, K.L. 1999. Family Trochilidae (Hummingbirds). *In*: DEL HOYO, J.; A. ELLIOTT & J. SARGATAL (Eds.). *Handbook of the Birds of the World*. Barcelona: Lynx Edicions.
- SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- STILES, F.G. 1981. Geographical aspects of Bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 68:323-351.
- STILES, F.G. 1985. Seasonal patterns and coevolution in the hummingbird-flower community of a Costa Rican subtropical forest. *Ornithological Monographs* 36:757-787.
- STILES, F.G. 2004. Phylogenetic constraints upon morphological and ecological adaptation in hummingbirds (Trochilidae): why are there no hermits in the paramo? *Ornitologia Neotropical* 15 (Suppl.):191-198.

- STILES, F.G. 2008. Ecomorphology and phylogeny of hummingbirds: divergence and convergence in adaptations to high elevations. *Ornitología Neotropical* 19 (Suppl.):511-519.
- STILES, F.G. & L.L. WOLF. 1979. Ecology and evolution of lek mating behavior in the long-tailed hermit hummingbirds. *Ornithological Monographs* 27:1-77.
- SNOW, B.K. & D.W. SNOW. 1972. Feeding niches of hummingbirds in a Trinidad Valley. *Journal of Animal Ecology* 41:471-485.
- STRAUBE, F.C. & G.V. BIANCONI. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. *Chiroptera Neotropical* 8 (1-2):150-152.
- SUDENE. 1990. Dados pluviométricos do Nordeste - Estado de Pernambuco. Série Pluviométrica 6. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, Recife, Brasil.
- ZAMORA, E.A.G. & S.V.R. ROJAS. 2001. Dinamica annual de la interaccion colibrí-flor em ecossistemas altoandinos del volcán Galeras, Sur de Colômbia. Trabalho de graduação para adquirir o título de biólogo. Departamento de Biologia, Faculdade de Ciências, Universidade Nacional da Colômbia, Bogotá.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dinâmica temporal dos beija-flores apresentou marcada sazonalidade na área de estudos, sendo os períodos de maior abundância principalmente durante os períodos de chuva.

O período com maior disponibilidade de recursos de espécies ornitófilas em floração foi durante a estação seca, enquanto que as espécies de plantas não ornitófilas apresentaram um padrão bimodal de floração, uma na seca e outra na chuvosa.

Dentre os fatores abióticos e bióticos analisados, a temperatura foi o fator mais importante na determinação da riqueza e na variação da abundância dos beija-flores.

Os dados sugerem que as variáveis climáticas, especialmente a temperatura podem exercer influência na estrutura e na dinâmica das assembleias de beija-flores, juntamente com a disponibilidade de recursos florísticos, especialmente das plantas não ornitófilas.

Quanto aos eventos biológicos de muda e de atividade reprodutiva, foram verificados dois ciclos anuais na assembleia de beija-flores da Serra do Pará. A atividade reprodutiva dos beija-flores mesmo não apresentando correlação significativa com a precipitação, foi evidenciada durante a estação chuvosa na área de estudos.

O período de maior ocorrência das mudas, especialmente de contorno e de vôo simultaneamente, foi logo após a estação chuvosa. As atividades reprodutivas e de muda foram assincrônicas, com o ciclo de mudas tendo início logo após a estação reprodutiva, semelhante ao que ocorre no ciclo anual das aves.

Morfometricamente, segundo as categorias de subgrupo, a assembleia de beija-flores na SDP foi caracterizada por um membro do grupo dos beija-flores pequenos e de bico curto, *C. lucidus* que apresentou em média 2,8g, e comprimento do bico, medido através do cúlmen total, 18,8 mm. Um representante do grupo dos medianos, *C. mosquitus* que apresentou em média 3,7g de massa corpórea e 21,1 mm de cúlmen total. E duas espécies representando o subgrupo de beija-flores de tamanho mediano a grande, *E. macroura* com 7,4g e 25 mm e *H. squamosus* com 5,5 g e 31,5 mm de massa corpórea e comprimento do bico, respectivamente.

As informações apresentadas no presente trabalho contribuem para o conhecimento das características ecológicas e morfométricas de algumas espécies de beija-flores com ocorrência na Caatinga, além de trazerem informações inéditas quanto à dinâmica e o ciclo anual dos beija-flores em uma área de Caatinga, assim como características de coloração de plumagem e de bico para a sexagem e idade de *C. lucidus*.

Anexo 1. Lista das espécies vegetais em floração na Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco.

Família/Espécies	Forma de vida	Cor da flor/ bráctea	Espécies de beija-flor observados visitando
Acanthaceae			
<i>Justicia aequilabris</i> (Nees) Lindau ^{ORN}	Arbusto, Subarbusto	vermelho	CL
<i>Ruellia aspérula</i> (Mart. exNess) Lindau ^{ORN}	Arbusto, Subarbusto	vermelho	CL, CM
Anacardiaceae			
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Árvore	amarelo/verde claro	
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Árvore	branco	
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Árvore	branco	
Apocynaceae			
<i>Allamanda blanchetii</i> A.DC.	Arbusto	roxo	CL, HS
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	Árvore	branco	
Bignoniaceae			
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Árvore	rosa	CL, CM, EM, HS
Boraginaceae			
<i>Cordia cf trichotoma</i> (Vell.) Arráb. exSteud.	Arbusto, Árvore	branco	
Bromeliaceae			
<i>Bromelia laciniosa</i> Mart. exSchult. & Schult.f. ^{ORN}	Erva	rosa	CL
<i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	Erva	amarelo	CL, EM, HS
<i>Hohenbregia cf catingae</i> Ule ^{ORN}	Erva	lilás	CL
<i>Neoglaziovia variegata</i> Mez ^{ORN}	Erva	roxo	CL
Burseraceae			
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett		amarelo	
Cactaceae			
<i>Cereus jamacuru</i> DC.	Árvore	branco	
<i>Melocactus zehntneri</i> (Britton & Rose) Luetzelb. ^{ORN}	Subarbusto	rosa	CL, CM, EM
<i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C.Weber) Byles & Rowley	Arbusto	branco	HS
<i>Pilosocereus pachycladus</i> F.Ritter	Arbusto, Árvore	branco	CL, EM
<i>Tacinga inamoena</i> (K.Schum.) N.P.Taylor&Stuppy ^{ORN}	Subarbusto	vermelho	CL, EM
<i>Tacinga palmadora</i> (Britton& Rose) N.P.Taylor&Stuppy ^{ORN}	Arbusto	vermelho	CL, CM, EM, HS
Capparaceae			
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl	Arbusto	branco	
Celastraceae			
<i>Maytenus rígida</i> Mart.	Árvore	amarelo	
Euphorbiaceae			
<i>Cnidoscolus halteris</i> Fern. Casas	Subarbusto	branco	4

<i>Cnidocolus obtusifolius</i> Pohl ex Baill.	Árvore	branco	CL
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Arbusto	branco	HS
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Arbusto	amarelo	CL, CM, EM, HS
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	Arbusto, Árvore	branco	CL
Fabaceae			
<i>Acacia paniculata</i> Willd.	Arbusto	amarelo	
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Árvore	branco	CL
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Arbusto, Árvore	branco	CL, CM, EM, HS
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. Ex Tul.	Arbusto	amarelo	
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	Arbusto	amarelo	CL
<i>Erythrina velutina</i> Willd. ^{ORN}	Árvore	vermelho	CL, EM, HS
<i>Mimosa hostilis</i> Benth.	Árvore	branco	
<i>Mimosa</i> sp L.	Árvore	branco	
<i>Parapiptadenia zehntneri</i> (Harms) M.P.Lima & H.C.Lima	Árvore	branco/amarelo	
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) H.S.Irwin & Barneby	Arbusto, Árvore	amarelo	CL
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	Árvore	amarelo	
Malvaceae			
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K.Schum.	Árvore	branco	CL, CM, EM, HS
<i>Melochia tomentosa</i> L.	Erva	rosa	CL, CM, EM, HS
Myrtaceae			
<i>Myrcia cf fallax</i> (Rich.) DC.	Arbusto, Árvore	branco	
Nyctaginaceae			
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Arbusto	roxa	CL, HS
Olacaceae			
<i>Ximenia americana</i> L.	Arbusto, Árvore	amarela	
Oxalidaceae			
<i>Oxalis psoraleoides</i> Kunth	Erva	branco	CL
Plumbaginaceae			
<i>Plumbago scandens</i> L.	Erva	branco	CL, EM
Rhamnaceae			
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reissek	Árvore	branco	
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Arbusto, Árvore	amarelo	
Rubiaceae			
<i>Guettarda angelica</i> Mart. Ex Müll. Arg.	Arbusto, Árvore	branca	HS
Verbenaceae			
<i>Lippia</i> sp.	Arbusto	branco	
Vitaceae			
<i>Cissus simsiana</i> Schult. & Schult.f.	Trepadeira	rosa	CL
Número de espécies de plantas não identificadas			5

^{ORN} ESPÉCIES COM SÍNDROME DE ORNITOFILIA. Fonte: Las-Casas *et al.* 2012a, Leal *et al.* 2006. CL = *Chlorostilbon lucidus*, CM = *Chrysolampis mosquitus*, EM = *Eupetomena macroura*, HS = *Heliomaster squamosus*.

Anexo 2. Espécies de planas ornitófilas registradas na Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil.



Da esquerda para a direita: *Justicia aequilabris*, *Neoglaziovia variegata*, *Bromelia laciniosa*



Erythrina velutina e *Hohenbergia* cf *catingae*

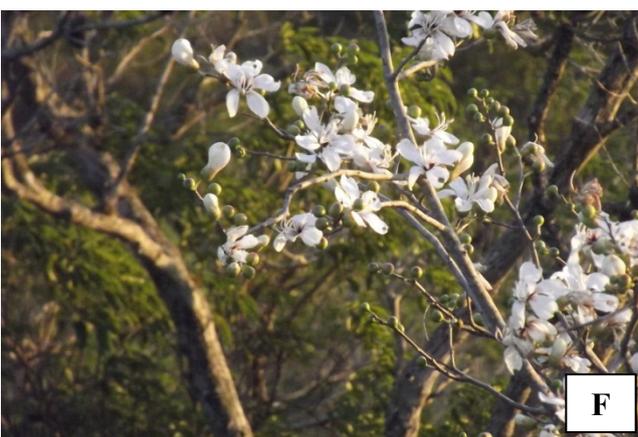


Tacinga inamoena e *Ruellia asperula*



Melocactus zehntneri e *Tacinga palmadora*

Anexo 3. Algumas espécies de plantas não ornitófilas em floração visitadas por beija-flores na Serra do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco.



A. *Jatropha molissima*, **B.** *Cnidoscolus halteris*, **C.** *Melochia tomentosa*, **D.** *Pilosocereus aff. pachycladus*. **E.** *Pilosocereus gounellei*, **F.** *Ceiba glaziovii*.