

UFPB-UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ZOOLOGIA)

GEORGIANA MATIAS DA SILVA PIMENTEL

BEIJA-FLORES E RECURSOS FLORAIS DE *PSITTACANTHUS*
***DICHROOS* (Mart.) Mart. (LORANTHACEAE) EM UMA ÁREA DA**
MATA ATLÂNTICA DA PARAÍBA

JOÃO PESSOA

2014

GEORGIANA MATIAS DA SILVA PIMENTEL

**BEIJA-FLORES E RECURSOS FLORAIS DE *PSITTACANTHUS
DICHROOS* (Mart.) Mart. (LORANTHACEAE) EM UMA ÁREA DA
MATA ATLÂNTICA DA PARAÍBA**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ciências
Biológicas da Universidade Federal da
Paraíba para a obtenção do título de
Mestre em Zoologia

Orientador: Prof. Dr. Alan Loures Ribeiro

Colaboradora: Prof. Dra. Denise Dias Cruz

JOÃO PESSOA

2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE
CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA DEPARTAMENTO DE
SISTEMÁTICA E ECOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS ZOOLOGIA**

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P644b Pimentel, Georgiana Matias da Silva.
 Beija-flores e recursos florais de *Psittacanthus dichroos* (Mart.) Mart.
(Loranthaceae) em uma área da Mata Atlântica da Paraíba / Georgiana Matias da
Silva Pimentel. - João Pessoa, 2014.
 54 f. : il.

 Orientação: Alan Loures Ribeiro.
 Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

 1. Beija-flores. 2. Polinização. 3. Fenologia. 4. Néctar. 5. *Psittacanthus*
dichroos. I. Ribeiro, Alan Loures. II. Título.

UFPB/BC

CDU 591.5(043)

Ata 239^a da Apresentação da Defesa de Dissertação da Mestranda Georgiana Matias da Silva Pimentel.

Aos vinte e um dias do mês de fevereiro de dois mil e quatorze, no Auditório do CCEN do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba, reuniu-se, em caráter de solenidade pública, às 14:00 horas, a banca examinadora da mestranda **Georgiana Matias da Silva Pimentel**, composta pelos seguintes professores doutores: Alan Loures Ribeiro 9 (UFPB), Caio Graco Machado (UEFS) e Celso Feitosa Martins (UFPB). Compareceram à solenidade, além da candidata e membros da banca examinadora, alunos e professores do PPGCB. Dando início à sessão, o senhor coordenador, Professor Ricardo de Souza Rosa, fez a abertura da sessão, apresentando a candidata **Georgiana Matias da Silva Pimentel**. Em seguida, fez a apresentação da banca examinadora e passou a presidência da sessão para o Prof. Alan Loures Ribeiro que, concomitantemente, como orientador da aluna, assumiu a posição de Presidente da sessão que, após declarar o objeto da solenidade, concedeu a palavra a mestranda **Georgiana Matias da Silva Pimentel**, candidata ao grau de Mestre em Ciências Biológicas, para que dissertasse, oral e sucintamente, a respeito do tema "Beija-flores e recursos florais de *Psittacanthus dichroos* Mart. (Loranthaceae) em uma área de Mata Atlântica da Paraíba". Passando então a discorrer sobre o aludido tema, dentro do prazo legal, a candidata foi a seguir argüida pelos examinadores na forma regimental. Em seguida, passou a Comissão, em caráter secreto, a proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo por atribuir-lhe o conceito APROVADO. Perante a aprovação, declarou-se a candidata **Georgiana Matias da Silva Pimentel**, legalmente habilitada a receber o grau de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia. Nada mais havendo a tratar eu, Alan Loures Ribeiro, como presidente, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

João Pessoa, 21 de fevereiro de 2014.

Alan Loures Ribeiro
(Orientador)

Caio Graco Machado
(Titular)

Celso Feitosa Martins
(Titular)

GEORGIANA MATIAS DA SILVA PIMENTEL

**BEIJA-FLORES E RECURSOS FLORAIS DE *PSITTACANTHUS*
DICHROOS (Mart.) Mart. (LORANTHACEAE) EM UMA ÁREA DA
MATA ATLÂNTICA DA PARAÍBA**

Data da defesa: 21 de fevereiro de 2014

Resultado:_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alan Loures-Ribeiro (Orientador)

Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Caio Graco Machado (titular)

Universidade Federal de Feira de Santana

Prof. Dr. Celso Feitosa Martins (titular)

Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Rafael Soares de Arruda (suplente)

Universidade Federal do Mato Grosso

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer a todos que de alguma forma acabaram contribuindo para o desenvolvimento deste trabalho ao longo desses dois anos, principalmente a família, amigos e professores.

Agradeço aos meus pais, Luzia Fernanda e José Matias por acreditarem na minha capacidade, incentivando e torcendo sempre por minha vitória acadêmica, preocupando-se com o meu futuro e apoiando-me nas decisões profissionais. Agradeço também aos meus irmãos Sylvana Matias e Cézar Matias pelo apoio e incentivo de sempre correr atrás e nunca desistir dos meus objetivos.

Ao meu esposo Renato Pimentel pela paciência, companheirismo e compreensão durante todo esse período de estudo, pesquisa e campo, enfim, horas, dias e até semanas fora de casa.

Agradeço ao meu orientador Alan Loures-Ribeiro por aceitar esse desafio de orientar uma pessoa da qual ele conhecia apenas um histórico de graduação. Obrigada pela confiança e por acreditar que eu seria capaz de desenvolver essa pesquisa e contribuir para o enriquecimento da área de Troquilofilia na Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Agradeço especialmente a minha colaboradora Denise Dias Cruz por aceitar essa parceria com Alan Loures-Ribeiro que só veio trazer muitos ensinamentos e oportunidades. Agradeço por toda sua atenção e disponibilidade, ideias, incentivos, descontração, seu altruísmo, compreensão, amizade, e mais que tudo, alguém que eu sabia que podia contar.

Agradeço a Alan Loures-Ribeiro, Denise Cruz e Celso Feitosa pela disponibilidade de materiais de campo para a realização da minha pesquisa.

Agradeço as minhas companheiras de pesquisa, Nayara Albuquerque e Priscila Gonçalves que me auxiliaram e me deram suporte em uma das principais etapas na minha jornada de campo. As minhas companheiras Michele Marques e Edna Arêvalo pelas conversas e pelos momentos de descontração proporcionados quando eu mais precisava, assim como as horas gastas tentando entender a estatística. A minha companheira Dandara

Mariz, que assim como eu, apaixonada pelas aves e pelos seus cantos melodiosos, esteve sempre torcendo por mim.

Agradeço a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas por ofertar a Disciplina Biologia da Polinização ministrada pelo Prof. Dr. Clemens Schlindwein antes mesmo do meu ingresso ao Programa. Através dessa disciplina despertou o interesse em trabalhar com polinização e pude conhecer melhor a flora da região da Rebio Guaribas onde ocorreu a disciplina e, posteriormente, minha pesquisa. Também foi quando conheci parceiras que fizeram diferença, Thais Oliveira e Lívia Mendonça.

Agradeço aos meus companheiros de sala de estudo da Universidade Federal da Paraíba; Erika Santana, Rafael Menezes, Jéssica Yara e Renato Barbosa onde passamos momentos de tensão e descontração, de risadas e companheirismo. Ao companheiro Rumenigg Vasconcelos, pois sempre que possível estava pronto a encarar a maratona de treze horas de campo.

Agradeço ao Prof. Dr. e curador da coleção de aves Luciano Nicolás Naka da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pela autorização à visita e acesso a coleção de aves da universidade. Agradeço também a Jonathas Lins pela disposição e intermédio para o contato com o Professor Luciano Naka. À Daniele Mariz pela receptividade.

Agradeço ao Prof. Dr. Rafael Soares de Arruda da Universidade Federal do Mato Grosso pelo incentivo, valorização da minha pesquisa e acessibilidade. Conhecê-lo foi um passo importante para incentivar-me a continuar nessa linha de pesquisa.

Agradeço ao Prof. Dr. Caio Graco Machado pela disposição e atenção em participar da minha banca de mestrado como titular externo contribuindo com o seu conhecimento e sugestões para o engrandecimento e melhoria da minha pesquisa. Agradeço também ao Prof. Dr. Celso Feitosa por aceitar o convite de ser o titular interno da minha banca e que veio muito a acrescentar em minha pesquisa com sua experiência na área.

Por fim, e não menos importante, agradeço a CAPES REUNI pelo apoio financeiro a pesquisa. Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) pela autorização da pesquisa em unidade de conservação federal. Agradeço também aos

administradores da Reserva Biológica Guaribas pelo apoio e todo suporte oferecido aos dias de pesquisa na Reserva.

RESUMO

Este estudo investigou a relação entre a guilda de beija-flores e a espécie *Psittacanthus dichroos*, Loranthaceae, num fragmento de Mata Atlântica na Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil. Dados fenológicos foram coletados no período de abril de 2012 a maio de 2013. Foram registradas as espécies de beija-flores visitantes e seu comportamento de forrageio, assim como o volume e a concentração de néctar nas flores ao longo do dia. Testes de polinização foram realizados nas flores para melhor entender o sistema reprodutivo da planta e o papel dos beija-flores como polinizadores efetivos. A flor de *P. dichroos* apresentou duração de um dia com sua antese iniciando por volta das 4:15h. Essa espécie produz botões florais e flores, frutos verdes e maduros durante todo o ano, com exceção do mês de abril de 2013, quando não foi constatada a produção de flores. Sua sincronia de floração foi baixa nos meses de janeiro e fevereiro de 2013 e os demais meses, do ano de 2012 e 2013 do estudo, foi assincrônica. A média do comprimento do tubo da corola foi de $22,7 \pm 1,8$ mm (N= 41). Cinco espécies de beija-flores foram observadas visitando as flores de *P. dichroos*: *Eupetomena macroura* (N=4), *Chlorostilbon lucidus* (N=1), *Chlorestes notatus* (N=2), *Florisuga fusca* (N=1) e com maior frequência *Amazilia fimbriata* (N=137) e *Phaethornis ruber* (N=33). As espécies *Coereba flaveola* (N=17), *Dacnis cayana* (N=11), *Tangara cayana* (N=1) e *Elaenia sp.* (N=2) também foram registradas, totalizando, 207 visitas e 28 interações agonísticas. *Amazilia fimbriata* foi considerada a espécie dominante entre os beija-flores. Com exceção de *Eupetomena macroura* e *Florisuga fusca*, as demais espécies de beija-flores se comportaram como polinizadores legítimos. A média do volume de néctar foi de $59,40 (\pm 33,01)$ μ L e a concentração variou de 0 a 39%. No pico da floração (N=72) são disponibilizados $2,6 (\pm 2,3)$ kcal diários. O número de visitas esteve diretamente relacionado à concentração ($R^2=0,915$; $P<0,05$) bem como ao volume esteve ($R^2=0,8835$; $P<0,05$) já que, uma maior produção de recursos pode promover uma atração maior e aumentar a abundância dos beija-flores à procura desses requerimentos energéticos. Os testes de polinização mostraram que, apesar de *P. dichroos* ser uma espécie autocompatível ($ISI >0,9$) também depende dos serviços de deposição de pólen. Ela possui uma importante função na Rebio Guaribas que é promover recursos aos seus visitantes ao longo do ano, garantindo assim a presença dessas espécies no ambiente.

Palavras-chave: beija-flores, polinização, fenologia, néctar, *Psittacanthus*, sistema reprodutor.

ABSTRACT

This study investigated the relationship between the guild of hummingbirds and *Psittacanthus dichroos* species, Loranthaceae, a fragment of Atlantic Forest Guaribas Biological Reserve Mamanguape, Paraiba, Brazil. Phenological data were collected from April 2012 to May 2013. Species of hummingbirds visitors and their foraging behavior, as well as the volume and concentration of nectar in the flowers throughout the day were recorded. Reproductions treatments were performed in the flowers to better understand the reproductive system of the plant and the role of hummingbirds as pollinators. We recorded that the *Psittacanthus dichroos* flower lasted for a day and your anthesis starting around 4:15 pm. This species produces buds and flowers, fresh fruits and ripe throughout the year, with the exception of April 2013 when it was not found flowers. Its flowering synchrony was low in the months of January and February 2013 and the remaining months of 2012 and 2013 were asynchronous. The average length of the corolla tube was $22.7 \text{ mm} \pm 1.8$ ($N = 41$). There was no significant correlation between the total culmen of hummingbirds and corolla length ($r_s = 0.22$, $P \geq 0.05$, $N = 41$). Five species of hummingbirds were observed visiting the flowers of *P. dichroos*: *Eupetomena macroura* ($N = 4$), *Chlorostilbon lucidus* ($N = 1$), *Chlorestes notatus* ($N = 2$), *Florisuga fusca* ($N = 1$) and more frequently *Amazilia fimbriata* ($N = 137$) and *Phaethornis ruber* ($N = 33$). *Coereba flaveola* species ($N = 17$), *Dacnis cayana* ($N = 11$), *Tangara cayana* ($N = 1$) and *Elaenia sp.* ($N = 2$) were also recorded, totaling 207 visits and 28 agonistic interactions. *Amazilia fimbriata* was considered the dominant species of hummingbirds. Except for *Eupetomena macroura* and *Florisuga fusca*, all species of hummingbirds behaved as legitimate pollinators. The mean nectar volume was $59,40 (\pm 33,01)$ and the concentration ranged from 0 to 39%. At the peak of flowering ($N = 72$) are available $2,6 (\pm 2.3)$ kcal daily. The number of visits was directly related to the concentration ($R^2 = 0.915$, $P < 0.05$) and volume ($R^2 = 0.8835$, $P < 0.05$), since larger amounts of resources can promote greater attraction and increase abundance of hummingbirds looking for these energy requirements. The reproduction tests showed that, despite *P. dichroos* to be a self-compatible species ($ISI > 0.9$), also depends on deposition of pollen services. Its main function is to promote to Rebio Guaribas resources to its visitors throughout the year, thus maintaining the momentum and the balance of the ecosystem.

Key words: hummingbirds, pollination, phenology, nectar, *Psittacanthus*, breeding system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	18
Figura 2	20
Figura 3	21
Figura 4	24
Figura 5	27
Figura 6	28
Figura 7	29
Figura 8	31
Figura 9	31
Figura 10	32
Figura 11	33
Figura 12	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 _____ 26

Tabela 2 _____ 30

Tabela 3 _____ 33

Tabela 4 _____ 38

Tabela 5 _____ 39

SUMÁRIO

Agradecimentos	4
Resumo	6
Abstract	7
1. Introdução	11
2. Objetivo Geral	16
2.1Objetivos Específicos	16
3. Hipóteses	17
4. Materiais e Métodos	17
5. Resultados	24
6. Discussão	39
7. Referências	46

1. Introdução

Importância de estudar relações ecológicas na Mata Atlântica

A Mata Atlântica possui ampla distribuição geográfica, o que favorece a existência de uma grande biodiversidade, marcada por muitos endemismos, contendo cerca 20.000 espécies de plantas, 688 espécies de aves, 261 espécies de mamíferos, 280 espécies de anfíbios, 200 espécies de répteis. Estima-se que exista uma grande quantidade de espécies que ainda não foram descritas nesse bioma (GOERCK, 1997; MITTERMEIER *et al.*, 1999; CASTELETTI & SILVA, 2003). A floresta original ocupava cerca de 150 milhões de hectares, mas com a sua ocupação desordenada, calcula-se que exista hoje pouco mais de que 15 milhões de hectares da floresta original, sendo constituída por 80% de fragmentos menores que 50 hectares (CÂMARA, 2003). A fragmentação de ambientes florestais pode afetar negativamente a diversidade das plantas e de animais nas regiões tropicais causando sérios danos às interações entre plantas e seus polinizadores (STOUFFER & BIERREGAARD, 1995). As florestas tropicais têm uma das maiores redes de interações biológicas entre todos os sistemas naturais do planeta. O funcionamento e a sobrevivência dos organismos desses ecossistemas são altamente dependentes da manutenção destas interações (POTTS *et al.*, 2010). Considerando que grande parte dos remanescentes das florestas tropicais se encontra representado por fragmentos de pequeno tamanho, o estudo das interações ecológicas pode ser de grande importância para a geração de informações que favorecem sua conservação (RIBEIRO *et al.*, 2009).

Fenologia e Biologia Reprodutiva

Os estudos fenológicos investigam o ciclo de vida das plantas que podem ser influenciados por fatores bióticos, como os polinizadores e dispersores de sementes, e por fatores abióticos, como temperatura e pluviosidade (MORELLATO & LEITÃO-FILHO, 1992). Alguns aspectos estudados pela fenologia incluem aspectos reprodutivos e vegetativos dos quais podemos destacar respectivamente; fases de brotamento, floração e frutificação, bem como a mudança na coloração das folhas em determinadas épocas do ano (VASCONCELOS, 2006). A fenologia, portanto, aborda esses eventos biológicos sucessivos que ocorrem nas plantas e que ainda é pouco estudada para a maioria das espécies da Mata Atlântica. A falta de conhecimento mascara a importância desse fenômeno para entender a

ecologia e a evolução de espécies locais (NEWSTROM, FRANKIE e BAKER, 1994). Estudos relacionados à fenologia vegetal vêm sendo utilizados para a geração de índices da disponibilidade de recursos alimentares para animais consumidores (SCHAIK, TERBORGH e WRIGHT, 1993). Dentre esses estudos fenológicos, alguns vêm sendo realizados em diferentes áreas da Mata Atlântica do Brasil com plantas ornitófilas; Bromeliaceae em São Paulo (BUZATO *et al.*, 2000; ARAÚJO, 1996; ARAÚJO *et al.* 2004; MACHADO e SEMIR, 2006; PIACENTINI e VARASSIN, 2007), Rubiaceae no estado de Pernambuco (TEIXEIRA e MACHADO, 2004); assim como Heliconiaceae no Sudeste do Brasil (CRUZ *et al.*, 2005). Comunidade de bromélias ornitófilas (MACHADO e SEMIR, 2006; SANTANA e MACHADO, 2010) e de helicônias (CRUZ *et al.*, 2005) promovem um padrão sequencial e contínuo de floração o que favorece a disponibilidade de recursos aos polinizadores ao longo de todo o ano. Isso maximiza o sucesso reprodutivo dessas comunidades, pois possibilita a permanência desses agentes polinizadores na área durante a floração dessas espécies (POULIN *et al.*, 1992).

Polinização e Ornitofilia

Ao surgirem no planeta, as Angiospermas introduziram as flores como uma nova estrutura relacionada à reprodução das plantas. Uma das funções proeminentes da flor é a atração de animais como dispersores de seus grãos de pólen, transportando-os de uma flor para outra e promovendo assim a polinização cruzada (MACHADO e ROCCA, 2010). Nas angiospermas, o termo polinização compreende três fases: liberação do gametófito masculino (pólen), a sua transferência através de um vetor e a sua deposição no estigma (INOUE *et al.*, 1994; FAEGRI e VAN DER PIJL, 1979). Entre estes vetores estão agentes abióticos; o vento e a água, e os agentes bióticos tais como insetos, répteis, aves e mamíferos (ENDRESS, 1996). Assim, estes vetores conduzem o pólen até a superfície estigmática de outra flor que seja biologicamente capaz de realizar a fertilização. Portanto, diante do conceito da polinização, os polinizadores possuem uma importante função no ecossistema terrestre: promover uma atividade chave para a manutenção de comunidades de plantas (ASHMAN *et al.*, 2004).

A relação entre uma planta e seu agente polinizador é estabelecida pelo tipo de síndrome de polinização existente entre ambas (FAEGRI e VAN DER PIJL, 1979). No caso da relação entre plantas e aves dizemos que a planta é ornitófila. A ornitofilia é caracterizada

pela troca de benefícios mútuos onde a planta oferece recursos como partes florais, pólen e, sobretudo, néctar e a ave age como seu agente polinizador (MACHADO e ROCCA, 2010). É possível identificar uma série de adaptações que beneficiou ambos os grupos. Flores ornitófilas são diurnas e inodoras, têm corolas relativamente longas e tubulares e muitas vezes com coloração conspícua: vermelho, algumas vezes combinado com amarelo e outras cores (ENDRESS, 1996). A relação mais específica entre flores ornitófilas e um grupo restrito de aves, os beija-flores, é denominada de Troquilofilia (MACHADO e ROCCA, 2010). O comprimento do bico da ave e o tamanho do tubo floral podem ser evolutivamente equivalentes refletindo assim uma estreita relação entre eles (STILES, 1978). Atualmente, as síndromes de polinização vêm sendo questionadas quanto ao seu papel de predizer o polinizador de determinadas espécies de plantas de acordo com suas características florais. As relações entre os polinizadores e as plantas mostram-se de forma mais generalistas, questionando, portanto, o termo síndromes de polinização e, atualmente, adotando termos como sistemas de polinização (OLLERTON *et al*, 2009).

A importante função desempenhada pelos polinizadores no ecossistema, no qual promove uma atividade chave, ou seja, realiza transferência de pólen de uma flor a outra, e conseqüentemente, fertilização destas, resulta na manutenção das comunidades de plantas e também de vertebrados. Com a degradação, a fragmentação, perda de habitats, utilização de produtos químicos, patógenos e a diminuição da diversidade de recursos torna-se perceptível o declínio dos polinizadores, principalmente as abelhas, nas últimas décadas. Isso culmina na dificuldade dessas comunidades manterem-se em equilíbrio. (POTTS *et al.*, 2010). Assim, conhecer um sistema de interação planta e polinizador auxilia no desenvolvimento de estratégias para a gestão e manutenção da biodiversidade.

As espécies de aves pouco relacionadas filogeneticamente, especializadas em néctar são os beija-flores (Trochilidae) no Novo Mundo, ‘honeyeaters’ (Meliphagidae) na Australásia, ‘sunbirds’ (Nectariniidae) na África e partes da Ásia e ‘honeycreepers’ (Drepanididae) no Havaí (WIENS, 1989). Dentre os polinizadores vertebrados, os beija-flores possuem adaptações únicas capazes de promover visitas legítimas em determinadas espécies de plantas (FEISINGER e COLWELL, 1978). A morfologia do bico dos beija-flores varia entre as espécies e isto pode influenciar na eficiência com que eles forrageiam nas diferentes espécies, determinando, dessa maneira, o tipo de flor a ser explorado. Portanto, o

comportamento de forrageio de uma comunidade de beija-flores está relacionado diretamente com os parâmetros de disponibilidade de recursos no habitat. Entre estes parâmetros podemos destacar as flores e sua morfologia, a forma como as mesmas estão dispostas no espaço e a disponibilidade de néctar e artrópodes assim como variação sazonal. Os atributos comportamentais e morfológicos dos beija-flores, como o tamanho do bico, forma de utilização dos pés, tamanho do corpo e o requerimento energético também influenciam na forma de forragear dessas espécies (FEISINGER e COLWELL, 1978).

Os beija-flores, portanto, desempenham diferentes papéis na comunidade como territorialistas, generalistas, ‘trapliners’, podendo estes ser de alto recurso e baixo recurso, e parasitas de território. Numa comunidade de beija-flores, o comportamento territorialistas é caracterizado pelo estabelecimento de territórios de alimentação onde é promovida a defesa do mesmo contra outros beija-flores da mesma espécie ou de espécies diferentes. Esta estratégia de forrageio está diretamente relacionada à riqueza de recursos no ambiente que satisfazem a demanda energética desses beija-flores (FEISINGER, 1978). Os conflitos gerados na defesa de território promovem a exclusão de outras espécies. A subordinação é capaz de gerar uma estratégia generalista em que essas espécies podem apresentar um comportamento ‘*trapliner*’ estabelecendo, assim, rotas de alimentação (FEISINGER e COLWELL, 1978).

Família Loranthaceae

Espécies de plantas com características ornitófilas são facilmente encontradas no Brasil, assim como espécies de Bromeliaceae, Heliconiaceae, Rubiaceae, Fabaceae, bem como Loranthaceae. A Família Loranthaceae possui cerca de 70 gêneros e 800 espécies com distribuição predominantemente pantropical. No Brasil ocorre cerca de 12 gêneros com aproximadamente 150 espécies (SOUZA e LORENZI, 2005). São classificadas como hemiparasitas por retirarem água e sais minerais da planta hospedeira pelos seus haustórios, embora não dependam exclusivamente dos recursos dessas plantas. As sementes das Loranthaceae tropicais germinam rapidamente, produzindo mudas eretas em duas semanas e logo depois alcançam um hospedeiro (HENDERSON, STEVENSON e HEALD, 2004). Por esse motivo é reconhecida como de grande capacidade de proliferação, podendo vir a modificar a estrutura das plantas hospedeiras e a dinâmica da comunidade onde estão inseridas. Nos trópicos a maioria dessas espécies, principalmente de *Psittacanthus* é

polinizada por beija-flores (HENDERSON, STEVENSON e HEALD, 2004). Arruda *et al.* (2004; 2006; 2013) vem desenvolvendo, principalmente com os gêneros *Struthanthus* e *Psittacanthus*, pesquisas relacionadas a especificidade com suas hospedeiras. Porém, pesquisas relacionadas à área da fenologia, sistema reprodutivo, disponibilidade de néctar e polinizadores têm sido pouco desenvolvida com o gênero *Psittacanthus*: *P. calyculatus* (AZPEITIA e LARA, 2006) e *P. robustus* (GUERRA, 2014).

Segundo Mathiasen *et al.* (2008), as ervas-de-passarinho são investigadas de acordo com três linhas de pesquisas: o papel que essas plantas exercem na vida selvagem, principalmente como área de nidificação para aves; o papel dessas ervas-de-passarinho como recurso alimentar para esses grupos de organismos, principalmente para polinizadores, dispersores de sementes e herbívoros; e entender a relação entre essas plantas e o seu ambiente buscando determinar a influencia dessas ervas-de-passarinho com outras plantas e com animais. Conhecer essa dinâmica no ambiente permite promover estratégias eficazes de conservação e manter o ambiente em equilíbrio. No Brasil, o acesso às pesquisas com polinização gênero *Psittacanthus* ainda é escasso devido aos poucos trabalhos desenvolvidos, e essas mesmas pesquisas, infelizmente não tem sido publicadas. Para os trabalhos com o gênero *Psittacanthus* no Brasil, podemos destacar apenas Ramos (2002), Araujo e Sazima (2003), Buzato *et al.* (2000) e Guerra (2014), sendo esta a primeira pesquisa com a espécie *Psittacanthus dichroos* para a região Nordeste.

Também são atribuídas propriedades farmacêuticas à família Loranthaceae, das quais podemos destacar estudos desenvolvidos por Peckolt & Yered (1933/34) com *Struthanthus marginatus*, bem como pesquisas realizadas para a possível ação terapêutica no tratamento da hipertensão arterial por *Psittacanthus dichroos* (SETTE, 1947; EMBRAPA, 2005). Seus recursos servem de alimento para uma variedade de organismos entre eles polinizadores e dispersores (AUKEMA, 2003) dos quais principalmente se destacam as aves, motivo pelo qual são vulgarmente conhecidas como erva-de-passarinho (ARRUDA *et al.*, 2006).

2. Objetivo Geral

Estudar a biologia floral e as relações da guilda de beija-flores visitantes de *Psittacanthus dichroos*, Loranthaceae em um fragmento de Mata Atlântica da Paraíba.

2.1 Objetivos Específicos:

- Determinar a fenologia de *Psittacanthus dichroos* (Loranthaceae) e sua influência na guilda de visitantes florais;
- Definir o sistema reprodutivo da planta;
- Verificar a produção de recursos pela planta (avaliar produção diária de néctar e disponibilidade energética da planta estudada);
- Determinar a riqueza de beija-flores visitantes de *Psittacanthus dichroos* (Loranthaceae) na Rebio Guaribas, identificando seu comportamento de visitação (se visitantes legítimos ou pilhadores);
- Descrever o comportamento de forrageio das espécies de beija-flores visitantes de *Psittacanthus dichroos*, Loranthaceae e evidenciar se eles agem como polinizadores;
- Descrever interações interespecíficas e intraespecíficas dos visitantes (subordinação e dominância).

3. Hipóteses

H1. Se a concentração de néctar nas flores de *Psittacanthus dichroos* (Loranthaceae) é alta então haverá uma maior chance do número de beija-flores visitando-as ser alta;

H2. Se o volume de néctar nas flores de *P. dichroos* (Loranthaceae) é alto então haverá uma maior chance da frequência de beija-flores ser maior;

H3. Se os beija-flores, visitantes de *P. dichroos* promovem interações agonísticas para defender seu território e consequentemente sua fonte de néctar, então espera-se que beija-flores de maior tamanho corporal levem vantagem nessas interações.

4. Materiais e Métodos definir o que é uma visita

Área de Estudo

O estudo foi realizado na Reserva Biológica Guaribas (Rebio Guaribas) localizada nos municípios de Mamanguape (6°44'02"S, 35°10'32"W) e Rio Tinto (6°40'53"S, 35°09'59"W) a 70 km de João Pessoa durante o período de março de 2012 a julho de 2013. A Reserva possui uma área de aproximadamente 4.321 ha, distribuída em três seções: Área I, localizada

no município de Mamanguape com 616 ha, constituída por remanescentes de florestas e partes de cerrado; Área II, com 3.378 ha, também localizada em Mamanguape com cobertura vegetal de florestas; e Área III, possui 327 ha com a vegetação florestal também predominante. A região da REBIO, segundo a classificação de *Köppen*, está inserida no tipo climático As', caracterizado por ser quente e úmido, de estação seca no verão e chuvosa no inverno. As temperaturas médias anuais variam entre 24° C e 26° C, sendo nos meses de dezembro e fevereiro registrado as maiores médias, entre 28° C e 30° C. As chuvas na região ocorrem do mês de fevereiro ao mês de julho e a estiagem do mês de outubro até dezembro (MMA/IBAMA, 2003). O estudo foi realizado na Área II da Reserva Biológica Guaribas, cuja cobertura vegetal é de Floresta Estacional Semidecídua cercada por manchas savânicas, um tipo de cerrado regional. Os indivíduos utilizados nesse estudo ocorrem em trechos de cerrado (Figura 1).



Figura 1. (A) Mapa de localização da Reserva Biológica Guaribas, Município de Mamanguape, Paraíba, Brasil (Fonte: Google) e (B) área de tabuleiro onde na Rebio Guaribas (Foto: Georgiana Pimentel).

Levantamento Florístico

Levantamentos bibliográficos serviram para identificar a presença da espécie *Psittacanthus dichroos* (Mart.) Mart. na área de estudo (BARBOSA *et al*, 2011). Posteriormente, foi realizada uma busca por esta espécie ao longo das trilhas existentes na área. As plantas hospedeiras da espécie estudada foram identificadas e seus exemplares testemunhos foram depositados no (JPB) Herbário Lauro Pires Xavier da Universidade

Federal da Paraíba com número de tombo de 5.3799 a 5.3813. Assim como suas hospedeiras, também foram depositados exemplares testemunhos de *Psittacanthus dichroos* com respectivos números de tombo: 5.3814, 5.3815, 5.3816 e 5.3817.

Espécie estudada

A espécie *Psittacanthus dichroos* (Figura 2) é uma planta hemiparasita pertencente à família Loranthaceae que apresenta distribuição do Brasil ao Paraguai (MOREIRA e RIZZINI, 1997). Possuem folhas alternas, simples, sem estípulas e carnosas. A maioria das espécies desta família Loranthaceae, possui flores pouco vistosas, mas as do gênero *Psittacanthus* apresentam cores bastante vibrantes e chamativas, assim como a *Psittacanthus dichroos* que possuem características tipicamente ornitófilas, com flores tubulares e coloração forte. Geralmente são bissexuadas e actinomorfas (SOUZA e LORENZI, 2012). Estudos relacionados a propriedades farmacêuticas foram desenvolvido com essa espécie, o qual relaciona a possível ação terapêutica contra a hipertensão arterial (EMBRAPA, 2005).

Fenologia Reprodutiva

Foram marcados, ao longo de uma trilha pré-existente, 77 indivíduos de *Psittacanthus dichroos* em uma área de tabuleiro da Rebio Guaribas. Durante o mês de março de 2012, assim que localizadas, as plantas foram marcadas com fita zebrada e acompanhadas mensalmente de abril de 2012 a maio de 2013 com o intuito de coletar dados de sua fenologia. Os parâmetros reprodutivos avaliados foram número de botões, de flores, frutos verdes e maduros (Figura 2). Para a sincronia de floração foi registrada a porcentagem de indivíduos floridos mensalmente e classificados nas seguintes categorias: assincrônica (até 20%); sincronia baixa (21%-60%); sincronia alta (acima de 60%) (BENCKE e MORELLATO, 2002). Os parâmetros fenológicos foram correlacionados (Correlação de Pearson) à pluviosidade mensal de até três meses anteriores a fim de verificar a possível influência do período, duração e intensidade das fenofases. A normalidade dos dados foi testada e sempre que necessário foi realizada a transformação dos mesmos. O software utilizado foi o RGui (64-bit) 3.0.2. Os dados pluviométricos foram obtidos a partir da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs).

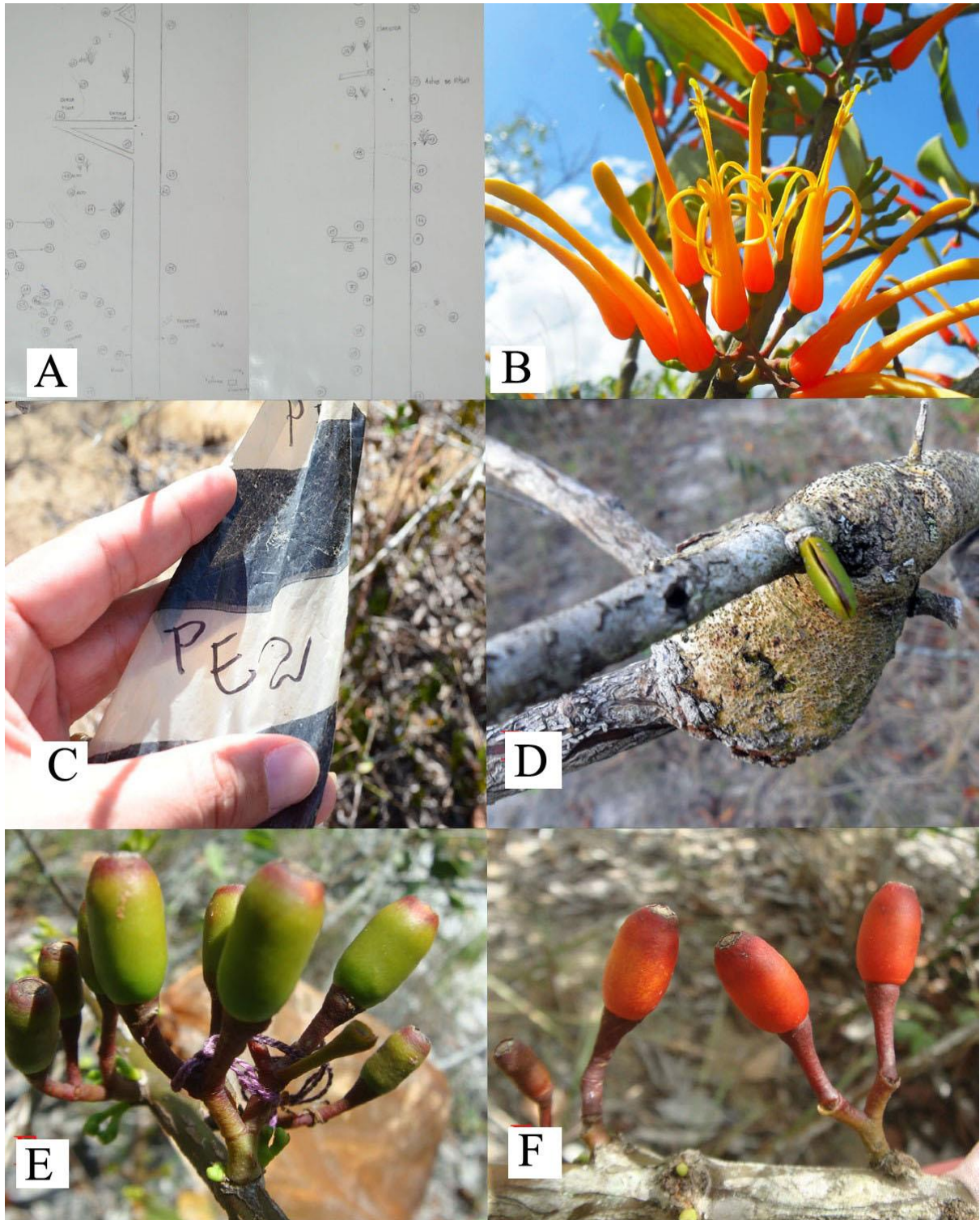


Figura 2. (A) Mapa de marcação dos indivíduos acompanhados ao longo da área de tabuleiro da Rebio Guaribas; (B) botões e flores de *Psittacanthus dichroos*, Loranthaceae; (C) marcação de um indivíduo de *P. dichroos* utilizando fita zebrada; (D) tumor na planta hospedeira causada pela Loranthaceae; (E) frutos verdes e (F) frutos maduros. Fotos: Georgiana Pimentel.

Morfometria Floral e Acompanhamento da Antese

Foi coletado um total de 41 flores de diferentes indivíduos (N=15) de *Psittacanthus dichroos* para análises morfométricas efetuadas por meio de um paquímetro digital, incluindo a altura do estigma e comprimento da corola (Figura 3), número de pétalas, o tipo de flor e sua coloração. Para verificar se houve relação entre o comprimento da corola e o tamanho do bico dos beija-flores visitantes, foi feito uma Correlação de Spearman (r_s) no software RGui (64-bit) 3.0.2. Os dados do comprimento do bico dos beija-flores foram obtidos de exemplares presentes no Laboratório de Ornitologia da Universidade Federal de Pernambuco.

Para descrição do desenvolvimento da flor durante o período da antese, quatro flores foram acompanhadas desde a sua abertura até o momento da sua senescência. Esse acompanhamento também auxiliou no reconhecimento da estrutura reprodutiva da planta e na verificação de mecanismos que possam evitar ou dificultar a polinização e/ou autopolinização, como a hercogamia (separação espacial dos órgãos masculinos dos femininos) ou dicogamia (separação temporal dos órgãos masculinos dos femininos). Todo o processo foi registrado através de fotografias.

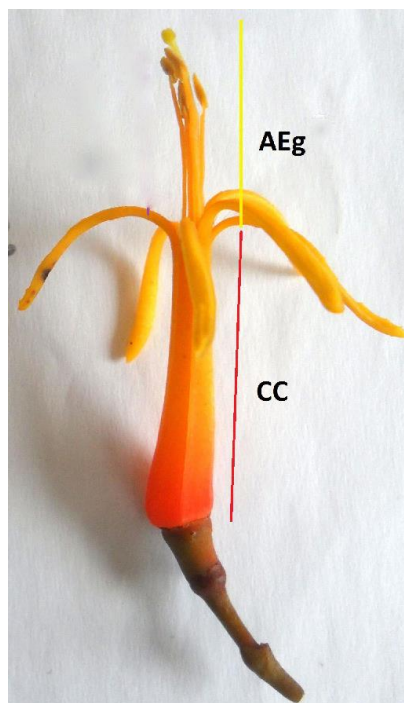


Figura 3. Representação esquemática das medidas morfométricas retiradas das flores de *P. dichroos*. (AEg) altura do estigma e (CC) comprimento da corola.

Receptividade do Estigma e Sistema Reprodutivo da Planta

O teste de receptividade estigmática foi realizado utilizando-se água oxigenada 2(HO) a fim de saber o melhor horário para a realização dos testes. A receptividade estigmática foi verificada no período da manhã (N=3) e no período da tarde (N=3) em flores ensacadas. Pingaram-se gotas de água oxigenada no estigma para verificar a ocorrência de alguma reação, como bolhas ou chiado (DAFNI *et al.*, 2005). Para a visualização da formação de bolhas foi utilizado o auxílio de uma lupa de mão.

Para a realização dos testes de reprodução flores foram ensacadas ainda na fase de botão para garantir a integridade das mesmas e evitar possíveis visitantes. Para cada teste realizado foi utilizada uma linha com coloração diferente amarrada no pedúnculo da flor a fim de facilitar a identificação do teste em campo. Os testes de reprodução realizados foram:

1. Autopolinização manual (N=36), onde o pólen da própria flor foi utilizado para a polinização;
2. Autopolinização espontânea (N=43), onde as flores previamente ensacadas foram acompanhadas sem manipulação para a verificação da formação de frutos;
3. Polinização cruzada (N=33), onde o pólen da flor de um indivíduo foi coletado e depositado no estigma da flor de outro indivíduo distante no mínimo 10 metros;
4. Polinização natural (controle) (N=39), onde as flores foram desensacadas após a sua abertura sendo mantidas expostas aos possíveis polinizadores e, após a queda das pétalas, na senescência, as mesmas foram ensacadas novamente até a formação dos frutos sem qualquer tipo de manipulação ou interferência.

Para definição de autoincompatibilidade foi calculado o Índice de Autoincompatibilidade (ISI) obtido a partir da divisão do percentual de frutificação oriunda das autopolinizações espontâneas pelo percentual de frutificação resultado da polinização cruzada (AIZEN, 2005). Valores próximos a um ($>0,9$) indicam autocompatibilidade.

Produção de Recurso Floral

A coleta de néctar foi feita durante os meses de julho de 2012 e janeiro de 2013. Para a verificação da produção do néctar foram utilizadas 27 flores de diferentes indivíduos (N=16) para coleta do volume e sua concentração. O volume de néctar foi medido com uma microsseringa Hamilton 25 µL e a concentração com um refratômetro Quimis 90% Brix. A primeira coleta foi feita às 05:00h da manhã e continuou ao longo do dia com intervalos de 2 horas, encerrando às 17:00h, totalizando sete medições (Figura 4). A relação existente entre o número de visitantes florais e a concentração e o volume de néctar das plantas acompanhadas (STILES, 1976) foi verificada utilizando-se o software Rx64 3.0.2 através de uma análise de Regressão Linear Simples. As médias de volume e concentração de cada medição foram utilizadas para se estimar a quantidade de calorias por flor segundo Galetto e Bernardello (2005). A equação utilizada para o cálculo da disponibilidade de energia para aos visitantes foi $Y = [0,00226 + (0,00937 \cdot X) + (0,0000585 \cdot X^2)]$ considerando-se a conversão de ‘g açúcar/g solução’ medido pelo refratômetro em ‘mg açúcar/µL de néctar’, onde x é o valor da concentração e y é o valor de um mg de açúcar por µL. Foi considerado que 1 mg de açúcar = 4 cal/mg (GALETTO e BERNADELLO, 2005).

Visitantes Florais

Para o levantamento e identificação dos beija-flores e outras aves visitantes foi utilizado inicialmente o método denominado por Altmann (1974) de “*ad libitum sense*”. Os beija-flores foram identificados em campo com o auxílio de binóculos Nikon 8x35mm e guia de campo (ERIZE, MATA e RUMBOLL, 2006; RIDGELY e TUDOR, 2009). As observações iniciaram-se às 05:00h estendendo-se até às 17:00h com sessões intensificadas nos horários de maior visita (início da manhã, principalmente, e final de tarde). O tempo total gasto em campo para promover a observação foi de 100 horas. Ao longo das observações foram registrados: a espécie, número de visitantes, o horário da visita e a frequência, o tempo de permanência do visitante, o tipo de visita; se os visitantes agem como polinizadores legítimos ou se agem apenas como meros pilhadores. Foi considerado um polinizador legítimo o visitante que manteve contato com as estruturas reprodutivas sem danificá-las e pilhador, aquele que coletou néctar sem manter contato com as estruturas reprodutivas podendo causar algum dano a flor. Também foi registrado o horário de abertura da flor e a sua duração (antese). Além disso, observou-se o modo como a ave visitou a flor, podendo ser por voo pairado (*hovering*) e/ou pousando na flor ou em estruturas próximas a ela (*perching*).



Figura 4. (A) Coleta de néctar nas flores de *Psittacanthus dichroos* na Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil utilizando (B) uma microsseringa Hamilton 25 µL e um (C) Refratômetro Quimis 90% Brix. Fotos: (A) Priscila Gonçalves; (B) e (C) Google.

Hierarquia de Dominância (Beija-flores)

Além dos parâmetros comportamentais observados, os visitantes foram classificados segundo a vigilância do território, ou seja, se eles exibiam comportamento de dominância ou subordinação (MACHADO e ROCCA, 2010). Foram consideradas espécies dominantes aquelas que delimitaram e defenderam territórios de outros indivíduos da mesma espécie ou de espécies diferentes e subordinadas àquelas que utilizaram a fonte de néctar de outros indivíduos de maneira furtiva e sorrateira. Para avaliar a dominância de cada espécie, o seu tamanho corporal, assim como a massa foi correlacionado (Correlação de Spearman) ao número de interações agonísticas que ela realizou, na qual expulsou ou levou vantagem. Os dados de tamanho corporal e massa foram obtidos a partir de diferentes fontes bibliográficas (RUSCHI 1982; SICK 1997).

5. Resultados

Fenologia Reprodutiva

Psittacanthus dichroos ocorre sobre cinco espécies de plantas hospedeiras pertencentes a diferentes famílias; *Maytenus* sp. (Celastraceae), *Guettarda platypoda* D. C. (Rubiaceae), *Miconia albicans* (Sw.) Triana (Melastomataceae), *Krameria tomentosa* A. St.-

Hill (Krameriaceae) e *Hirtella racemosa* (Crysobalanaceae) Lam. (Figura 5). *Psittacanthus dichroos* produz botões florais e flores, frutos verdes e maduros durante todo o ano, com exceção do mês de abril de 2013, quando não foi constatada a produção de flores (Figura 7). Ao longo do período de estudo, verificamos que 73% dos indivíduos produziram botões, 67% produziram flores, 65% dos indivíduos apresentaram frutos verdes e 48% possuíam frutos maduros. Apenas 17% morreram. A produção de botões ocorreu com maior intensidade nos meses de dezembro e janeiro, enquanto as flores tiveram seu pico registrado nos meses de janeiro e fevereiro. O maior número de frutos verdes foi registrado nos meses de março, abril e maio dos anos acompanhados (Figura 6). A sincronia de floração de *Psittacanthus dichroos* foi baixa nos meses de janeiro e fevereiro de 2013 e os demais meses, do ano de 2012 e 2013 do estudo, foram assincrônica. A análise de Correlação de Pearson (r) demonstrou significância e uma força de relação moderada apenas para a correlação entre os frutos verdes e a pluviosidade de dois meses anteriores ($P = 0,01$; $r = 0,71$) (Tabela 1).

Morfometria Floral e Acompanhamento da Antese

As flores de *Psittacanthus dichroos* são tipicamente ornitófilas. São flores bastante vistosas, inodoras e tubulares, possui coloração conspícua, sendo vermelho na base e à medida que se aproxima do ápice a tonalidade vai mudando para a laranja e posteriormente o amarelo (gamopétala). São diurnas com antese iniciando-se por volta das 04:15h e possui duração de um dia. O estigma perdura por alguns dias. Os primeiros sinais de senescência começam a aparecer no horário das 15:00h, quando as pétalas começam a cair, podendo também aparecer no final da tarde próximo as 17:00h (Figura 7). O número de pétalas é igual ao número de estames ($N=6$) com simetria actinomorfa. Foi verificada a diferença espacial entre os estames (heterodínamo); três estames maiores e três menores. Também foi verificada a diferença espacial entre o estigma e os estames (heterostilia), registrando a presença de flores longistila e brevistila dentre os indivíduos acompanhados (Figura 8). Durante o acompanhamento do período da antese nas flores de *P. dichroos* ($N=4$), não houve registro da ocorrência da separação temporal do estigma e das anteras (dicogamia) e foram registradas apenas flores longistilas dentre as heterostílicas. Todas as flores coletadas para a retirada dos dados morfométricos foram longistilas, as flores brevistilas foram registradas em outro momento. A média do comprimento do estigma das flores longistilas foi de $13,7 \pm 1,4$ mm

(N=41) e do comprimento do tubo floral foi de $22,7 \pm 1,8$ mm (N= 41). As flores longistilas foram encontradas com maior frequência (93%) que flores brevistilas (7%).

A média do comprimento do bico dos beija-flores foi respectivamente: *Amazilia fimbriata* $19,3 \pm 1,16$ mm, *Phaethornis ruber* $22,4 \pm 1,18$ mm, *Chlorostilbon lucidus* $18,3 \pm 0,8$ mm e *Chlorestes notatus* $18,3 \pm 1,2$ mm. As espécies *Eupetomena macroura* e *Florisuga fusca* não foram incluídas por não serem considerados polinizadores legítimos de *P. dichroos*.

Tabela 1. Análise de Correlação de Pearson (*r*) entre as fenofases de *P. dichroos* e a pluviosidade dos três meses anteriores as fenofases, indicando a significância (*P*) e o valor do coeficiente de Pearson (*r*).

Fenofases	Pluviosidade dos meses anteriores as fenofases					
	Um mês		Dois meses		Três meses	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
Reprodutivas						
Botões	-0,1234	0,7178	-0,2735	0,4157	-0,2188	0,518
Flores	0,0706	0,8365	-0,3766	0,2536	-0,4832	0,1322
Frutos verdes	0,1632	0,6315	0,7213	0,0122	0,0534	0,876
Frutos maduros	0,2215	0,5128	0,1761	0,6045	0,0351	0,9184

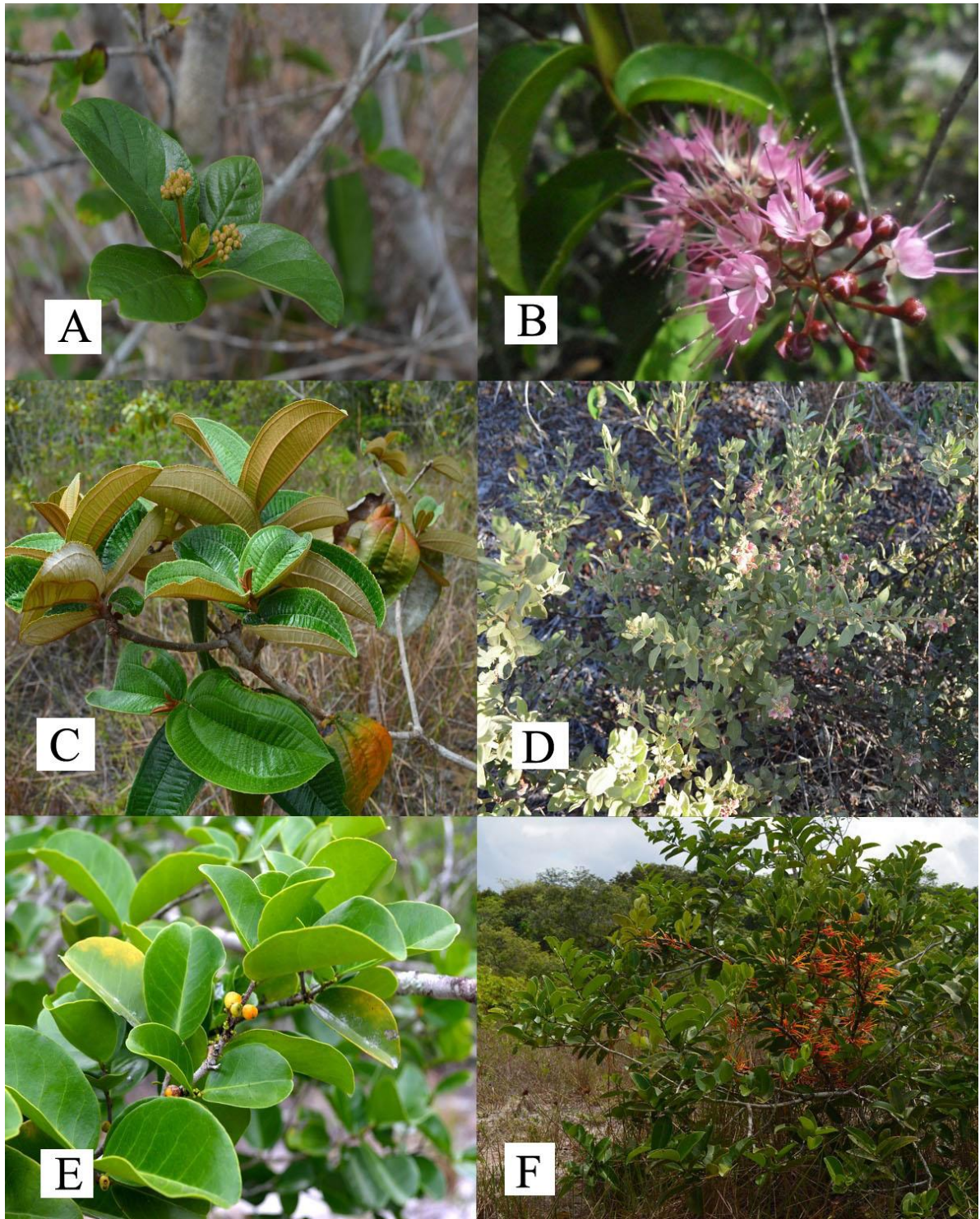


Figura 5. Plantas hospedeiras de *P. dichroos* encontradas nos indivíduos do estudo realizado na área de Tabuleiro, Rebio Guaribas, Mamanguape, Paraíba: (A) *Guettarda platypoda* D. C. (Rubiaceae), (B) *Hirtella racemosa* (Crysobalanaceae), (C) *Miconia albicans* (Sw.) Triana (Melastomataceae), (D) *Krameria tomentosa* A. St.-Hill (Krameriaceae), (E) *Maytenus* sp. (Celastraceae) e (F) *P. dichroos* parasitando um indivíduo da espécie *Maytenus* sp.. Fotos: Georgiana Pimentel.

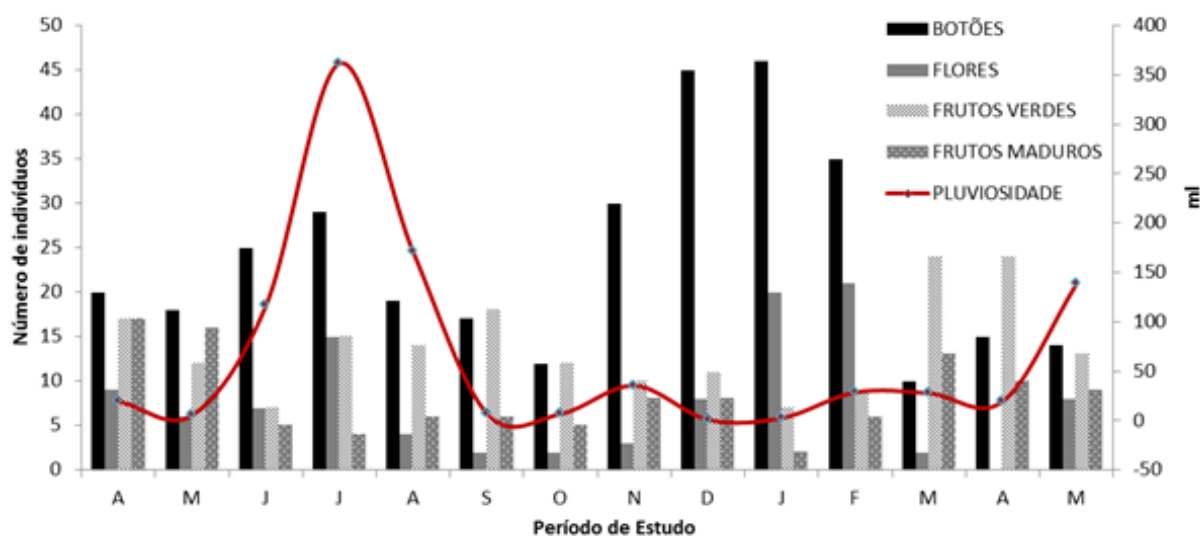


Figura 6. Fenofases reprodutivas de *Psittacanthus dichroos* e pluviosidade entre os anos de 2012 e 2013 em área de Tabuleiro da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil.

Receptividade do estigma e Sistema Reprodutor

O estigma mostrou-se receptivo nos dois horários de aplicação do teste, tanto no período da manhã, logo após a primeira coleta de néctar realizada às 5:00h, como também nas primeiras horas da tarde.

Dos testes de reprodução manuais realizados na espécie *P. dichroos*, a autopolinização manual (N=36) e a polinização cruzada (N=33) mostraram as maiores porcentagens de formação de frutos, ambos formaram 45% (Tabela 2). O índice de autoincompatibilidade obtido foi de 1% (AM/PC) demonstrando ser uma espécie autocompatível (AIZEN, 2005).

Produção de Recursos Florais e Disponibilidade Energética

As flores de *Psittacanthus dichroos* disponibilizam recursos como néctar e pólen a seus visitantes florais. Elas produzem mais néctar e em maior concentração nas primeiras horas da manhã, logo após a sua abertura, diminuindo a produção ao longo do dia (Figura 9). O maior volume de néctar foi observado na primeira medição diária, às cinco horas da manhã, onde o volume foi de 53 μ L. A maior concentração (39%) foi observada na segunda medição diária. A partir das 15:00h (6ª medição) não foi mais registrado néctar nas flores de *Psittacanthus dichroos*.



Figura 7. Antese de *P. dichroos* na Rebio Guaribas, Paraíba. (A) 05:00 h, (B) 07:00 h, (C) 09:00 h, (D) 11:00 h, (E) 13:00 h e (F) 15:00 h. Fotos: Georgiana Pimentel.

A média do volume de néctar foi de 59,40 ($\pm 33,01$) μL e a concentração diária variou de 0 a 39%. O total de açúcar pôde ser calculado para se estimar o valor energético presente em uma flor de *P. dichroos* a partir da média da concentração e do volume de néctar. A disponibilidade energética produzida por apenas uma flor é de 0,036 kcal. Considerando que no pico da floração (janeiro e fevereiro), o mês de fevereiro apresentou o maior número de flores na área observada (N=72), são disponibilizados 2,6 ($\pm 2,3$) kcal diárias. A maior disponibilidade energética foi observada pela manhã devido ao maior volume e concentração do néctar produzido nesse período.

O resultado obtido da disponibilidade energética por flor (36 cal) de *Psittacanthus dichroos* pode ser relacionado à demanda energética diária de um beija-flor, que é de 06 a 10 kcal (CARPENTER, 1983) (Figura 10).

Tabela 2. Testes de polinização demonstrando a porcentagem de formação de frutos realizados em campo com a espécie *Psittacanthus dichroos* numa área de tabuleiro na Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba.

Testes de Reprodução	Frutos (%)	Número de testes realizados (N)
Autopolinização espontânea	37	43
Autopolinização manual	45	36
Polinização cruzada	45	33
Polinização natural (controle)	63	39
Índice de autoincompatibilidade (AM/PC)	1	-

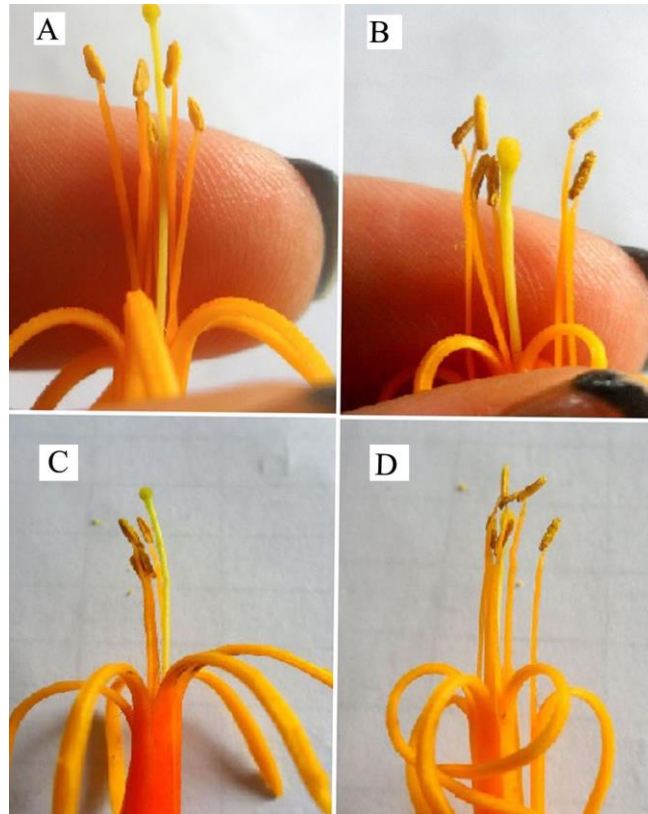


Figura 8. Flores de *Psittacanthus dichroos* demonstrando a presença da heterostilia. Em A e C, flores longistilas e em B e D flores brevistilas. As flores foram coletadas na Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil.

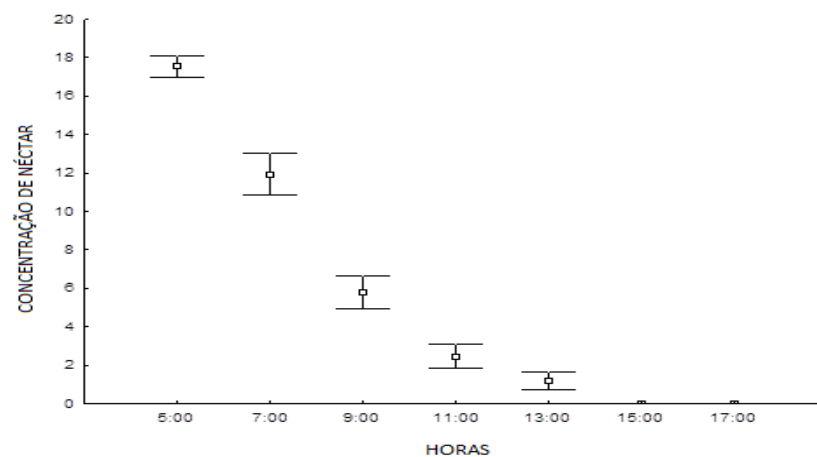


Figura 9. Variação da média da concentração de néctar nas flores de *Psittacanthus dichroos* ao longo do dia na Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba.

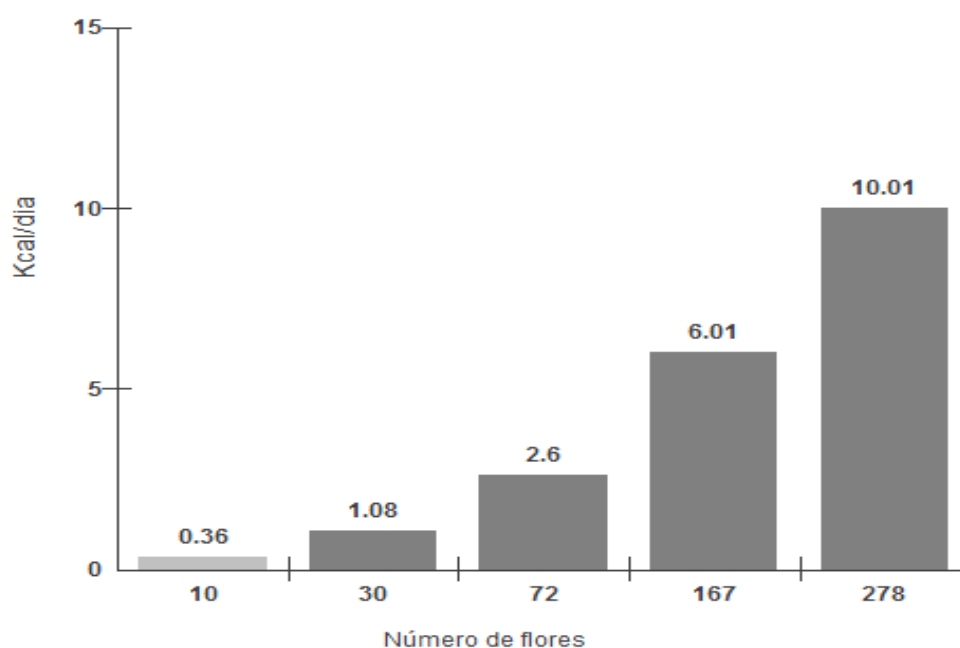


Figura 10. Disponibilidade energética presente nas flores de *Psittacanthus dichroos* no final (N=10) e no pico (N=72) da floração e estimativa de energia para satisfazer a demanda diária de um beija-flor com massa corpórea de 06 (N=167 flores) a 10 kcal (N=278 flores).

Visitantes Florais

Durante o período do estudo foi observada a presença de insetos como formigas, abelhas, borboletas e vespas. Mesmo alguns indivíduos contatando as anteras da flor, os mesmos não foram considerados como polinizadores efetivos por não entrarem em contato com o estigma. Insetos como abelhas (N=20), formigas e borboletas (N=3) agiram apenas como ladrões de pólen e néctar. Foram registradas 185 visitas de dez diferentes espécies de aves às flores de *Psittacanthus dichroos*. Os beija-flores foram as espécies visitantes mais significativas responsáveis por 77% de todas as visitas. Visitas dos beija-flores foram registradas ao longo de todo o dia. O maior número de visitas foi registrado nas primeiras horas da manhã, com um pico às seis horas (N=39) e diminuindo ao longo do dia. O menor número foi registrado no horário das treze horas (N=2) (Figura 11). O número de flores visitadas pelos beija-flores variou entre uma e 20 em cada visita. Foram registradas cinco espécies de beija-flores da subfamília Troquilinae e uma da subfamília Phaethornithinae, respectivamente: *Amazilia fimbriata* (Gmelin, 1988) (N=137), *Eupetomena macroura* (Gmelin, 1788) (N=4), *Chlorostilbon notatus* (Reich, 1793) (N=2), *Chlorostilbon lucidus*

(Shaw, 1812) (N=1), *Florisuga fusca* (Vieillot, 1817) (N=1) e *Phaethornis ruber* (Linnaeus, 1758) (N=33). Também foi registrada a presença de espécies Passeriformes como *Coereba flaveola* (Linnaeus, 1758)(N=17), *Dacnis cayana* (Linnaeus, 1766)(N=11), *Tangara cayana* (Linnaeus, 1766)(N=1) e *Elaenia sp.*(N=2) (Figura 12).

O número de visitas esteve diretamente relacionado com a concentração e o volume de néctar produzido pelas flores de *Psittacanthus dichroos* (Tabela 3).

Tabela 3. Resultado da Regressão Linear demonstrando a relação do número de visitas com a concentração, assim como o número de visitas com o volume. (R^2) O valor de R ajustado; (F) coeficiente de regressão; (P) nível de significância.

Estatística	Visitas e Concentração ($Y' = a + bx$)	Visitas e Volume ($Y' = a + bx$)
R^2	0,915	0,8835
F	108,1	76,84
P	< 0,05	< 0,05

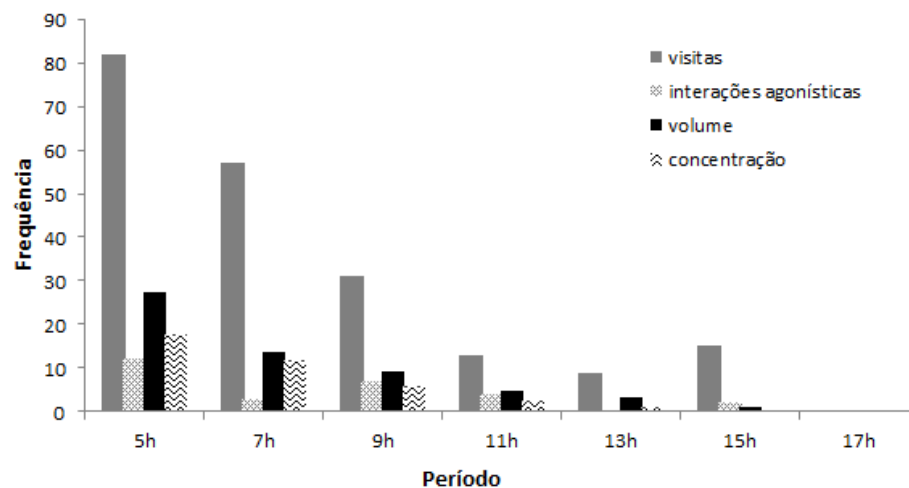


Figura 11. Disponibilidade de néctar (volume e concentração), número de visitas e interações agonísticas de beija-flores visitantes de *Psittacanthus dichroos* ao longo do dia na Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil.

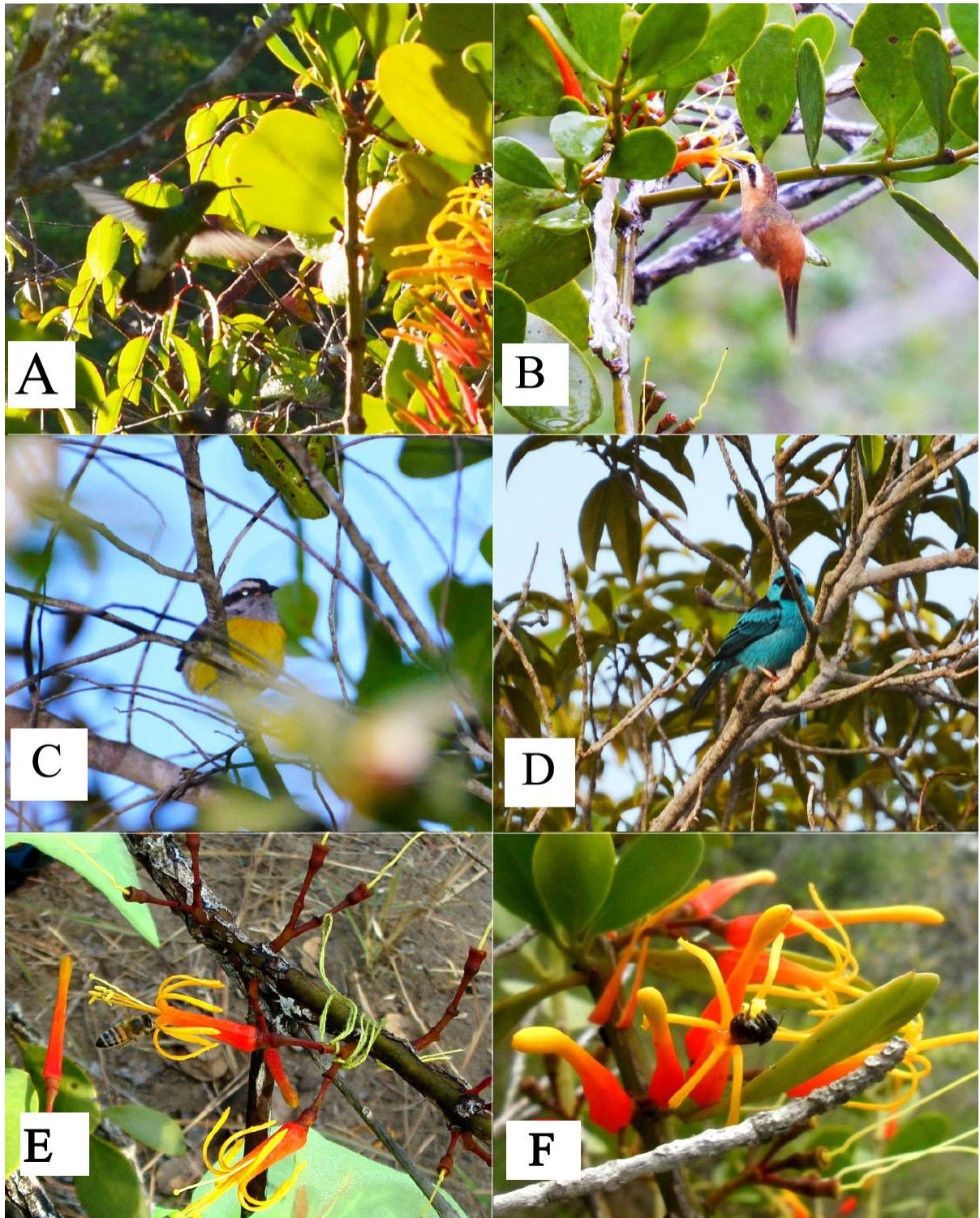


Figura 12. As espécies de visitantes legítimos mais frequentes de *Psittacanthus dichroos*: (A) *Amazilia fimbriata* e (B) *Phaethornis ruber*; e espécies pilhadores de néctar: (C) *Coereba flaveola* e (D) *Dacnis cayana*; e pilhadores de pólen: (E) e (F) abelhas, localizada em área de tabuleiro da Rebio Guaribas, Mamanguape, Paraíba. Fotos: Georgiana Pimentel, Priscila Gonçalves e Rumenigg Vasconcelos.

A espécie *Amazilia fimbriata* foi a principal visitante de *P. dichroos* (59% do total) realizando principalmente visitas legítimas (N=137), ou seja, mantendo contato direto com as partes reprodutivas da flor através da região frontal do crânio, onde foi depositado o pólen. Apenas durante uma visita, um indivíduo de *Amazilia fimbriata* se comportou como pilhador, perfurando a base da corola e retirando o néctar sem haver contato com o estigma ou as anteras. *A. fimbriata* realizou visitas tanto por *hovering* (53%) como por *hovering/perching* (47%), permanecendo 46,56 ($\pm 50,62$) seg. alimentando-se, o maior tempo registrado para alimentação entre os beija-flores. Por ser a espécie com maior número de visitas e maior frequência de visitação, onde apresentou uma média de flores visitadas de 7,46 ($\pm 5,57$) % (Tabela 5).

Phaethornis ruber foi a segunda espécie com maior número de visitas à *P. dichroos* (N=33) e uma frequência de 4.5% (± 4.89). O tempo de alimentação foi de 20.69 (± 17.27) seg. Todas as visitas foram promovidas de forma legítima e por *hovering*. *Chlorestes notatus* (N=2) e *Chlorostilbon lucidus* (N=1) também foram visitantes legítimos, porém com poucas visitas, permanecendo 94 e 3 segundos alimentando-se, respectivamente. A espécie *Florisuga fusca* foi registrada apenas uma vez visitando *P. dichroos*. Sua visita foi promovida de forma ilegítima com duração de três segundos perfurando, por *hovering*, a base da corola da flor e retirando o néctar sem promover contato direto com suas partes reprodutivas. A espécie *Eupetomena macroura* não foi registrada alimentando-se, porém manteve-se empoleirada próximo as flores de *P. dichroos* por 6 (± 6.06) seg.

Duas espécies da família Thraupidae, uma da família Tyrannidae e um Coerebidae foram vistas visitando a erva-de-passarinho: *Tangara cayana* (Linnaeus, 1766) (n=2), *Dacnis cayana* (Linnaeus, 1766) (n=11), *Elaenia sp.* (n=2) e *Coereba flaveola* (Linnaeus, 1758) (n=17), respectivamente. A espécie *Tangara cayana* não consumiu nem o néctar nem os frutos durante o tempo que permaneceu na planta (179 seg.). Foi registrado tanto o macho como a fêmea da espécie *D. cayana* comportando-se como pilhadores e, eventualmente (N=2), foi verificado o contato com as partes reprodutivas da flor. A morfologia do bico dessa espécie, danifica a corola das flores de *P. dichroos* durante a alimentação. A espécie insere o bico entre as pétalas, sem haver contato com o estigma ou a antera, e como não possui comprimento suficiente para chegar até a base da corola, no nectário, ela acaba danificando a flor, promovendo um corte no tubo até chegar ao recurso. Todas as visitas promovidas pela

espécie *Coereba flaveola* foram por *perching* e de maneira ilegítima. A forma de abordagem para retirada do recurso é similar à da espécie *D. cayana* podendo eventualmente haver contato com o estigma e/ou a antera (Tabela 4). As duas espécies mais representativas em relação às visitas a *P. dichroos* foram *A. fimbriata* e *P. ruber*. Suas visitas estiveram concentradas principalmente no início da manhã.

Hierarquia de Dominância dos Beija-flores

A média do tempo de empoleiramento da espécie *Amazilia fimbriata* foi de 60,73 ($\pm 99,32$) seg. sendo maior registrado em relação aos outros beija-flores demonstrando uma maior proteção dos recursos disponibilizados pela planta, promovendo defesa de território. Demonstrou, portanto, ser uma espécie dominante. *Phaethornis ruber* demonstrou utilizar as fontes de néctar de forma furtiva e sorrateira sendo considerada, portanto uma espécie subordinada. Apesar de não ser registrada coletando recursos, a espécie *Eupetomena macroura* demonstrou aproximação apenas para defender território, pois sua visita foi registrada apenas quando havia outra espécie se alimentando das flores de *P. dichroos*. Foram observadas 22 interações agonísticas das quais 17 foram interespecíficas (Tabela 5). As interações ocorreram através de displays visuais e ataques agonísticos. Houve interações envolvendo Passeriformes pilhadores e Troquilídeos. As interações foram observadas em indivíduos de *P. dichroos* com um número de cinco a 30 flores.

O *Amazilia fimbriata* foi à espécie que mais apresentou agonismo (N=20) e foi considerada a espécie dominante entre os visitantes de *P. dichroos*. Entre as interações agonísticas realizadas pela espécie, onze foram beneficiadas com a expulsão ou suplantação da outra espécie. A correlação entre o comprimento total das espécies que promoveram interações agonísticas interespecíficas e o número de vezes que levou vantagem nessas interações foi positiva e não significativa ($r_s = 0,3988$; $P > 0,05$). A correlação entre a massa corpórea e o número de vezes que a espécie levou vantagem foi mais forte, porém não significativa ($r_s = 0,9589$; $P > 0,05$). Demonstrando, portanto, que quanto maior a massa e comprimento total do beija-flor menor a chance dele ser expulso por outras espécies menores.

Tabela 4. Espécies de beija-flores e outros visitantes florais de *P. dichroos*, número de visitas (NV), frequência de visitas, calculada por: número de visitas dividido pelo total de horas observadas (FV), média do tempo de alimentação (TA), média do tempo de empoleiramento (TE), média de flores visitadas (FIV), tipo da visita (TV) e o modo da visita(MV)

Visitantes	NV	FV (%)	TA(s)	TE(s)	FIV	TV	MV
<i>Amazilia fimbriata</i>	137	1.37	46.56(±50.62)	60.73(±99.32)	7.46(±5.57)	Legítima	<i>Hovering/perching</i>
<i>Phaethornis ruber</i>	33	0.33	20.69(±17.27)	2	4.5(±4.89)	Legítima	<i>Hovering</i>
<i>Chlorestes notatus</i>	2	0.02	3	0	1	Legítima	<i>Hovering</i>
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	1	0.01	94	0	3	Legítima	<i>Hovering</i>
<i>Eupetomena macroura</i>	4	0.04	0	6(±6.06)	0	...	...
<i>Florisuga fusca</i>	1	0.01	3	3	1	Pilhador	<i>Hovering</i>
<i>Coereba flaveola</i>	17	0.17	64.75(±27.08)	2 a 300	...	Pilhador	<i>Perching</i>
<i>Dacnis cayana</i>	11	0.11	36 a 245	0	...	Pilhador	<i>Perching</i>
<i>Tangara cayana</i>	1	0.01	0	3 a 176	...	...	...
<i>Elaenia sp</i>	2	0.02	0	...	...	Dispersor	...
Lepdoptera	3	0.03	...	...	...	Pilhador	...
Abelhas	20	0.2	...	...	...	Pilhador	...

Tabela 5. Matriz de interações agonísticas dos visitantes de *Psittacanthus dichroos* no período de julho, agosto, setembro e dezembro de 2012 e janeiro, fevereiro, junho e julho de 2013. Onde Σ^1 é o somatório das interações interespecíficas e Σ^2 é o somatório total. (Af) *Amazilia fimbriata*; (Pr) *Phaethornis ruber*; (Cl) *Chlorostilbon lucidus*; (Em) *Eupetomena macroura*; (Cf) *Coereba flaveola*.

Espécies subordinadas	Espécies dominantes				
	Af	Em	Cf	Σ^1	Σ^2
Af	3	2	1	3	6
Pr	2	-	-	2	2
Cl	1	-	-	1	1
Em	1	-	-	1	1
Cf	3	-	-	3	3
Não identificada	1	-	-	1	1
Σ^1	8	2	1	11	-
Σ^2	11	2	1	-	14

6. Discussão

Nossos resultados mostraram que *Psittacanthus dichroos* é uma espécie tipicamente ornitófila, produzindo néctar ao longo do dia, principalmente pela manhã, demonstrando possuir uma das mais importantes características para a atração de aves nectarívoras (STILES, 1978). De acordo com a classificação de Newstrom, Frankie e Baker (1994), *Psittacanthus dichroos* possui uma frequência contínua de floração com padrão irregular. A complexidade dos ciclos fenológicos de plantas tropicais e seus padrões irregulares demonstram grande dificuldade para sua compreensão, principalmente se os estudos forem promovidos em curto espaço de tempo (BENCKE e MORELLATO, 2002). Essa espécie produz flores e frutos praticamente todo o ano, o que pode servir de alimento para uma variedade de aves da Rebio Guaribas. Apesar de florescer o ano todo, essa espécie floresce com maior intensidade durante o final do período seco e início do período chuvoso da região, nos meses de janeiro e fevereiro. Intensificar a floração em determinados períodos pode diminuir a competição com plantas da região que florescem em períodos distintos de *P. dichroos*. Essa estratégia pode estar relacionada a um mecanismo para evitar a competição por polinizadores com outras plantas presentes na área, alternando, portanto, o período do pico de floração das espécies presentes na Rebio Guaribas. Segundo Feisinger (1978), quando plantas exploram uma área comum de polinizadores, como beija-flores, elas podem revelar períodos de floração distintos.

Em relação à pluviosidade, os anos referentes ao período do estudo, 2012 e 2013, demonstraram ser atípicos. Foram registradas poucas chuvas nos meses esperados para janeiro e fevereiro (AESAs, 2013), o que pode ter ou não intensificado a floração de *P. dichroos* nesse período. Uma forma de comparar esses resultados seria a necessidade de um maior período de acompanhamento fenológico, já que a fenologia pode ser influenciada por fatores bióticos e abióticos (MORELLATO e LEITÃO-FILHO, 1992). Espécies do mesmo gênero respondem de maneira semelhante às variações de diferentes ambientes. Em Monteverde, Costa Rica, Feisinger (1978) observou que *Psittacanthus lateriflorus*, exibe um padrão de floração bimodal, apresentando seu pico de floração nos meses de setembro a outubro e de fevereiro a março. A estação seca nessa região se estende do mês de novembro a março. Ela possui uma coloração laranja brilhante e é visitado por espécies de beija-flores. Apesar do pico de floração de *Psittacanthus dichroos* na Rebio Guaribas ser no período seco, em janeiro e fevereiro, ela também apresentou floração, com menor intensidade no período chuvoso da região durante o mês de julho. No entanto, Guerra (2010) observou que o período de floração de *P. robustus*, em campos rupestres do estado de Minas Gerais, se estendeu de novembro a março, apresentando um pico dos meses de dezembro a fevereiro, período da estação úmida da região.

Psittacanthus dichroos é incluída dentro da síndrome de ornitofilia (FAEGRI e VAN DER PIJL, 1979), por possuir características morfológicas florais e disponibilidade de recursos (néctar) adaptados a polinizadores como as aves, mais precisamente os beija-flores. Apesar da espécie *P. dichroos* ser tipicamente ornitófila (HENDERSON, STEVENSON e HEALD, 2004) e ser visitada principalmente por beija-flores, também foram registrados outros tipos de animais visitando essa espécie. Os atributos florais da espécie *P. dichroos* não determina exclusivamente um único tipo de visitante, embora que, esses visitantes, que não foram previstos pela síndrome apresentada pela espécie estudada, não se comportaram como polinizadores efetivos. O acesso de visitantes florais que não polinizam essas plantas pode influenciar no sistema de interação animal-polinizador interferindo no sucesso reprodutivo desses indivíduos (MESTRE *et al.*, 2001). Segundo Ollerton *et al.* (2009), as síndromes de polinização nem sempre indicam confiança para o tipo de polinizador. Algumas síndromes tem maior previsão que outras e pode variar entre as comunidades estudadas. Essa espécie investe na produção de néctar ao longo do dia, principalmente nas primeiras horas da manhã atraindo, portanto, abelhas, borboletas, formigas e aves das quais se destacam principalmente

os beija-flores. Pode-se inferir, portanto, que um dos principais serviços desta espécie para o ambiente é promover recursos como pólen, partes florais e, sobretudo néctar a comunidade e a guilda de visitantes florais existente na Rebio Guaribas. Segundo Feisinger e Cowell (1978), os insetos são atributos encontrados nas flores capazes de atraírem os beija-flores para folhagens em diferentes ambientes. A espécie *Psittacanthus dichroos* apresentou insetos em suas flores. Isso pode ser mais um recurso disponibilizado de maneira indireta pela *P. dichroos* o qual também pode contribuir para a atração dos beija-flores a essas plantas.

A espécie *Psittacanthus dichroos* apresentou antese de um dia, quando suas pétalas caem e o estigma ainda perdura por alguns dias, diferentemente de outras espécies do gênero onde foi registrada a antese de três dias para *P. robustus* por Guerra (2010), uma duração ainda menor que a registrada por Azpeitia e Lara (2006) em *P. calyculatus* com antese durando cinco dias. Uma maior duração da antese pode promover uma maior exposição de recursos aos seus polinizadores. O gênero *Psittacanthus*, tipicamente ornitófilo (SOUZA e LORENZI, 2012) apresenta flores tubulares, e a média do comprimento do tubo de *Psittacanthus dichroos* foi maior ($22,7 \pm 1,8$ mm) de que a encontrada por Feisinger (1976) em *P. lateriflorus*, com uma variação de 12 a 17 mm e por Azpeitia e Lara (2006) em *P. calyculatus* com $13,6 \pm 0,4$ mm. O comprimento do tubo da corola está diretamente relacionado com a concentração do néctar. Flores com tubo de comprimentos maiores, o néctar evaporava mais lentamente do que tubos com profundidades menores, o que proporciona um néctar mais diluído. Isso influencia diversos aspectos sobre o comportamento e ecologia dos nectarívoros (DAFINI, 2005). Esperava-se que existisse correlação entre o comprimento do bico dos beija-flores e o comprimento da corola das flores de *P. dichroos*, o que não aconteceu. Existem duas subfamílias de beija-flores, a subfamília Trochilinae, com mais de 90% dos indivíduos, e a Phaethorninae. A maioria dos Phaethorninae possui um bico longo e curvado e forrageiam principalmente em flores espalhadas com corolas longas, curvas e tubulares com alto fluxo de néctar. Os Trochilinae são um grupo considerado variado, com um bico alternando entre 10 e 20 mm (STILES, 1981). Sendo o *Amazilia fimbriata* o visitante mais representativo das flores de *Psittacanthus dichroos* e pertencente à subfamília Trochilinae, possui, portanto um menor comprimento de bico. Isso pode ter influenciado a ocorrência de uma correlação moderada e sem significância com o comprimento das corolas, já que as flores de *P. dichroos* apresentam corolas mais longas que seus bicos. Essa correlação sem significância entre o comprimento do bico e a corola vem sendo encontrada por outros

autores (SAZIMA, *et al.*, 1996; BUZATO *et al.*, 2000; MACHADO e SEMIR, 1996; MACHADO, 2009).

Nem todos os visitantes florais são polinizadores e nem todos os polinizadores são igualmente efetivos nas suas atividades de polinização. A abundância de uma determinada espécie de polinizador não significa que ela seja necessariamente seu polinizador efetivo. Para se verificar a eficiência dos polinizadores existem diversos parâmetros a serem mensurados dos quais podem ser incluídos: o número de grãos de pólen depositados e removidos, frutos e sementes formados e porcentagem de flores polinizadas, quando considerado, principalmente visitantes florais e espécies de plantas analisadas conjuntamente (GROSS, 2005). A formação de fruto entre os tratamentos de autopolinização manual e polinização cruzada aplicada as flores de *P. dichroos* foram semelhantes (45%). Esses tratamentos desenvolveram menos frutos que no controle (63%) demonstrando que a polinização pode não ser limitada pela deposição de pólen. O índice de autoincompatibilidade demonstrou que *Psittacanthus dichroos* é uma espécie autocompatível, ou seja, ela não precisa necessariamente dos serviços de um polinizador para promover sua reprodução. Porém, o fato do *Amazilia fimbriata*, seu principal visitante e polinizador legítimo, demonstrar ser territorialistas, pode acabar promovendo a restrição do fluxo polínico dessa espécie o que acabar favorecendo o processo da autopolinização nesses indivíduos.

As condições ambientais durante a polinização podem causar variações em qualquer um dos modos de reprodução por autopolinização. Vem sendo mostrado um considerável número de espécies que a frequência da autofertilização varia com as condições sazonais e climáticas ou até mesmo em diferentes partes da planta (GLENDINNING, 1962; RUST AND CLEMENT, 1977; ANTONOVICS AND LEVIN, 1980; STEPHENSON, 1982 *apud* LLOYD & SCHOEN, 1992). Em geral, condição de polinização desfavorável é provável o aumento da importância da autogamia, provavelmente porque o próprio pólen compete menos com o pólen de outras plantas, assim como, o grau de separação espacial e temporal pode diminuir nas flores que estejam sobre difíceis condições ou que permanecem por um longo período fechado. (LLOYD e SCHOEN, 1992). Características morfológicas e fenológicas das flores impõem distintas restrições para a autopolinização. Espécies que possuem algum grau de dicogamia, ou seja, protandria ou protoginia não pode apresentar como prioridade a autopolinização. Em algumas espécies com hercogamia, o pólen e o estigma são separados

distantemente durante o período da antese e a competição pela autopolinização pode ser possível (LLOYD e SCHOEN, 1992). Registramos a presença de três morfos (tristilia) nas flores de *Psittacanthus dichroos*. Além de a espécie ter a capacidade de promover autopolinização, demonstrou também que possui estruturas capazes de promover a deposição do pólen em diferentes locais do corpo do beija-flor que possa evitar a mistura do pólen durante a busca por recursos em outras espécies de plantas (SAZIMA *et al.*, 1996), pois a polinização cruzada também é responsável pela reprodução dessa espécie.

Segundo Mathiasen *et al.* (2002), uma das linhas de pesquisa investigadas nas ervas-de-passarinho é o efeito que elas fornecem a vida selvagem principalmente o seu papel como áreas de nidificação para as aves. Esse papel foi registrado sendo desempenhado pela hospedeira *Maytenus sp* de *P. dichroos*, onde foi observada a presença de um ninho durante os meses de dezembro e janeiro, período de disponibilidade de recursos, em que ocorre o pico de floração dessa espécie hemiparasita, podendo assim estar relacionado a disponibilidade de alimento que essa erva-de-passarinho fornece ao ambiente, já que a planta hospedeira e os indivíduos próximos que também serviam como hospedeiras para *P. dichroos* encontravam-se sem folhas e sem disponibilidade de recursos.

A concentração do néctar tem um grande efeito nos diversos aspectos do comportamento e ecologia dos nectarívoros (GALLETO e BERNADELLO, 2005), o qual pôde ser registrado no padrão de visitação dos beija-flores ao longo do dia em relação à concentração e volume de *P. dichroos*, favorecendo o maior número de visitas para o horário de maior concentração e volume. Até mesmo dentro de uma única espécie a concentração de néctar pode variar de acordo com a idade da flor, a hora do dia, temperatura, humidade, humidade do solo assim como o estado nutricional e fotossintético da planta (CRUDEN *et al.* 1983; MURAOKA e WATANABE, 1994; KRADOLFER e ERHARDT, 1995; DAVIS *et al.* 1996 *apud* GALETTO e BERNADELLO, 2005)(RAW, 1953; HUBER, 1955; SHUEL, 1967 *apud* STILES, 1978). A espécie *P. dichroos* localizada na área de tabuleiro da Rebio Guaribas foi registrada parasitando cinco espécies distintas de cinco diferentes famílias de plantas. Diante desses fatores que podem afetar a concentração do néctar, o fato desses indivíduos de *P. dichroos* estarem parasitando diferentes hospedeiras pode promover a variação na concentração do néctar entre eles. Isso pode ser mais um fator capaz de fazer com que haja variação na concentração e no volume do néctar influenciando, portanto, o padrão de

visitação dos seus polinizadores aos distintos indivíduos dessa planta que estejam localizadas em diferentes hospedeiras.

Ao relacionar a disponibilidade energética por flor (36 cal) com a demanda energética diária de um beija-flor, que é de 06 a 10 kcal (CARPENTER, 1983), os mesmos teriam que visitar de 137 a 278 flores de *Psittacanthus dichroos* a fim de satisfazerem seu requerimento energético diário. O tamanho do corpo do beija-flor influencia seu requerimento total de energia (BROWN *et al.*, 1978). A energia fornecida pelos indivíduos de *P. dichroos* acompanhados é de 43,2% da demanda energética mínima de um beija-flor. O número de flores disponíveis no pico de floração de *P. dichroos* fornece praticamente a metade da necessidade energética requerida por esses indivíduos. Considerando que os beija-flores podem visitar todas as flores em busca de energia, um maior fluxo de pólen será promovido, principalmente entre as espécies não territorialistas, favorecendo a polinização cruzada. A fertilização cruzada promove a variabilidade genética, o que pode oferecer vantagens ao organismo, tais como uma maior flexibilidade de respostas a um ambiente em constante transformação e uma facilidade de colonizar outros ambientes (PROCTOR *et al.*, 1996). No entanto, os polinizadores ainda terão que complementar suas necessidades energéticas com recursos das flores de outras espécies da área. A transferência de pólen interespecífica pode ocorrer, o que poderia ajudar a afetar o sucesso reprodutivo da planta, a menos que a deposição do pólen das diferentes espécies ocorra em partes específicas do corpo do beija-flor (SAZIMA *et al.*, 1996). Durante algumas visitas, a espécie *Amazilia fimbriata* pode ser observada impulsionando a cabeça para coletar o néctar das flores da erva-de-passarinho, diferentemente do *Phaethornis ruber*, ocasionando diferenciação na deposição de pólen nas partes do corpo dessas aves. Provavelmente, este comportamento se deu pela maior correlação entre o comprimento do bico do *P. ruber* e o tubo floral. Assim, o esforço da espécie *P. dichroos* em investir na produção de recursos ao longo de todo ano acaba promovendo a atração desses polinizadores que ocasionam a polinização cruzada, aumentando o fluxo gênico entre seus indivíduos (PROCTOR *et al.*, 1996).

Aves nectarívoras geralmente forrageiam a maior parte do dia para obter energia suficiente (STILES, 1978). Segundo Stiles (1978), a polinização por aves está relacionada a um sistema dispendioso para a planta que será vantajosa apenas quando um alto investimento energético é retribuído favorecendo o fluxo de pólen e a dispersão de sementes. Flores ricas

em néctar, dispersas e com diferentes tamanhos e formas atraem beija-flores com diferentes morfologias de bicos que promovem circuitos de forrageio repetidos entre sucessivas plantas (trapliners), geralmente os Phaethorninae. Enquanto os trapliners traçam suas rotas de captura, as espécies territorialistas se alimentam de néctar das flores das quais promovem defesa de território (FEISINGER, 1978). As espécies de beija-flores visitantes mais representativas das flores de *P. dichroos* presente na Rebio Guaribas, *Amazilia fimbriata* e *Phaethornis ruber*, respectivamente, apresentaram esse comportamento. O comportamento do *A. fimbriata* como territorialistas, promoveu interações agonísticas intraespecíficas e interespecíficas. As interações interespecíficas foram promovidas com maior frequência com o pilhador *Coereba flaveola*, e entre os beija-flores com o trapliner *P. ruber*, quando o mesmo se aproximava do seu território para consumir néctar mesmo que de maneira sorrateira, sem promover vocalizações. Avaliando a relação entre a massa corpórea e o número de vezes que a espécie levou vantagem em interações agonísticas, houve um alto coeficiente, corroborando com os resultados encontrados por Mendonça e Anjos (2006), pois um importante fator relacionado à hierarquia de dominância dentre os beija-flores é a massa corpórea (STILES e WOLF, 1970). Segundo Stiles (1981), os Coerebidae primariamente ocorrem como parasitas do sistema de interação planta e beija-flor, mas também podem ser considerados importantes polinizadores em estações secas quando os beija-flores estão fracamente representados no ambiente. Dentre os visitantes florais de *Psittacanthus dichroos*, a espécie *C. flaveola* foi à terceira ave com maior número de visitas realizadas a espécie. Porém, todas as visitas foram de maneira ilegítima, e apenas ocasionalmente pode se comportar como um polinizador legítimo ao tocar nas partes reprodutivas da flor.

Psittacanthus dichroos é uma espécie autocompatível, no entanto, os beija-flores são componentes importantes para realizar a polinização cruzada e, consequentemente, promover maior variabilidade genética. Os indivíduos de *P. dichroos* produzem recursos florais e frutos ao longo do ano para uma variedade de insetos e aves, principalmente beija-flores da Rebio Guaribas, sendo, portanto, uma importante fonte para essas espécies e consequentemente para a manutenção da dinâmica e o equilíbrio do ecossistema.

7. Referências

- AIZEN, M. A. 2005. Breeding system of *Tristerex corymborus* (Loranthaceae): a winter flowering mistletoe from the southern Andes. **Australian Journal of Botany** 53: 357-361.
- ALTMAN, S. A. 1974. Observation study of behavior: sampling methods. **Behavior** 49: 229-265.
- ANTUNES, A. Z. 2003. Partilha de néctar de *Eucalyptus spp.*, territorialidade e hierarquia de dominância em beija-flores (Aves: Trochilidae) no sudeste do Brasil. **Ararajuaba** 11 (1): 39-44.
- ARAUJO, A. C. 1996. **Beija-flores e seus recursos florais numa área de planície costeira do litoral norte de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- ARAUJO, A. C.; FISCHER, E. A. & SAZIMA, M. 1994. Floração sequencial e polinização de três espécies de *Vriesea* (Bromeliaceae) na de Juréia, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*: 17: 113-118.
- ARAUJO, A. C.; FISCHER, E. A. & SAZIMA, M. 2004. **As bromélias na região do Rio Verde**. In Estação Ecológica Juréia: Itatins: Ambiente físico, flora e fauna (O. A. V. Marques & W. Duleba, eds.). Editora Holos, Ribeirão Preto.
- ARAUJO, A. C.; 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.
- ARRUDA, R.; CARVALHO, L. N.; DEL-CLARO, K. 2006. Host specificity of a Brazilian mistletoe, *Struthanthus* aff. *polyanthus* (Loranthaceae) in cerrado tropical savanna. **Flora** 201.
- ARRUDA, R.; LUNARDELLI, C.; KITAGAWA, C.; CAIRES, C. S.; TEODORO, C. S.; MOURÃO, F. A. 2013. Two mistletoe are too many? Interspecific occurrence of mistletoe on the same host tree. **Acta Botanica Brasilica** 27(1): 226-230.
- ARRUDA, R.; FADINI, R. F.; CARVALHO, L. N.; DEL-CLARO, K.; MOURÃO, F. A.; JACOBI, C. M.; TEODORO, G. S.; VAN DEN BERG, E.; CAIRES, C. S.; DETTKE, G. A. 2012. Ecology of Neotropical mistletoes: an important canopy-dwelling components of Brazilian ecosystem. **Acta Botanica Brasilica** 26(2): 264-274.

ASHMAN, T. L.; KNIGHT, T. M.; STEETS, J. A.; AMARASEKARE, P.; BURD, M.; CAMPBELL, B. R.; DUDASH, D. R.; JOHNSTON, M. O.; MAZER, S. J.; MITCHELL, R. J.; MORGAN, M. T.; WILSON, W. G. 2000. Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. **Ecology** **85**.

AUKEMA, J. E. 2003. Vectors, viscin, and Visaceae: mistletoes as parasites, mutualists and resources. **Frontiers in Ecology and the Environment**, **1**: 212-219.

AZPEITIA, F. & LARA, C. 2006. Reproductive biology and pollination of the parasitic plant *Psittacanthus calyculatus* (Loranthaceae) in central México. **Journal of the Torrey Botanical Society** **133**(3): 429-438.

BARBOZA, M. R. V.; THOMAS, W. W.; ZÁRATE, E. L. P.; LIMA, R. D.; AGRA, M. F.; LIMA, I. B.; PESSOA, M. C. R.; LOURENÇO, A. N. L.; JÚNIOR, G. C. D.; PONTES, R. A. S.; CHAGAS, E. C. O.; VIANA, J. L.; NETO, P. C. G.; ARAÚJO, C. M. L.; ARAÚJO, A. A. M.; FREITA, G. B.; LIMA, J. R.; SILVA, F. O.; VIEIRA, L. A.; PEREIRA, L. A.; COSTA, R. M. T.; DURÉ, R. C.; SÁ, M. G. V. 2011. Checklist of the Vascular plant of the Guaribas Biological Reserve, Paraíba, Brazil. **Revista Nordestina de Biologia** **20**(2): 79-106.

BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. 2002. Comparação de dois métodos da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasil. Bot.** **25** (3): 269-275.

BROWN, J. H., W. Calder, and A. Kodric-Brown. 1978. Correlates and consequences of body size in nectar-feeding birds. **American Zoologist** **18**:687-700.

BUZATO, S.; SAZIMA, M.; SAZIMA, I. 2000. Hummingbird-pollinated flowers at three Atlantic Forest sites. **Biotropica** **32** (4b): 824-41.

CALVIN, C. L.; WILSON, C. A. 2006 Comparative morphology of epicortical roots in Old and New World Loranthaceae with reference to roots types, origin, patterns of longitudinal extension and potential clonal growth. **Flora** **201**: 345-353.

CÂMARA, I. 2003. Brief history of conservation in the Atlantic Forest. In: Galindo Leal, C.; Câmara, I. (Eds.). **The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook**. CABS and Island Press. Washington:31-42.

CARPENTER, F. L. 1983. Pollination energetics in avian communities: simple concepts and complex realities. In Jones and Little (Eds.). **Handbook of experimental Pollination Biology**. Scientific and Academic Editions, pp 215-234.

CRUZ, D. D.; MELLO, M. A. R.; VAN SLUYS, M. 2005. Phenology and floral visitors of two sympatric *Heliconia* species in the Brazilian Atlantic forest. **Flora** **201**: 519-527.

DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B. C. 2005. **Practical Pollination Biology**. Cambridge.

DAFNI, A.; PACINI, E.; NEPI, M. 2005. **Pollen and stigma biology** In : Dafni, A., P. G. Kevan, and B. C. Husband. (Eds.) *Practical Pollination Biology*, pp.233-236. Enviroquest, Canada.

ENDRESS, P. K. 1994. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge University Press: 510 pp.

ERIZE, F.; MATA J. R.; RUMBOLL. 2006. **Collins Field Guide: Birds of South American**. Non- Passerines: Rheas to Woodpeckers. Princeton University Press.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. 1979. The principles of pollination ecology. 4th edn. Pergamon Press. Oxford.

FEISINGER, P. 1978. Ecological interactions between plants and hummingbirds in successional tropical community. **Ecological Monographs** **48**: 269-287.

FEISINGER, P. & COWELL, R. K. 1978. Community Organization Among Neotropical Nectar-Feeding Birds. **Amer. Zool.** **18**:779-795.

FOURNIER, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba** **24**: 422- 423.

FRANCHIN, A. L.; JÚNIOR, O. M.; DEL-CLARO, K. 2010. Ecologia Comportamental: métodos, técnicas e ferramentas utilizadas no estudo de aves. Em: S. V. Mather; F. C.

Straube; F. Accordi; V. Piacentini e J. F. Candido Jr. [Orgs.]. **Ornitologia e conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento**: 283-293.

GALETTTO, L.; BERNARDELLO, G. 2005 . Rewards in flowers -Nectar. In : Dafni, A., P. G. Kevan, and B. C. Husband. (Eds.) **Practical Pollination Biology**, pp.233-236. Enviroquest, Canada.

GENTRY, A. H. 1974. Phenology and Diversity in Tropical Bignoniaceae. **Biotropica** **6(1)**: 64-68.

GLOVER, B. 2007. **Understanding Flowers & Flowering: an Integration approach**. Oxford University Press: 227 pp.

GOERCK, J. M. 1997. Patterns of rarity in the birds of Atlantic Forest of Brazil. **Conservation Biology** **11**: 112-118.

GROSS, C. L. 2005. Pollination efficiency and pollinator effectiveness. . In : Dafni, A., P. G. Kevan, and B. C. Husband. (Eds.) **Practical Pollination Biology**, pp.354-363. Enviroquest, Canada.

GUERRA, T. J. 2010. **História natural de erva-de-passarinho *Psittacanthus robustus* (Loranthaceae) em uma área de campo rupestre no sudeste brasileiro: interações com hospedeiras, dispersores, polinizadores e insetos herbívoros**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.

GUERRA, T.J.; GALETTTO, L.; SILVA, W. R. 2014. Nectar secretion dynamics links pollinator behavior to consequences for plant reproductive success in the ornithophilous mistletoe *Psittacanthus robustus*. **Plant Biology** (Stuttgart).

HENDERSON, A.; STEVENSON, D.; HEALD, S; SMITH, N.; MORI, S. A. 2004. Flowering plants of the Neotropics. Princeton University Press.

- KUIJT, J.; GRACIE, C. 2004. Loranthaceae (Mistletoe Family). Pp. 221-223. In: Smith, N.; Mori, S. A. Henderson, A.; Stevenson, D.; Heald, S. V. (Eds). **Flowering Plants of the Neotropics**. Princeton University Press.
- LLOYD, D. G.; SCHOEN, D. J. 1992. Self- and cross-fertilization in plants. I. Functional Dimensions. *International Journal of Plant Sciences* 153 (3): Part 1.
- MACHADO, C. G. 2009. Beija-flores e seus recursos florais em uma área da caatinga. **Zoologia** 26 (2): 255-265.
- MACHADO, C. G.; COELHO, A. G.; SANTANA, C. S.; RODRIGUES, M. 2007. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. **Revista Brasileira de Ornitologia** 15(2): 267-279.
- MACHADO, C. G.; ROCCA, M. A. 2010. Protocolos para o estudo de polinização por aves. Em: S. V. Mather; F. C. Straube; F. Accordi; V. Piacentini e J. F. Candido Jr. [Org.]. **Ornitologia e conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento**: 473-489.
- MACHADO, C. G.; SEMIR, J. 2006. Fenologia da floração e biologia floral de bromélias ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. **Revista Brasil** 29(1): 167-174.
- MATHIASSEN, R. L.; NICKRENT, D. L.; SHAW, D. C.; WATSON, D. M. 2008. Mistletoe: pathology, systematics, ecology and management. **Plant Disease** 92: 988-1006
- MENDONÇA, L. B.; ANJOS, L. 2006. Feeding behavior of hummingbird and perching birds on *Erythrina speciosa* Andrews (Fabaceae) flowers in an urban area, Londrina, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 23 (1): 42-49.
- MESTRE, L.; ARANHA, J.M.R.; ESPER, M.L. 2000. Macroinvertebrate fauna associated to the Bromeliad *Vriesea inflata* of the Atlantic Forest (Paraná State, Southern Brazil) **Brazilian Archives of Biology and Technology** 44: 89-94.
- MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área*

florestal no Sudeste do Brasil (L.P.C. Morellato, org.). Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas, p.112-140.

NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. 1994. A New Classification for Plant Phenology Based on Flowering Patterns in Lowland Tropical Rain Forest Tree at La Selva, Costa Rica. **Biotrópica** 26 (2): 141-159.

OLLERTON, J.; ALARCÓN, R. WASER, N. M.; PRICE, M. V. WATTS, S.; CRANMER, L.; HINGSTON, A.; PETER, C. I.; ROTENBERRY, J. 2009. **Annals of Botany** 103: 1471-1480.

PIACENTINI, V. Q.; VARASSIN, I. G. 2007. Interaction network and the relationship between bromeliads and hummingbirds in an area on secondary Atlantic rain forest in southern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 23: 663-671.

POTTS, S.; BIESMEIJER, J.; KREMEN, C.; KREMEM, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIM, W. E. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Elsevier Ltd**: 345-53.

POULIN, B.; LEFEBVRE, G.; MCNEIL, R. 1992. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology* 73: 2295-2309.

PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. 1996. **The natural history of pollination**. Bath Press. 479 pp.

RAMOS, L. 2002. **Polinização por beija-flores e morcegos em duas espécies de Psittacanthus (Loranthaceae) no Pantanal Sul-Mato-Grossense**. MSc Dissertation, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul, Brazil.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining Forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation** 142: 1141-1153.

RICKETTS, T. H.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A.; GEMMILL-HERREN, B.; GREENLEAF, S. S.; KLEIN, A. M.; MAYFIELD, M. M.; MORANDIN, L. A.; OCHIENG, A.; VIANA, B. F. 2008.

Landscape effects on crop pollination service: are there any general patterns? **Ecology Letters** **11**: 499-515.

RODA, S. A. 2004. Composição e conservação de aves em ambientes fragmentados na floresta Atlântica nordestina. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (CEPAN), Recife.

RUSCHI, A. 1982. **Beija-flores do Estado do Espírito Santo/Hummingbirds of State of Espírito Santo**. Editora Rios. São Paulo, SP. 263 p.

SAZIMA, I.; BUZATO, S.; SAZIMA, M. 1996. An assemblage of hummingbirds-pollinated flowers in a montane forest in southeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica** **109**: 149-160.

SICK, H. 1997. **Ornitologia brasileira**. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro, RJ.

SIGRIST, T. 2007. **Aves do Brasil Oriental**. São Paulo: Avis Brasilis. (Série Guia de Campo Avis Brasilis).

SMITH, N.; HENDERSON, A.; STEVENSON, D.; HEALD, S. 2004. **Flowering plants of the Neotropics**. Princeton University Press.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. 2005. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para a identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. São Paulo, Instituto Santarum: 640 pp.

STILES, F. G.; WOLF, L.L. 1970. Hummingbirds territoriality at a tropical flowering tree. *Auk* Lawrence **87** (3): 467-491.

STILES, F. G. 1976. Taste preferences, color preferences and flower choice in hummingbirds. **Condor** **78**: 10- 26.

STILES, F. G. 1978. Ecological Evolutionary Implications of Birds Pollination. **Amer. Zool.** **18**: 715-727.

STILES, F. G. 1981. Geographical aspects of Bird-flower coevolution, with particular reference to central américa. **Ann. Missouri Bot. Gard.** **68**:323-351.

STOUFFER, P. C.; BIERREGAARD JR., R. O. 1995. Effects of Forest Fragmentation on Understory Hummingbirds in Amazonian Brazil. *Conservation Biology* **9** (5): 1805-1094.

TEIXEIRA, L. A.; MACHADO, I. C. 2004. Biologia da polinização e sistema reprodutivo de *Psychotria barbiflora* DC. (Rubiaceae). **Acta bot. bras.** **18(4)**: 853-862.

VAN CHAIK, C. P., TERBORG, J. W.; WRIGHT, S.J. 1993. The phenology of tropical forest: Adaptive Significance and Consequences for Primary Consumers. **Annu. Rev. Ecol. Syst.** **24**: 353-377.

VASCONCELOS, S. F., 2006. Fenologia e síndromes de dispersão de espécies arbustivas e arbóreas ocorrentes em uma área de carrasco no planalto da Ibiapaba – Ceará. 70 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

WIENS, J. A. 1989. The ecology of birds communities. Cambridge Studies in Ecology. Vol. 2. Cambridge University Press. 316 pp.

Acessado em 29.04.13 as 17:50h Distribuição de *Psittacanthus dichroos*
<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/BemVindoConsultaPublicaConsultar.do>