

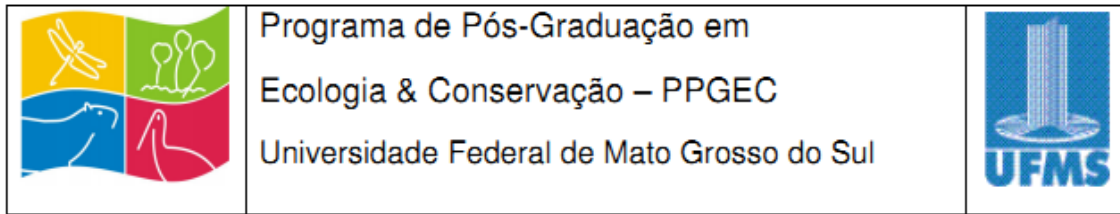
**REDE DE INTERAÇÕES ENTRE BEIJA-FLORES (AVES: TROCHILIDAE) E AS FLORES QUE VISITAM NO PANTANAL DO MIRANDA, MATO GROSSO DO SUL**

**PAULO ALEXANDRE BOGIANI**

**ORIENTAÇÃO:** Prof. Dra. Andréa Cardoso de Araujo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

**CAMPO GRANDE - MS  
2012**



**REDE DE INTERAÇÕES ENTRE BEIJA-FLORES (AVES: TROCHILIDAE) E AS FLORES QUE VISITAM NO PANTANAL DO MIRANDA, MATO GROSSO DO SUL**

**PAULO ALEXANDRE BOGIANI**

**ORIENTAÇÃO:** Prof. Dra. Andréa Cardoso de Araujo

**BANCA EXAMINADORA:**

Dr. Caio Graco Machado – Universidade Estadual de Feira de Santana.

Dr. Erich Arnold Fischer – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Dra. Isabela Galarda Varassin – Universidade Federal do Paraná.

Dr. José Ragusa Netto – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Dr. Paulo Roberto Guimarães Júnior – Universidade de São Paulo.

**CAMPO GRANDE – MS  
2012**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Antonio e Conceição, que mesmo distante sempre me deram apoio, carinho e tudo o mais que puderam oferecer tanto para o meu bem estar, quanto para minha formação.

A minha orientadora Andréa Araujo pela confiança dada para a realização deste estudo, por sempre estar presente nas horas em que precisei de esclarecimentos, e pela amizade que se formou entre nós.

Aos membros da banca examinadora, Caio Graco Machado, Erich Arnold Fischer, Isabela Galarda Varassin, José Ragusa Netto e Paulo Roberto Guimarães Júnior, pelas críticas e sugestões dadas para a melhora do estudo.

A Gustavo Graciolli pelo tempo como orientador.

A minha namorada Camila, pela atenção, apoio, carinho, conversas malucas e além de tudo ajuda em campo.

A Rodrigo Aranda pela companhia, amizade e ajuda fundamental em todas minhas coletas de campo, sem a qual o meu estudo seria muito mais difícil de ser executado.

A amiga Tatiane Souza do Amaral pela ajuda em campo e também pela identificação das espécies vegetais.

A Augusto Ribas pela ajuda nas análises estatísticas.

A Waldemar, Alêny, Fabi, Débora, William, Laís, Cynthia, Pablo, Ashiley, George, Eder, Laura, Igor, Francisco e Marcos pelo auxílio nas coletas de campo

Aos funcionários da BEP que sempre me receberam bem, sempre com disposição de ajudar, em especial ao Jovem, Dona Jajá, Pernambuco e seu Geraldo.

A minha família por sempre me apoiar, em especial minha tias Antonia e Fátima e minha avó Olga.

Aos meus irmãos Antonio, Julio e Giovani, pela amizade, conversas e conselhos dados.

Aos amigos Waldemar e Igor Bahia pela amizade infinita entre nós.

Aos motoristas Almir e Edvaldo que mesmo quando eu marcava a viagem em cima da hora quebravam meu galho.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Não poderia esquecer a Rosilene, a melhor secretária de todas, sempre quebrando os galhos e fazendo seu trabalho de maneira excepcional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela excelente pós-graduação oferecida, com a qual eu pude crescer muito profissionalmente, e também pelo apoio concedido a viagens acadêmicas e a este estudo.

A todos os colegas e amigos por conversas trocadas e bons momentos proporcionados.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

## ÍNDICE

<b>RESUMO</b>	06
<b>ABSTRACT</b>	08
<b>INTRODUÇÃO</b>	10
<b>OBJETIVOS</b>	12
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	13
<b>RESULTADOS</b>	18
<b>DISCUSSÃO</b>	32
<b>CONCLUSÃO</b>	39
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	39

## RESUMO

Este estudo teve como objetivos investigar quais espécies de plantas são visitadas por beija-flores, conhecer as espécies de beija-flores da área de estudo e avaliar a estrutura da rede de interações entre estas aves e as espécies de plantas que visitaram no Morro do Azeite e seu entorno. Este estudo foi realizado durante 12 meses em expedições mensais de quatro dias, no Pantanal do Miranda, Mato Grosso do Sul Foram registrados para as plantas, o hábito, número de flores abertas, morfologia floral e coloração predominante da corola. Foram mensuradas também a concentração e o volume de néctar. Em todas as espécies de plantas floridas foram realizadas observações focais para o registro de visitas de beija-flores. A amostragem da comunidade de beija-flores foi feita através de capturas, utilizando redes de neblina, bem como através de visualizações ocasionais durante percursos na área de estudo. Foram registradas 15 espécies de plantas visitadas por beija-flores, sendo dez ornitófilas e cinco não ornitófilas; entre as plantas visitadas predominou o hábito herbáceo. A média do volume e concentração de néctar das flores ornitófilas foi de  $31,92 \pm 26,77 \mu\text{l}$  e  $23,86 \pm 5,15\%$  respectivamente. Nas não ornitófilas foi de  $30,28 \pm 19,7 \mu\text{l}$  e  $22,81 \pm 7,82\%$ . O pico de floração das flores visitadas pelos beija-flores se concentrou no final da estação seca e início da estação chuvosa (setembro-novembro). A densidade de flores não ornitófilas registrada no estudo foi mais baixa que a de flores ornitófilas. Foram observadas quatro espécies de beija flores na área: *Anthracothorax nigricollis*, *Eupetomena macroura*, *Hylocharis chrysura* e *Phaethornis subochraceus*. A rede de interações teve tamanho (S) 19 e conectância (C) 56,67%. O grau médio para a comunidade de beija-flores ( $\langle L_a \rangle$ ) foi de 8,25 e para a

comunidade de plantas ( $\langle L_p \rangle$ ) foi de 2,2. *Hylocharis chrysur* e *P. subochraceus* participaram de quase 80% das interações. Dentre as plantas, *Inga vera* e *Psittacanthus cordatus* apresentaram 23% das interações. O NODF indicou aninhamento da rede de interações. As plantas apresentaram maior dependência nas interações e a força total de interação foi maior para as espécies de beija-flores. *Hylocharis chrysur* e *P. subochraceus* foram os mais centrais na rede, sendo também os mais generalistas e importantes polinizadores para as espécies vegetais neste ambiente. Devido ao fato de florescerem por longo período e apresentarem grande número de flores abertas por dia, *P. cordatus* e *I. vera* podem ser consideradas importantes recursos para os beija-flores na área estudada.

**PALAVRAS-CHAVE:** comunidade, mutualismo, néctar, fenologia de floração, polinização, recurso floral

## ABSTRACT

The aims of this study are to investigate which plant species are visited by hummingbirds, to record hummingbird species and to evaluate the structure of the mutualistic network between hummingbirds and flowers at Morro do Azeite and its surroundings. The study was conducted over 12 months in the Pantanal do Miranda, Mato Grosso do Sul. Habit, number of opened flowers, floral morphology and predominant colors of the corolla, as well as concentration and volume of the nectar were recorded for all flowering species. Hummingbird's visits were recorded through focal observations in all flowered species. Sampling of hummingbird community was made through captures, using mist nets, as well as through occasional visualizations during routes in the study area. It was recorded 15 plant species visited by hummingbirds, ten ornithophilous and five non ornithophilous. The plants visited by hummingbirds were mainly herbaceous. The average volume and concentration of nectar from ornithophilous flowers was  $31.92 \pm 26.77 \mu\text{l}$  and  $23.86 \pm 5.15\%$  respectively. In non ornithophilous species it was  $30.28 \pm 19.7 \mu\text{l}$  and  $22.81 \pm 7.82\%$ . The blooming peak of the species visited by hummingbirds was concentrated in the dry season and beginning of the rainy season (September to November). The density of non ornithophilous flowers was lower than of ornithophilous ones. It was observed four species of hummingbirds in the area: *Anthracothorax nigricollis*, *Eupetomena macroura*, *Hylocharis chrysura* and *Phaethornis subochraceus*. The interaction network has size (S) of 19 and connectance (C) of 56.67%. The average degree for the community of hummingbirds ( $\langle L_a \rangle$ ) was 8.25 and for the plant community ( $\langle L_p \rangle$ ) was 2.2. *Hylocharis chrysura* and *P. subochraceus* participated in nearly 80% of interactions. *Inga vera* and



*Psittacanthus cordatus* showed 23% of interactions. The NODF indicated a nested structure of the mutualistic network. The plants showed greater dependence on the interactions and the overall strength of interactions was greater for the species of hummingbirds. *Hylocharis chrysura* and *P. subochraceus* were the most central in the network, and also the most generalist and important pollinators of the plant species in this environment. *Inga vera* and *P. cordatus* can be considered important resources for the hummingbirds in the area because flourished for long periods and have a high number of open flowers per day.

**KEYWORDS:** community, mutualism, nectar, flowering phenology, pollination, floral resource

# REDE DE INTERAÇÕES ENTRE BEIJA-FLORES (AVES: TROCHILIDAE) E AS FLORES QUE VISITAM NO PANTANAL DO MIRANDA, MATO GROSSO DO SUL

## INTRODUÇÃO

Os beija-flores (Trochilidae) desempenham importante papel na polinização, sendo considerados os principais vertebrados polinizadores nas regiões neotropicais, visitando de 10 a 15% das angiospermas de uma dada comunidade (Bawa 1990, Feinsinger 1983). Grande parte dos estudos sobre os beija-flores e as flores que polinizam, consideram apenas flores com características que estão incluídas na “síndrome de ornitofilia” (ornitófilas, *sensu* Faegri & van der Pijl 1980), porém investigações sobre a utilização de plantas ornitófilas e não-ornitófilas como recurso pelos beija-flores têm demonstrado que as plantas não ornitófilas podem representar significativa proporção em sua dieta (Arizmendi & Ornelas 1990, Araujo & Sazima 2003, Machado *et al.* 2007, Machado 2009, Rodrigues & Araujo 2011).

Os estudos sobre fenologia de floração fornecem dados sobre ciclos anuais e sazonais das espécies de plantas, descrevendo assim a oferta de recursos para os polinizadores numa dada comunidade (Talora & Morelato 2000). Os beija-flores tendem a responder à variação na disponibilidade de recursos, sendo que a abundância e/ou diversidade destes está fortemente relacionada à disponibilidade de flores (Des Granges 1979, Montgomerie & Gass 1981, Malizilia 2001, Cotton 2007).

O conhecimento da interdependência entre espécies de plantas e seus polinizadores, especialmente em nível de comunidade, é fundamental para a melhor compreensão do funcionamento dos ecossistemas (Waser & Ollerton 2006). Nos últimos anos, as interações entre polinizadores e plantas têm sido

interpretadas no contexto de redes de interações (Dicks *et al.* 2002, Bascompte *et al.* 2003, Bascompte *et al.* 2006, Olesen *et al.* 2006). Isso tem melhorado substancialmente o conhecimento da estrutura das comunidades de polinizadores e de plantas ao elucidar parâmetros como, por exemplo, o aninhamento (Bascompte *et al.* 2003, Dupont *et al.* 2003), a assimetria (Vázquez & Aizen 2004, Bascompte *et al.* 2006) e a ocorrência de compartimentos ou módulos (Dicks *et al.* 2002, Olesen *et al.* 2006) nas redes de interação. Esses dados permitem melhor compreender a resistência, a estabilidade e o funcionamento dessas redes de interações, demonstrando como estão distribuídas as relações de dependência entre as espécies (Petanidou *et al.* 2008).

A relação planta-polinizador está entre as interações bióticas mais estudadas na maioria dos ecossistemas terrestres (Waser & Ollerton 2006). O padrão de especialização em nível de comunidade tem se mostrado altamente assimétrico, com plantas especialistas (menor número de interações) sendo visitadas por polinizadores generalistas (grande número de interações) e polinizadores especialistas visitando flores de plantas generalistas quanto aos seus polinizadores (Bascompte *et al.* 2003, 2006, Petanidou & Potts 2006, Stang *et al.* 2007). Para as interações entre beija-flores e flores, as redes são em geral aninhadas e assimétricas (Piacentini & Varassin 2006, Rodrigues 2011).

No Mato Grosso do Sul, poucos são os estudos que enfocaram a comunidade de beija-flores e de plantas, havendo registros em fragmento florestal urbano em Campo Grande (Rodrigues & Araujo 2011), e regiões ao entorno do Pantanal sul mato-grossense, na Serra da Bodoquena (Faria &

Araujo 2010) e na Serra de Maracaju (Doná 2011). No Pantanal sul mato-grossense o conhecimento sobre essas interações é incipiente, havendo apenas um estudo realizado em capões (Araujo & Sazima 2003).

O Pantanal Mato-grossense é a maior planície inundável do planeta, com rica biodiversidade vegetal e animal, que vem sofrendo grande pressão antrópica, sobretudo pela atividade agropecuária (Adámoli 1981, Calheiros & Fonseca 1996, Padovani *et al.* 2004). Portanto, é de suma importância o entendimento das interações neste ambiente, principalmente para subsidiar ações voltadas a sua conservação.

## **OBJETIVOS**

- Investigar quais espécies de plantas, que são visitadas por beija-flores, no Morro do Azeite e mata ciliar de entorno;
- Determinar o padrão de floração das plantas estudadas;
- Quantificar a oferta de recursos florais ao longo de um ano;
- Determinar as espécies de beija-flores que ocorrem ao longo do ano nesta área;
- Avaliar a estrutura da rede de interações entre beija-flores e flores por eles visitadas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Local de estudo:

O Pantanal mato-grossense é uma das maiores áreas alagáveis contínuas da Terra, ocupando aproximadamente 140.000 km<sup>2</sup> da bacia do alto rio Paraguai (Adámoli 1981). Possui clima quente e úmido no verão e frio e seco no inverno, com temperatura média anual de 25°C, sendo que nos meses de setembro a dezembro as temperaturas máximas absolutas ultrapassam 40°C.

O período mais seco ocorre entre junho e agosto, sendo que entre maio e julho a média das temperaturas mínimas fica abaixo de 20°C e a mínima absoluta próxima de 0°C. A precipitação média anual no Pantanal Mato-grossense varia de 1.100 a 1.200 mm e as chuvas estacionais se concentram de dezembro a fevereiro, com 45% da precipitação total anual (Guerrini 1978, Brasil 1979).

A coleta de dados foi realizada no Morro do Azeite e áreas de mata ciliar no seu entorno (19° 34' S e 57° 01' W). O Morro do Azeite é um pequeno morro residual, com 130 m de altitude (Mesquita 2001), localizado às margens do rio Miranda, no Pantanal sul mato-grossense, sub-região do Miranda, (Silva *et al.* 2010) (Figura 1). A vegetação do morro é semelhante à da vegetação chaquenha (Savana Estépica) (De Paula *et al.* 1995) e sofreu pouca interferência antrópica no que diz respeito a desmatamento e exploração de madeira (De Paula *et al.* 1995, Silva *et al.* 2010).



**Figura 1.** Rio Miranda, com a mata ciliar e o morro do Azeite ao fundo, Pantanal do Miranda, Brasil.

Coleta de dados:

As espécies visitadas pelos beija-flores, quando floridas, foram amostradas mensalmente, no período de julho de 2010 a junho de 2011, em viagens com duração de quatro dias.

Foram definidas três parcelas com 1000 m de extensão e seis metros de largura, totalizando 18000 m<sup>2</sup> de área amostral, sendo uma parcela (6000 m<sup>2</sup>) no morro e duas (12000 m<sup>2</sup>) na mata ciliar do rio Miranda, aproximadamente a 1500 m de distância do morro. Para registrar a época e o período de floração das plantas, foram percorridas mensalmente as três parcelas e mensurado o número de flores das plantas que se encontravam floridas em todas elas. Também, foram registrados o hábito (arbóreo, arbustivo, subarbustivo, herbáceo, epífita e hemiparasita), número de flores abertas e a morfologia floral (comprimento e formato da corola) e cores predominantes da corola.

A partir de flores previamente ensacadas em pré-antese, foram mensuradas a concentração de solutos do néctar, com o auxílio de refratômetro de bolso, e o volume de néctar com o auxílio de micro-seringa graduada, respectivamente. Essas medidas foram tomadas por volta das 12:00 h, utilizando o néctar acumulado no período da manhã. Exemplos das espécies de plantas foram herborizados para identificação e depositados no Herbário de Campo Grande (CGMS/UFMS).

Para calcular se existia diferença entre o comprimento da corola, volume de néctar e concentração de solutos entre plantas ornitófilas e não ornitófilas, foram realizados testes de Wilcoxon. Para o cálculo de densidade de flores, foi feito a divisão do número de flores total encontradas florindo no mês pelo tamanho da parcela.

As visitas dos beija-flores às plantas floridas encontradas a cada campanha nas trilhas foram registradas durante a antese das flores, em observações focais de, no mínimo, duas horas. No caso de espécies não ornitófilas, as flores foram observadas por um período mínimo de 60 min, para verificar se a espécie recebe visitas de beija-flores. Constatando a visita destes, foram realizados mais 60 min de observação focal. Para testar a relação entre o comprimento do bico dos beija-flores e o comprimentos das corola de flores ornitófilas e não ornitófilas visitadas foi realizada análise de correlação linear simples. Para testar a existência de dependência entre o número de beija-flores avistados e a quantidade de recurso floral existente em cada mês, também foi utilizado teste de correlação.

Os beija-flores foram identificados com o auxílio de guias de identificação (Ruschi 1986, Grantsau 1988). Os beija-flores foram classificados como residentes, se registrados por pelo menos 10 meses ao longo do ano todo no Morro do Azeite e mata ciliar de entorno (mesmo que não registrados em meses consecutivos), ou como não-residentes se não registrados em três ou mais meses consecutivos (Machado 2009). Foram registrados os horários das visitas, a frequência (número de flores visitadas/tempo de observação/número de flores observadas) e o tipo das visitas (legítima: quando os beija-flores contataram anteras e estigma durante as visitas; ou ilegítima: quando não contataram essas estruturas durante as visitas).

Para a amostragem da comunidade de beija-flores, foram utilizadas nove redes de neblina (9 x 2,6 m, malha 32 mm) dispostas ao azar ao longo das trilhas. As redes permaneceram abertas por um período de seis horas, a partir do amanhecer (ca. 06:00h). Os beija-flores capturados foram



identificados, tiveram seu peso registrado com o auxílio de dinamômetro e o comprimento do bico, da asa e do tarso medidos com o auxílio de um paquímetro. Adicionalmente, também foram registrados os beija-flores observados ocasionalmente durante percursos ao longo das trilhas.

Para a confecção da rede de interações ponderada, foram consideradas somente as visitas legítimas dos beija-flores, registradas durante as observações focais nas flores. Com base nesses dados foram calculados o tamanho da rede (S) que mede o número de componentes da rede ( $S = P + A$ , sendo (P) o número de espécies de plantas e (A) o número de espécies de beija-flores que compõem a rede), a conectância (C) que é a razão entre o número de interações observadas e o número de interações possíveis ( $C = I / A.P$ , onde I = número de interações observadas), a distribuição do grau para plantas ( $\langle L_p \rangle$ ) e beija-flores ( $\langle L_a \rangle$ ) que é a forma como as interações se distribuem pelas espécies, o grau médio para plantas ( $\langle L_p \rangle$ ) e beija-flores ( $\langle L_a \rangle$ ) que é a média do número de interações por espécie tanto para as plantas quanto para beija-flores. O NODF foi calculado no programa ANINHADO (Guimarães & Guimarães 2006). O valor de NODF varia de 0 a 100, sendo que quanto mais próximo de 100, mais aninhada é a estrutura da rede (Almeida-Neto et al. 2008). Para estimar a significância do aninhamento, o valor de NODF obtido foi comparado com o valor de NODF esperado a partir de 1000 aleatorizações da matriz, gerada pelo modelo nulo tipo CE. Neste modelo, a probabilidade de uma interação ocorrer é proporcional ao grau de interações da planta e do animal associados a uma dada célula da matriz (Guimarães & Guimarães 2006, Almeida-Neto et al. 2008).

Também foi calculada a força de mutualismo (assimetria) a partir do cálculo das dependências entre as espécies de plantas e beija-flores. A partir do cálculo das forças de mutualismo, foram calculadas as forças totais para as espécies de plantas e beija-flores e posteriormente foi realizado o teste de Wilcoxon para verificar se plantas e beija-flores diferem quanto à força total. Além disso, foram calculadas a centralidade de proximidade (*closeness centrality* - CC) e centralidade de intermédio (*betweenness centrality* – BC) (ver Sazima *et al.* 2010) para saber a importância de cada espécie dentro da rede.

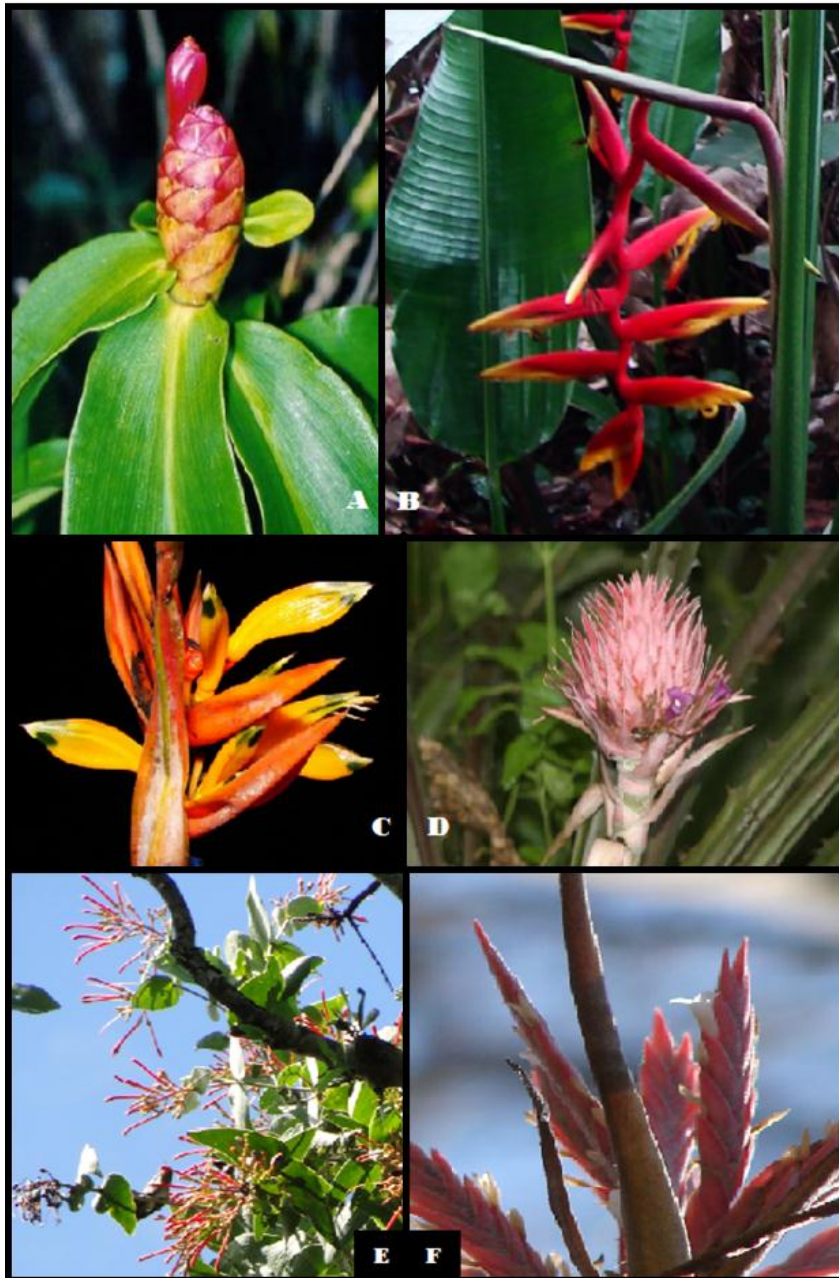
## RESULTADOS

Comunidade de plantas visitadas pelos beija-flores:

Das 65 espécies vegetais registradas em flor na área de estudo, somente 15 espécies foram visitadas por beija flores. Dessas, dez são ornitófilas, pertencentes a cinco famílias: *Costus spiralis* (Jacq.) (Costaceae – Figura 2a), *Heliconia marginata* (Griggs), *Heliconia psittacorum* (L.) (Heliconiaceae – Figura 2b e 2c), *Dyckia leptostachya* (Baker), *Pseudoananas* sp., *Tillandsia didisticha* (E. Morren) (Bromeliaceae – Figura 2d e 2f), *Justicia ramulosa* (Morong), *Lophostachys floribunda* (Pohl), *Ruellia* cf. *erythropus* (Ezcurra) (Acanthaceae) e *Psittacanthus cordatus* (Hoffm.) (Loranthaceae – Figura 2e), e cinco são não ornitófilas, pertencentes a cinco famílias: *Bonafousia siphilitica* (L.f.) (Rubiaceae – Figura 3a), *Capparis retusa* (Griseb.) (Capparaceae), *Cereus peruvianus* (Miller) (Cactaceae – Figura 3b), *Inga vera* (Willd.) (Fabaceae – Figura 3c) e *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) (Bignoniaceae – Figura 3d).

Dentre as espécies ornitófilas, sete possuem hábito herbáceo, uma é hemiparasita, uma epífita e uma subarbustiva; quanto às espécies não ornitófilas, três apresentam hábito arbóreo e duas hábito arbustivo (Tabela 1). Em relação à forma da corola, todas as espécies ornitófilas e 40% das espécies não ornitófilas apresentam flores com corolas tubulares. As demais espécies não ornitófilas possuem flores do tipo pincel (duas espécies, 40%) ou em forma de goela (uma espécie, 20%) (Tabela 1). A coloração predominante das flores ornitófilas foi vermelha (50%) e a das não ornitófilas foi branca (80%) (Tabela 1). As flores não ornitófilas foram principalmente categorizadas como psicófilas/esfingófilas (duas espécies, 40%) ou entomófilas quanto aos visitantes florais (duas espécies, 40%).

O comprimento médio da corola não diferiu entre as espécies ornitófilas e não ornitófilas ( $W = 13$ ;  $p = 1$ ), tendo as ornitófilas apresentado comprimento médio de  $27,85 \pm 9,75$  mm ( $n = 9$ ) e as flores não ornitófilas de  $27,77 \pm 12,12$  mm ( $n = 3$ ). A média do volume de néctar entre flores ornitófilas e não ornitófilas também não diferiu ( $W = 11$ ;  $p = 0,72$ ), tendo sido de  $31,92 \pm 26,77$   $\mu$ l ( $n = 9$ ) para as espécies ornitófilas e de  $30,28 \pm 19,7$   $\mu$ l ( $n = 2$ ) para as não ornitófilas. A concentração média de néctar também não diferiu ( $W = 16$ ;  $p = 0,82$ ), tendo sido de  $23,86 \pm 5,15\%$  ( $n = 9$ ) para as espécies ornitófilas e de  $22,81 \pm 7,82\%$  ( $n = 2$ ) para as não ornitófilas (Tabela 1). Não foi encontrada correlação significativa entre o comprimento do bico dos beija-flores e o comprimento da corola das espécies visitadas, tanto para ornitófilas visitadas ( $r = 0,36$ ;  $p = 0,64$ ), quanto para não ornitófilas ( $r = -0,48$ ;  $p = 0,52$ ).



**Figura 2.** Espécies ornitófilas visitadas por beija-flores no período de julho de 2010 a junho de 2011 no Morro do Azeite e mata ciliar ao entorno, Pantanal do Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil. A) *Costus spiralis*, B) *Heliconia marginata*, C) *Heliconia psittacorum*, D) *Pseudoananas* sp., E) *Psittacanthus cordatus* e F) *Tillandsia didisticha*.



**Figura 3.** Espécies de plantas não ornitófilas visitadas por beija-flores no período de julho de 2010 a junho de 2011 no Morro do Azeite e mata ciliar ao entorno, Pantanal do Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil. A) *Bonafousia siphilitica*, B) *Cereus peruvianus*, C) *Inga vera* e D) *Tabebuia impetiginosa*.

**Tabela 1.** Características florais (hábito, forma e cor da corola, síndrome de polinização, comprimento da corola, volume e concentração do néctar) e quantidade de observação focal das espécies de plantas ornitófilas e não ornitófilas visitadas pelos beija-flores, no período de julho de 2010 a junho de 2011 no Morro do Azeite e mata ciliar ao entorno, Pantanal do Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Família/Espécie Vegetal	Hábito	Forma da corola	Coloração da corola	Síndrome de polinização	Comprimento da corola (mm) x ± sd (n)	Volume de néctar (µl) x ± sd (n)	Concentração de néctar (%) x ± sd (n)	Observação focal (h)
<b>Acanthaceae</b>								
<i>Ruellia</i> cf. <i>erythropus</i>	Subarbusto	Tubular	Vermelha	Ornitófila	23,9 ± 3,3 (8)	6,3 ± 4,8 (5)	15,9 ± 4,1 (5)	6
<i>Justicia ramulosa</i>	Herbáceo	Tubular	Lilás	Ornitófila	8,7 ± 2,3 (10)	20,1 ± 9,1 (4)	16,3 ± 4,1 (4)	6
<i>Lophostachys floribunda</i>	Herbáceo	Tubular	Rosa	Ornitófila	36,2 ± 9,4 (8)	14,0 ± 3,2 (4)	27,1 ± 8,8 (4)	6
<b>Bromeliaceae</b>								
<i>Pseudoananas</i> sp.	Herbáceo	Tubular	Roxa	Ornitófila	29,6 ± 1,4 (20)	95,3 ± 16,5 (10)	32,3 ± 1,3 (10)	12
<i>Tillandsia didisticha</i>	Epífita	Tubular	Branca	Ornitófila	16,8 ± 2,8 (10)	33,8 ± 9,7 (5)	24,5 ± 2,4 (5)	21
<i>Dyckia leptostachya</i>	Herbáceo	Tubular	Vermelha	Ornitófila	—	—	—	8
<b>Costaceae</b>								
<i>Costus spiralis</i>	Herbáceo	Tubular	Vermelha	Ornitófila	28,3 ± 3,3 (3)	12,0 ± 3,8 (3)	23,4 ± 4,7 (3)	4
<b>Heliconiaceae</b>								
<i>Heliconia marginata</i>	Herbáceo	Tubular	Vermelha	Ornitófila	36,3 ± 2,1 (10)	25,3 ± 14,4 (6)	23,4 ± 3,6 (6)	12
<i>Heliconia psittacorum</i>	Herbáceo	Tubular	Amarela	Ornitófila	35,1 ± 1,2 (12)	37,5 ± 15,2 (10)	25,1 ± 3,2 (10)	6
<b>Loranthaceae</b>								
<i>Psittacanthus cordatus</i>	Hemiparasita	Tubular	Vermelha	Ornitófila	35,5 ± 2,9 (10)	42,8 ± 10,2 (6)	26,6 ± 6,2 (6)	46
<b>Bignoniaceae</b>								
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Arbóreo	Goela	Rosa	Melitófila	39,4 ± 4,1 (5)	—	—	4

<b>Cactaceae</b>								
<i>Cereus peruvianus</i>	Arbóreo	Tubular	Branca	Esfingófila	—	—	—	8
<b>Capparaceae</b>								
<i>Capparis retusa</i>	Arbustivo	Pincel	Branca	Generalista	—	—	—	6
<b>Fabaceae</b>								
<i>Inga vera</i>	Arbóreo	Pincel	Branca	Generalista	15,2 ± 0,9 (14)	44,2 ± 12,8 (6)	28,3 ± 1,3 (6)	26
<b>Rubiaceae</b>								
<i>Bonafousia siphilitica</i>	Arbustivo	Tubular	Branca	Psicófila	28,7 ± 2,3 (10)	16,3 ± 8, (6)	17,3 ± 3,1 (6)	12

---

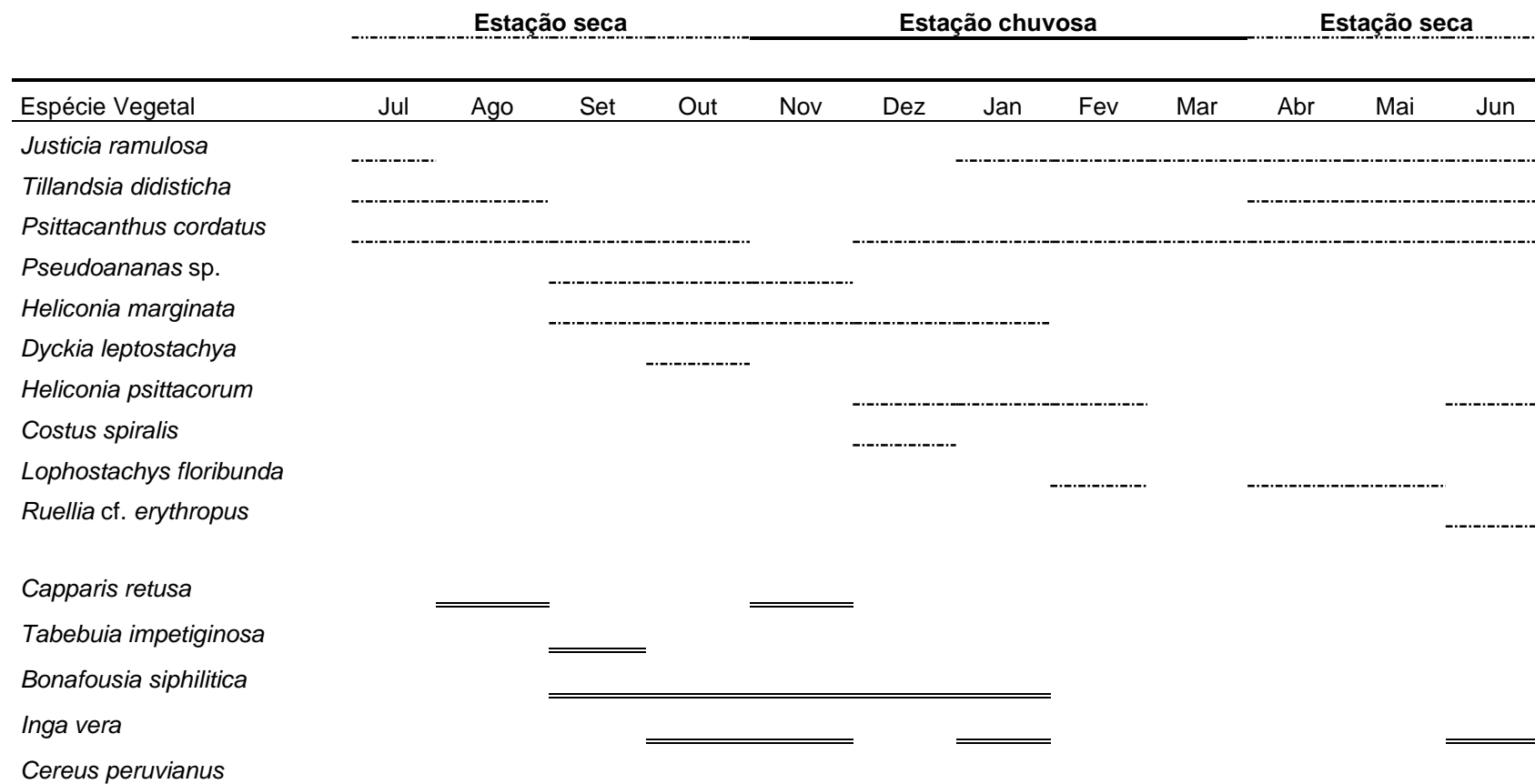
As espécies ornitófilas com período de floração mais longo foram *P. cordatus* (11 meses), *J. ramulosa* (sete meses), *T. didisticha* e *H. marginata* (cinco meses cada uma) e as de floração mais curta (um mês) foram *C. spiralis*, *D. leptostachya* e *R.cf. erythropus*. Quanto as não ornitófilas, *B. siphilitica*, (cinco meses) e *I. vera* (quatro meses) tiveram os períodos mais longos e *C. retusa* (dois meses), *C. peruvianos* (dois meses) e *T. impetiginosa* (um mês) mais curtos.

O maior número de espécies em floração foi encontrado entre os meses de outubro e janeiro e no mês de junho, com seis espécies floridas, e o menor número foi registrado no mês de março com apenas duas espécies floridas (Figura 4). A densidade de flores ornitófilas apresentou um pico (setembro/outubro), com uma forte queda no período chuvoso. Para as espécies não ornitófilas ocorreu pico de floração em novembro, havendo baixa densidade de flores nos demais meses (Figura 5).

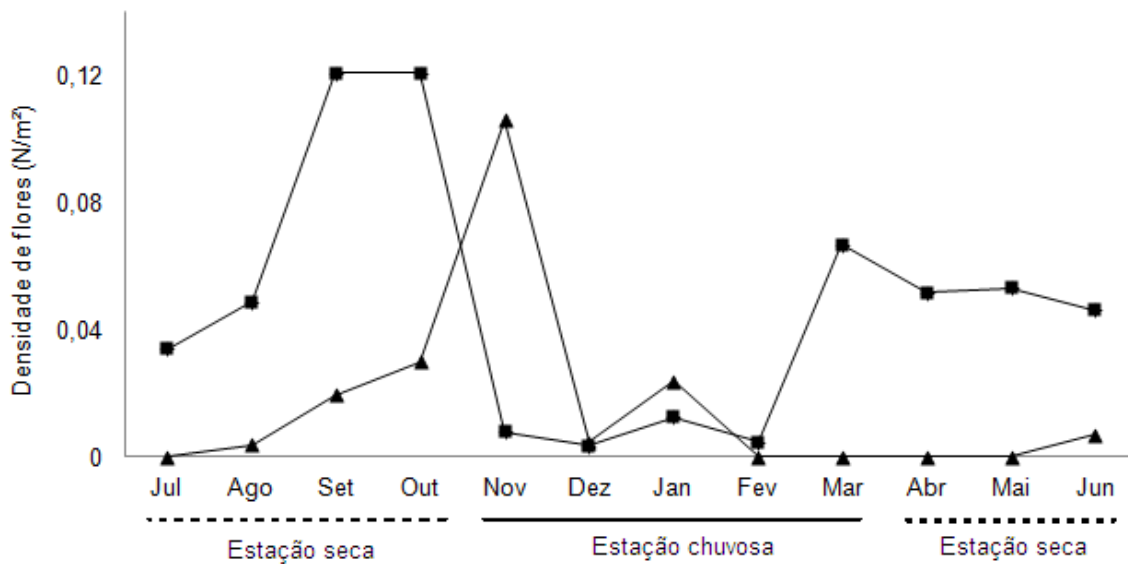
#### Comunidade de beija-flores:

Foram registradas quatro espécies de beija-flores no local de estudo, três espécies pertencentes à subfamília Trochilinae: *Anthracothorax nigricollis* Vieillot, 1817 (Figura 6a), *Eupetomena macroura* Gmelin, 1788 (Figura 6b) e *Hylocharis chrysura* Shaw, 1812 (Figura 6c) e uma espécie pertencente a subfamília Phaethornithinae: *Phaethornis subochraceus* Todd, 1915 (Figura 6d).

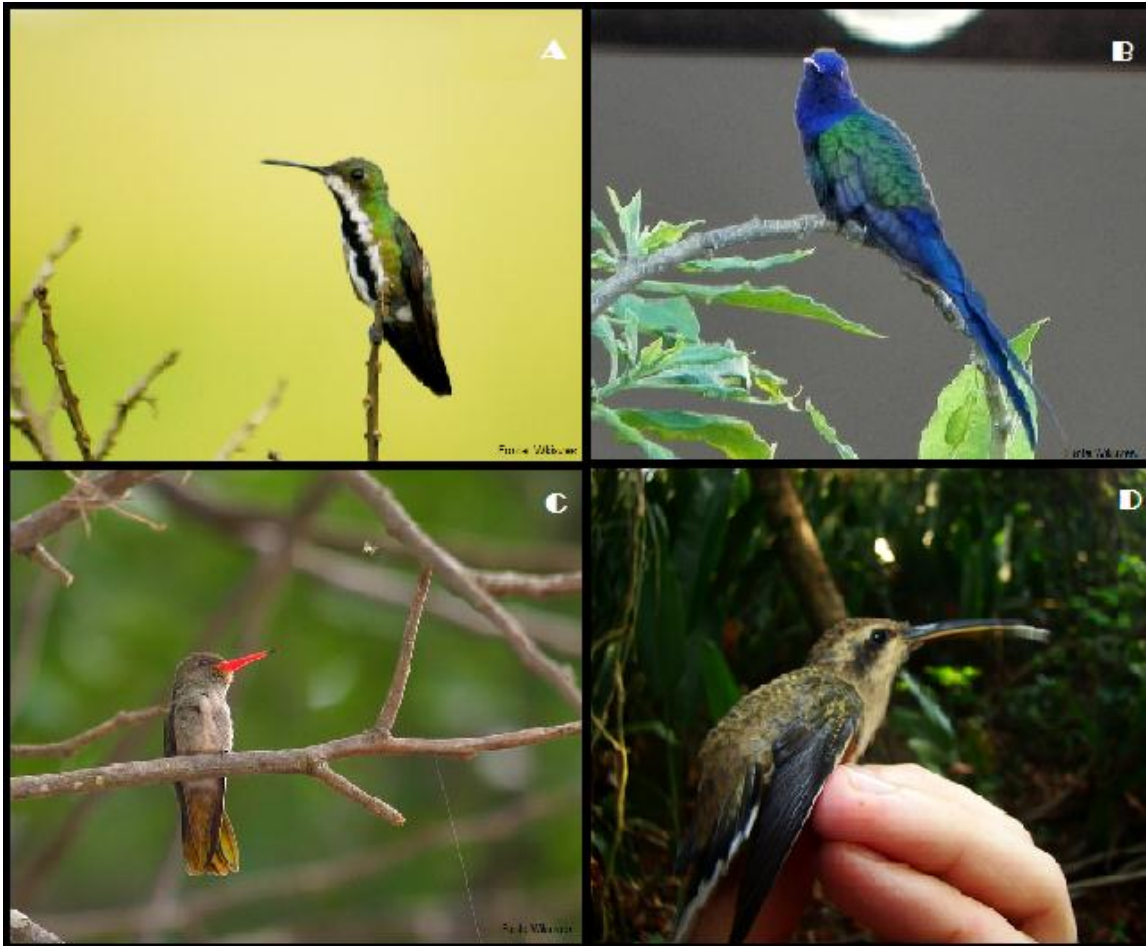




**Figura 4.** Período de floração das espécies de plantas ornitófilas (linhas tracejadas) e não ornitófilas (linhas duplas) registradas no Morro do Azeite e mata ciliar ao entorno, no período de julho de 2010 a junho de 2011, Pantanal do Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil.



**Figura 5.** Densidade de flores (número de flores/m<sup>2</sup>) das espécies de plantas ornitófilas (■) e não ornitófilas (▲) visitadas por beija-flores no Morro do Azeite e mata ciliar ao entorno, no período de julho de 2010 a junho de 2011, Pantanal do Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil.



**Figura 6.** Espécies de beija-flores registradas no Morro do Azeite e mata ciliar ao entorno, no período de julho de 2010 a junho de 2011 no Pantanal do Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil, A) *Anthracothorax nigricollis* ♀, B) *Eupetomena macroura*, C) *Hylocharis chrysura* e D) *Phaethornis subochraceus*

Foram capturados 31 beija-flores, sendo que o maior número de capturas ocorreu no mês de julho (10 capturas: cinco *H. chrysur*, quatro *P. subochraceus* e um *E. macrou*). Quanto aos registros ocasionais, nos 12 meses de coleta, foram realizadas 117 visualizações. *Hylocharis chrysur* foi o beija-flor mais frequentemente observado (58 registros), tendo sido registrado em todos os meses de coleta. *Phaethornis subochraceus*, que não foi registrado em apenas dois dos doze meses de coleta, foi a segunda espécie com mais registros ( $n = 40$ ) (Figura 7). O número de beija-flores avistado não dependeu da densidade de flores na região ( $Cor = -0.12$ ,  $df = 10$ ,  $t = -0.37$ ,  $p = 0.71$ ).

*Eupetomena macrou* ocorreu na área de estudo em dez dos doze meses de coletas, porém foram feitos somente 14 registros dessa espécie. *Anthracothorax nigricollis* foi registrado apenas cinco vezes e observado apenas nos meses de dezembro e janeiro (Figura 7). O maior número de beija-flores foi registrado nos meses de maio, junho, julho e outubro (Figura 7).

#### Rede de interações beija-flores e plantas:

A rede de interações entre os beija-flores e as plantas visitadas por estes teve tamanho (S) de 19, sendo composta por quatro espécies de beija-flores e 15 espécies de plantas (Figura 8). O número de interações (I) entre os beija-flores e as plantas foi de 34, sendo a conectância  $C = 56,67\%$ . O grau médio ( $\langle L_a \rangle$ ) para a comunidade de beija-flores foi de 8,25, variando de 2 (*A. nigricollis*) a 14 (*H. chrysur*).

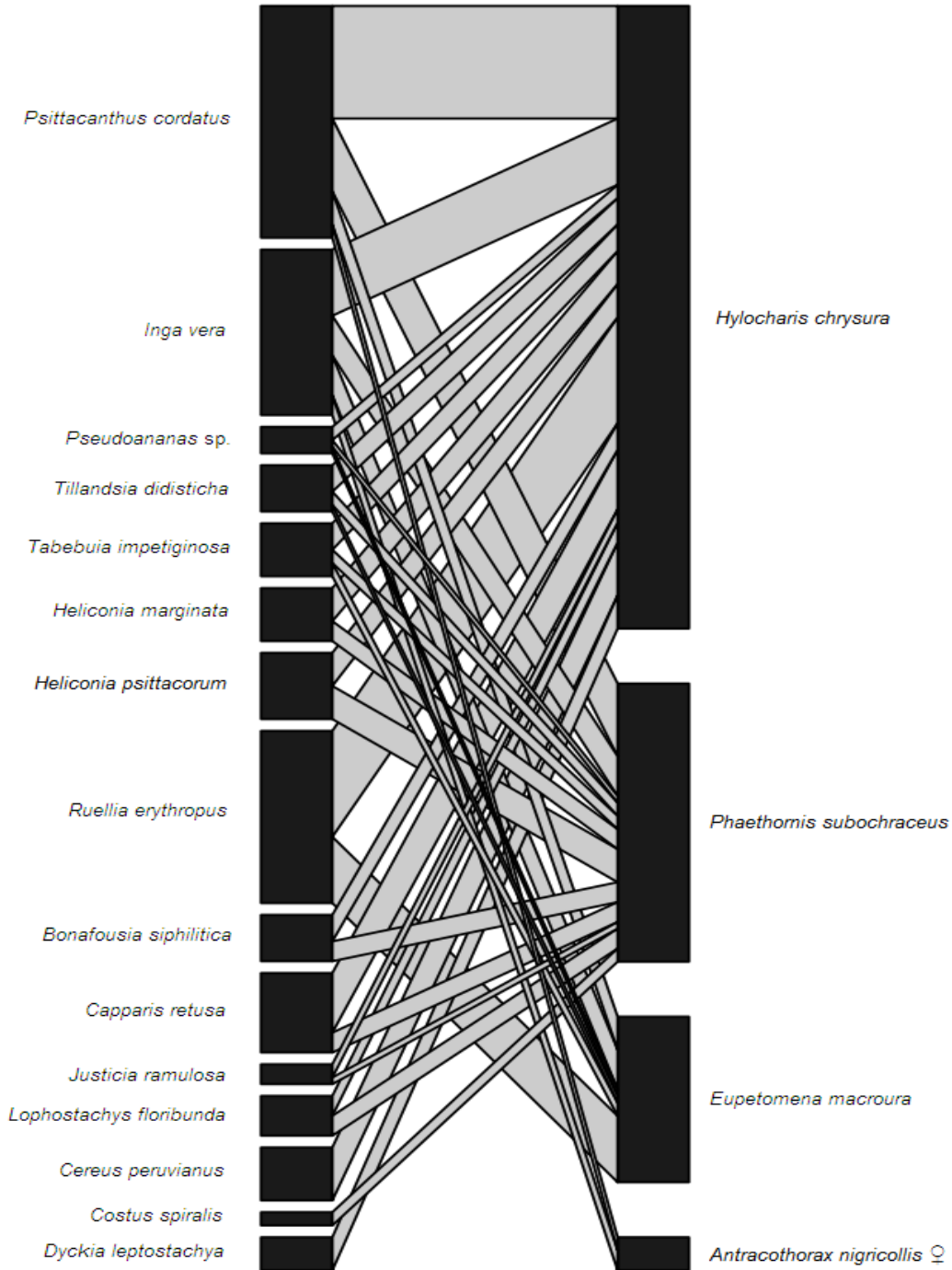
*Hylocharis chrysur* apresentou 41% das interações observadas, seguido por *P. subochraceus*, que apresentou 32% das interações, de modo que estas duas espécies de beija-flores juntas representam quase 80% das interações observadas (Figura 8). O grau médio ( $\langle L_p \rangle$ ) da comunidade de plantas foi 2,2, e variou de 1,0 (*C.peruvianus*, *C. spiralis* e *D. leptostachya*) a 4,0 (*I. vera* e *P. cordatus*). Apenas duas espécies vegetais (*I. vera* e *P. cordatus*) concentraram 23% de todas as interações entre beija-flores e plantas, sendo estas, as plantas mais visitadas pelos beija-flores na área de estudo (Figura 8).

A métrica de aninhamento, baseada na sobreposição pareada e no número decrescente de conexões (NODF), indicou o aninhamento da rede de interações (NODF = 73,64;  $p < 0,001$ ). Os valores de dependência foram maiores nas espécies de plantas ( $0,15 \pm 0,007$ ) que nas espécies de beija-flores ( $0,03 \pm 0,001$ ;  $W = 83$ ,  $p < 0,01$ ). A grande maioria das interações entre plantas e beija-flores (90,9%) apresentou valor de assimetria acima da média da assimetria da rede ( $0,42 \pm 0,12$ ,  $N = 33$ ) e a força total de interação foi maior nas espécies de beija-flores ( $6,3 \pm 4,9$ ) que nas espécies de plantas ( $1,68 \pm 0,5$ ;  $W = 65$ ,  $p < 0,05$ ).

Quanto à centralidade das espécies, os beija-flores não diferiram dos valores das duas medidas (BC e CC) quando comparado às plantas. Em relação à medida BC, apenas três espécies de plantas (20%) apresentaram BC menor que zero; quanto às espécies de beija-flores, todos apresentaram BC maior que zero. Em relação à medida de centralidade (CC), apenas cinco (33,3%) espécies de plantas apresentaram CC menor que 0,5 e, quanto aos beija-flores, dois (50%) apresentaram CC menor 0,5.

	Estação seca			Estação chuvosa						Estação seca			Total
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	
Beija-flores													
<i>Hylocharis cysura</i>	6	7	4	6	3	4	7	5	1	4	6	5	58
<i>Phaethornis subochraceus</i>	5	3	4	5			2	3	1	5	4	8	40
<i>Eupetomena macroura</i>	1	1		1	2		1	1		2	3	3	15
<i>Antracothorax nigricollis</i> ♀						3	1						4
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	

**Figura 7.** Período de registro dos beija-flores e respectivos números de visualizações/capturas no período de julho de 2010 a junho de 2011 no Morro do Azeite e mata ciliar ao entorno no Pantanal do Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil.



**Figura 8.** Rede de interações entre as 15 espécies de plantas visitadas por quatro espécies de beija-flores no morro do Azeite e mata ciliar ao entorno, Pantanal do Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil. A largura da linha representa a frequência de visita dos beija-flores em cada espécie visitada.

Em relação à frequência de visitas às flores ornitófilas e não ornitófilas, foi observado que *P. cordatus*, *I. vera* e *R. erythropus* foram as espécies que apresentaram as maiores frequências de visitas (Figura 8). Dentre os beija-flores, *H. chrysurus* é o que apresenta maior frequência de visitas às flores tanto ornitófilas quanto não ornitófilas visitadas, seguido de *P. subochraceus* que também apresentou uma alta frequência de visitas às flores observadas (Figura 8). *Eupetomena macroura* apresentou alta frequência de visitas na espécie ornitófila *R. erythropus* e *A. nigricollis* baixa frequência de visitas em todas as espécies vegetais (Figura 8).

## DISCUSSÃO

Comunidade de plantas visitadas pelos beija-flores:

O número de espécies vegetais que receberam visitas de beija-flores foi baixo, quando comparada a outros estudos (Stiles 1978, Araujo 1996, Cotton 1998, Buzato *et al.* 2000, Machado *et al.* 2007, Machado 2009). A explicação para isto poderia estar no baixo número de espécies vegetais encontradas na área de estudo. Em estudo avaliando a composição de espécies vegetais na mata ciliar do rio Miranda, foram registradas apenas 46 espécies vegetais, sendo a comunidade caracterizada basicamente por quatro espécies vegetais (Wittman *et al.* 2010). Segundo os autores sazonalidade da região aliada as condições estressantes de inundações periódicas, contribuem para a baixa riqueza de espécies vegetais. De fato o fator inundação afeta a área de estudo, dado que duas das três trilhas se encontram na mata ciliar do rio Miranda. O Morro do Azeite não apresenta nenhum levantamento florístico realizado de



forma sistemática, mas constatamos que o número de espécies vegetais também é baixo, tendo sido registradas 46 espécies vegetais.

O baixo número de plantas com flores ornitófilas visitadas pelos beija-flores pode ser resultado da baixa riqueza de espécies vegetais encontradas na área, aliado a baixa frequência de espécies epífitas e lianas que são hábitos frequentemente relacionados às espécies ornitófilas em outros ambientes (Snow & Snow 1986, Arizmendi & Ornelas 1990, Sazima *et al.* 1996, Buzato *et al.* 2000). Em estudo realizado em capões também localizados no Pantanal do Miranda, foram registradas poucas espécies vegetais com flores ornitófilas (seis espécies - Araujo & Sazima 2003) confirmando a escassez de plantas com flores ornitófilas na região.

Apesar do número de espécies vegetais que foram visitadas por beija-flores ter sido baixo, houve uma constância na oferta de recurso durante o ano, porém com baixa densidade de flores. A oferta frequente de recursos pode estar relacionada à abundância de *P. cordatus* e *H. marginata* que são espécies muito comuns na área de estudo e que floresceram por períodos de tempo relativamente longos. Assim estas duas espécies são importante fonte de recursos para a manutenção dos beija-flores residentes na área.

Não houve relação entre o comprimento médio da corola das flores ornitófilas e não ornitófilas e o comprimento do bico dos beija flores. Alguns estudos tem mostrado relação positiva entre estas variáveis (Arizmendi & Ornelas 1990, Sazima *et al.* 1996), porém outros estudos não demonstram esta relação (Araújo & Sazima 2003, Rodrigues & Araujo 2011). Uma possível explicação para a ausência de correlação é o comprimento relativamente curto das corolas das flores nesta comunidade, além do fato dos beija-flores

encontrados na área serem funcionalmente generalistas, visitando flores com grande amplitude de tamanhos.

Os valores de volume médio e de concentração média de solutos do néctar das espécies ornitófilas e não ornitófilas visitadas pelos beija-flores neste estudo são similares aos encontrados para espécies ornitófilas em outros locais (Sazima *et al.* 1995, Sazima *et al.* 1996, Araujo & Sazima 2003, Rodrigues & Araujo 2011). Valores similares de concentração do néctar de flores ornitófilas e não-ornitófilas visitadas por beija-flores têm sido registrados em outros estudos (Snow & Snow 1986, Arizmendi & Ornelas 1990, Araujo & Sazima 2003), assim podemos dizer que os beija-flores nesta região utilizam flores não ornitófilas com valores energéticos similares aos das espécies ornitófilas. As flores encontradas apresentaram baixa produção de néctar e concentração diluída, características que já são esperadas para flores ornitófilas neotropicais (Howe & Westley 1997, MacDade & Weeks 2004). No entanto, segundo Rocca (2006) podem ser encontradas amplitudes muito maiores de produção e concentração de néctar para plantas ornitófilas.

#### Comunidade de beija-flores:

O número de espécies de beija-flores registrado no morro do Azeite e mata ciliar ao entorno ( $n = 4$ ) foi igual ao encontrado nos capões do Pantanal na mesma região (Araujo & Sazima 2003). Para a área de estudo são registradas seis espécies de beija-flores (George Camargo, comunicação pessoal). Esse baixo número de espécies de beija-flores, pode estar relacionado ao pequeno número de espécies florindo em cada mês e a baixa

densidade de flores, fatores determinante na diversidade de beija-flores numa determinada área (Abrahamczyk & Kessler 2010).

O fato de a comunidade de plantas ornitófila ter apresentado floração contínua (*sensu* Newstrom *et al.* 1994) pode ter contribuído para uma alta proporção de espécies de beija-flores residentes na área de estudo (75%), pois a presença de espécies de beija-flores residentes depende de oferta contínua de recursos florais (Buzato *et al.* 2000). Mesmo existindo essa alta proporção de espécies residentes na área, o número de indivíduos registrados (através de capturas/visualizações) foi baixo, fato que pode ser também explicado pela baixa disponibilidade de alimentos.

A abundância dos beija-flores foi variável ao longo do período de estudo, com alguns meses apresentando grande número de registros, e em outros meses esse número foi baixo. No pico de floração (fim da estação seca e início da chuvosa) seria esperado encontrar uma maior quantidade de beija-flores na área, devido a grande oferta de alimentos. Porém, ao contrário do que seria previsto, em meses com maiores densidades de flores, o número de registros de beija-flores observados foi mais baixo (com exceção de outubro) e nos períodos em que a densidade de flores foi menor, o número de beija-flores amostrados foi maior. Uma possível explicação para isso seria que em meses com baixa disponibilidade de recursos, os beija-flores se concentrariam em locais onde existe oferta de flores, resultando numa maior densidade local, comparativamente a meses em que a disponibilidade de recursos é mais alta, e eles buscam recursos em diferentes espécies, dispersas na área de estudo.

A espécie não ornitófila *Inga vera* apresentou alta abundância de indivíduos na mata ciliar no entorno do Morro do Azeite e grande número de

flores abertas por indivíduo por dia, tendo produzido o maior volume de néctar dentre as espécies registradas neste estudo. Esta espécie foi visitada por todas as espécies de beija-flores e recebeu a segunda maior frequência de visitas, podendo ser considerada importante recurso para os beija-flores na área de estudo. *Psittacanthus cordatus* também pode ser considerada importante recurso para beija-flores, principalmente para aqueles residentes na área de estudo, pois floresce ao longo de praticamente todo o ano e apresenta um pico de floração em períodos em que oferta de recursos florais é muito baixa (entre dezembro e fevereiro), tendo também sido visitada por todas as espécies de beija-flores na área.

#### Rede de interações entre beija-flores e plantas:

A rede de interações plantas-beija-flores apresentou alta conectância quando comparada a outras redes de interações deste tipo. Três de nove redes de interações entre plantas e beija-flores analisadas por Jordano (1987) apresentaram conectância similar à registrada neste estudo. Essa alta conectância da rede pode ser devido ao fato de que três dos quatro beija-flores registrados são residentes, estando presentes na área ao longo de todo o ano, ou em grande parte dele, dessa forma estabelecendo mais interações com as plantas, o que resulta em aumento do grau médio da rede (Olesen *et al.* 2008). O mesmo acontece no caso das plantas, como por exemplo *P. cordatus* e *H. Marginata*, que florescem por períodos longos, podendo, por essa razão realizarem um maior número de interações, aumentando a conectância da rede estudada (Olesen *et al.* 2008).

As plantas apresentaram maior dependência dos beija-flores do que os beija-flores das plantas. Segundo Vázquez *et al.* (2007), este padrão de dependência é comum em comunidades de plantas-polinizadores uma vez que existem mais plantas do que polinizadores, assim as plantas dependerão muito mais dos seus polinizadores.

O fato das espécies na rede apresentarem baixo grau não significa necessariamente que sejam especialistas (espécies que interagem com apenas uma ou duas espécies). Estas espécies podem ser de ocorrência rara no ambiente (Biesmeijer & Slaa 2006) ou terem sido pouco amostradas, por isso apresentaram um baixo grau.

Na rede de interações estudada, um pequeno número de espécies vegetais estabelece relações com um grande número de beija-flores e a maioria das plantas estabelece relações com poucas espécies de beija-flores, e vice-versa. Essas características caracterizam a assimetria da rede de interações, que é comum em redes de interação planta-polinizador (Vázquez & Aizen 2004, Bascompte & Jordano 2007).

A assimetria das interações é uma das propriedades de redes de interações aninhadas, como a obtida para a área de estudo, e padrão esperado para as redes de interações mutualistas (Bascompte *et al.* 2003, Bascompte & Jordano 2007). A estrutura aninhada, com especialização assimétrica e alta conectância, confere à comunidade maior resistência a perturbações, com poucas relações especializadas, o que torna a comunidade mais generalista. Na comunidade estudada, os beija-flores mais centrais foram os de bicos curto e os de bico longo, o que promove uma maior generalização nas interações (Bascompte *et al.* 2003).

Uma das explicações possíveis para a organização das redes aninhadas, segundo Lewinsohn *et al.* (2006), estaria relacionada a abundância das espécies, de modo que as espécies mais abundantes seriam mais generalistas e as menos abundantes seriam mais especialistas. Rodarte *et al.* (2008) corrobora esta ideia mostrando que as espécies com maior abundância se relacionaram com 74% dos visitantes encontrados na área.

Um terço das espécies de plantas que compõem a rede de interações da área de estudo possui flores com características não ornitófilas (Faegri & Van Der Pijl 1980), sendo visitadas por beija-flores que são generalistas (i.e. interagem com grande número de espécies de plantas) na rede. Entretanto, apesar de algumas destas espécies interagirem com apenas uma espécie de beija-flor na rede avaliada, podem também interagir com outros grupos de polinizadores, de modo que em uma rede mais ampla que inclua todos os polinizadores, atuem como generalistas.

De acordo com as medidas de centralidade, beija-flores e plantas são igualmente centrais na rede. Isso pode ser devido ao alto número de interações registradas para duas espécies de beija-flores (*H. crysura* e *P. subochraceus*) e também para duas espécies de plantas (*P. cordatus* e *I. vera*) além da alta conectância que a rede apresentou. Estas espécies podem ter sido mais centrais nesta rede pelo seu alto número de interações, além de terem sido as espécies que apresentaram abundância e frequência elevadas na área de estudo.

## CONCLUSÃO

A rede de interações na área estudada foi pequena, demonstrando a baixa riqueza de beija-flores e flores por estes polinizadas. Apesar de terem sido encontradas poucas espécies ornitófilas, sua proporção foi relativamente alta. *Hylocharis chrysurus* e *Phaethornis subochraceus* foram os beija-flores mais generalistas, os que conectaram mais espécies na rede e os que apresentaram maior frequência de visitas às flores, sendo importantes polinizadores para as espécies vegetais neste ambiente. Dentre as espécies de plantas, *Psittacanthus cordatus* e *Inga vera* foram as espécies mais generalistas, tendo apresentado flores durante quase todo o período de estudo, podendo assim ser consideradas importantes recursos para os beija-flores na área. A assimetria na rede de interações plantas-beija-flores era esperada e indica que as plantas são mais dependentes dos beija-flores que o contrário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAMCZYK Y.K.S. & M. KESSLER. 2010. Hummingbird diversity, food niche characters, and assemblage composition among along a latitudinal precipitation gradient in the Bolivian lowlands. *Journal Field Ornithology* 151: 615-625.
- ADÁMOLI J. 1981. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados. Discussão sobre o conceito de “Complexo do Pantanal”. Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica. pp. 109-119. Sociedade Brasileira de Botânica, Teresina, Brasil.

- ALMEIDA-NETO M., P. GUIMARÃES, P.R. GUIMARÃES, R.D. LOYOLA & W. ULRICH. 2008. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. *Oikos* 117: 1227-1239.
- ARAUJO A.C. 1996. Beija-flores e seus recursos florais numa área de planície costeira do litoral norte de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas.
- ARAUJO A.C. & M. SAZIMA. 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. & J.F. ORNELAS. 1990. Hummingbirds and their floral resources in a tropical dry forest in Mexico. *Biotropica* 22: 172-180.
- BASCOMPTE J., P. JORDANO, C.J. MELIÁN & J.M. OLESEN. 2003. The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy Sciences* 99: 9383-9387.
- BASCOMPTE J., P. JORDANO & J.M. OLESEN. 2006. Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance. *Science* 312: 431-433.
- BASCOMPTE J. & P. JORDANO. 2007. Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *The Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 38: 567-593.
- BAWA K.S. 1990. Plant-pollinator interactions in Tropical Rain Forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 399-422.
- BRASIL. 1979. Estudo de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Alto Paraguai. Relatório da 1a fase. Brasília-DF.
- BUZATO S., M. SAZIMA & I. SAZIMA. 2000. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic Forest sites. *Biotropica* 32: 824-841.



- CALHEIROS D.F. & W.C. FONSECA JÚNIOR. 1996. Perspectivas de estudos ecológicos sobre o Pantanal. *Embrapa-CPAP*.
- COTTON P.A. 1998. The hummingbird community of a lowland Amazonian rainforest. *IBIS* 140: 512-521.
- COTTON P.A. 2007. Seasonal resource tracking by Amazonian hummingbirds. *IBIS* 149: 135-142.
- DE PAULA J.E., C.A. CONCEIÇÃO & M. MACÊDO. 1995. Contribuição para o conhecimento do Pantanal Passo da Lontra. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30: 583-594.
- DES GRANGES J.L. 1979. Organization of a tropical nectar feeding bird guild in a variable environment. *Living Bird* 17: 199-236.
- DICKS L.V., S.A. CORBET & R.F. PYWELL. 2002. Compartmentalization in plant-insect flower visitor webs. *Journal of Animal Ecology* 71: 32-43.
- DONÁ E.A. 2011. Comunidade de beija-flores e de espécies ornitófilas em dois ambientes na Serra de Maracaju, Mato Grosso do Sul. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- DUPONT Y., D.M. HANSEN, J.T. RASMUSSEN & J.M. OLESEN. 2003. Structure of a plant-flower-visitor network in the high altitude sub-alpine desert of Tenerife, Canary Islands. *Ecography* 26: 301-310.
- FAEGRI K. & VAN DER PIJL. 1980. The principles of pollination ecology. Pergamon Press, Oxford. New York, Toronto. 244 p.
- FARIA R.R & A.C. ARAUJO. 2010. Flowering phenology and pollination of ornithophilous species in two habitats of Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 82: 1-13.

- FEINSINGER P. 1983. Coevolution and pollination In: D. FUTUYMA & M. SLATKIN (eds.). Coevolution, pp. 282-310.
- GRANTSAU R. 1988. Os beija-flores do Brasil. Editora Expressão e Cultura. Rio de Janeiro. 233p
- GUERRINI V. 1978. Bacia do alto rio Paraguai, estudo climatológico. EDIBAP/SAS.
- GUIMARÃES P.R. & P. GUIMARÃES. 2006. Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. *Environmental Modelling and Software* 21: 1512-1513.
- HOWE H.F. & L.C. WESTLEY. 1997. Ecology of pollination and seed dispersal. In: CRAWLEY M.J. (ed.). Plant Ecology. 2<sup>nd</sup> ed. 717pp.
- JORDANO P. 1987. Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. *The American Naturalist* 129: 657-677.
- LEWINSOHN, O.H.N., P.I PRADO, P. JORDANO, J. BASCOMPTE & J.M. OLESEN. 2006. Structure in plant-animal interaction assemblages. *Oikos* 113: 174-184.
- MACDADE L.A. & J.A. WEEKS. 2004. Nectar in hummingbird-pollinated Neotropical Plants I: Patterns of production and variability in 12 species. *Biotropica* 36: 196-215.
- MACHADO C.G., A.G. COELHO, C.S. SANTANA & M. RODRIGUES. 2007. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15: 215-227.
- MACHADO C.G. 2009. Beija-flores (Aves: Trochilidae) e seus recursos florais em uma área de caatinga da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Zoologia* 26: 255-265.

- MALIZILIA L.C. 2001. Seasonal fluctuations of birds, fruits, and flowers in a subtropical forest of Argentina. *Condor* 103: 45-61.
- MESQUITA J.C.L. 2001. Pavimento rígido como alternativa econômica para pavimentação rodoviária, estudo de caso - Rodovia BR-262, Miranda - Morro do Azeite - MS. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.
- MONTGOMERIE R.D. & C.L. GASS. 1981. Energy limitation of hummingbird populations in tropical and temperate communities. *Oecologia* 50: 162-165.
- NEWSTROM L.E. G.W. FRANKIE & H.G. BAKER. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26: 141-159.
- OLESEN, J.M., J. BASCOMPTE, Y.L. DUPONT & P. JORDANO. 2006. The smallest of all worlds: pollination networks. *Journal of Theoretical Biology* 240: 270-276.
- OLESEN, J.M., J. BASCOMPTE, H. ELBERLING & P. JORDANO. 2008. Temporal dynamics in a pollination network. *Ecology* in press.
- PADOVANI C.R., M.L.L. CRUZ & S.L.A.G. PADOVANI. 2004. Desmatamento do Pantanal brasileiro para o ano 2000. IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, *Embrapa Pantanal*. pp. 1-7.
- PETANIDOU T. & S.G. POTTS. 2006. Mutual use of resources in Mediterranean plant-pollinator communities: how specialized are pollination webs? In: Plant-pollinator Interactions: from Specialization to Generalization (WASER N.M. & J. OLLERTON, eds.). Chicago: University of Chicago Press.

- PETANIDOU T., A.S. KALLIMANIS, J. TZANOPOULOS, S.P. SGARDELIS & J.D. PANTIS. 2008. Long-term observation of a pollination network: fluctuation in species and interactions, relative invariance of network structure and implications for estimates of specialization. *Ecology Letters* 11: 564-575.
- PIACENTINI V.Q. & I.G. VARASSIN. 2006. Interaction network and the relationships between bromeliads and hummingbirds in an area of secondary Atlantic rain forest in southern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 23: 663-671.
- ROCCA A.M. 2006. Recurso floral para aves em uma comunidade de Mata Atlântica de encosta: sazonalidade e distribuição vertical. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas.
- RODRIGUES L.C. 2011. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre: composição de espécies, sazonalidade e rede de interações. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais.
- RODRIGUES L.C. & A.C. ARAUJO. 2011. The hummingbird community and their floral resources in an urban forest remnant in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. no prelo.
- RUSCHI A. 1986. Aves do Brasil. Volumes IV e V. Expressão e Cultura. Rio de Janeiro. 206, 452p.
- SAZIMA I., S. BUZATO & M. SAZIMA. 1995. The Saw-billed Hermit *Ramphodon naevius* and its flowers in southeastern Brazil. *Journal of ornithology* 136: 195-206.
- SAZIMA I., S. BUZATO & M. SAZIMA. 1996. An assemblage of hummingbird-pollinated flowers in a montane forest in Southeastern Brazil. *Acta Botanica* 109: 149-160.

- SAZIMA C., P.R. GUIMARÃES, S.F. REIS & I. SAZIMA. 2010. What makes a species central in a cleaning mutualism network? *Oikos* 119: 1319-1325.
- SILVA L.B., M.A.U. FERNANDES & J.N. NASCIMENTO. 2010. Diversidade de insetos capturados em armadilha Mcphail no Pantanal sul-mato-grossense. *Interbio* 4: 22-30.
- SNOW D.W. & B.K. SNOW. 1986. Feeding ecology of hummingbirds in the Serra do Mar, southeastern Brazil. *El Honero* 12: 286-296.
- STANG M.P., G.L. KLINKHAMER & E. VAN DER MEIJDEN. 2007. Asymmetric specialization and extinction risk in plant-flower visitor webs: a matter of morphology or abundance? *Oecologia* 15: 442-453.
- STILES F.G. 1978. Temporal organization of flowering among the hummingbird food plants of a tropical wet forest. *Biotropica* 10: 194-210.
- TALORA D.C. & L.P.C. MORELLATO. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 13-26.
- VÁZQUEZ D.P. & M.A. AIZEN. 2004. Asymmetric specialization: a pervasive feature of plant-pollinator interactions. *Ecology* 85: 1251-1257.
- VÁZQUEZ D.P., C.J. MELIÁN, N.M. WILLIAMS, N. BLÜTHGEN, B.R. KRASNOV & R. POULIN. 2007. Species abundance and asymmetric interaction strength in ecological networks. *Oikos* 116: 1120-1127.
- WASER N.M. & J. OLLERTON. 2006. Plant-pollinator Interactions: from Specialization to Generalization. Chicago: University of Chicago Press.
- WITTMANN F., & B.T. ZORZI, F.A.T. TIZIANEL, M.V.S. URQUIZA, R.R. FARIA, N.M. SOUSA, E.S. MÓDENA, R.M. GAMARRA & A.L.M. ROSA. 2008. Tree species composition, structure, and aboveground wood biomass of a riparian

forest of the lower Miranda River, Southern Pantanal, Brazil. *Folia Geobot* 43: 397-411.