



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL - PPGBV

Campo Grande-MS
Fevereiro - 2020



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Instituto de biociências
Programa de pós-graduação em Biologia Vegetal



Vivian Akemi Nakamura

Uso de recursos por beija-flores em área urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul

Campo Grande – UFMS
Fevereiro 2020

Vivian Akemi Nakamura

Uso de recursos por beija-flores em área urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal (PPGBV) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Biologia Vegetal.

Prof^a. Dr^a. Andréa Cardoso Araujo

Campo Grande – UFMS
Fevereiro 2020

Ficha Catalográfica

Nakamura Akemi, Vivian
**Uso de recursos por beija-flores em área urbana de Campo Grande, Mato
Grosso do Sul**

/Vivian Akemi Nakamura. –
Campo Grande – 2020.

Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul. Câmpus Campo Grande, 2020.

Orientadora: Dr^a. Andréa Cardoso Araujo

1. Área urbana. 2. ornitofilia. 3. recursos florais. 4. rede de interações. I. Uso de recursos por beija-flores em área urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. II. Universidade Federal de Mato Grosso de Sul – Câmpus Campo Grande.

Banca examinadora

Prof^a. Dr^a. Andréa Cardoso de Araujo
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof^a. Dr^a. Camila Aoki
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

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

Prof. Dr. Franco Leandro de Souza
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Pietro Kiyoshi Mendonça Maruyama
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof^a. Dr^a. Maria Rosangela Sigrist
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
(suplente)

“A educação ambiental é um processo permanente de aprendizagem, de caráter formal e não formal, no qual o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltados à conservação e à sustentabilidade do meio ambiente”.

Dedicatória

Aos meus pais Celso e Maria de Fátima dos S. Nakamura.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a Deus inicialmente porque ele é meu pastor e nada me deixou faltar, e pela força e graça que me passa todos os dias desde o meu amanhecer até meu anoitecer.

Em seguida agradeço toda a minha família por todo amor, apoio e torcida desde o início, sem eles nada disso teria sentido.

Também ao Tomas Willian L. Nogueira por todo conforto, apoio e amor sempre.

Agradeço especialmente a minha querida orientadora, professora doutora Andréa Cardoso Araujo, ela que me aceitou como sua orientada, sempre esteve muito disposta a me auxiliar desde o início do projeto, mas antes disso como professora ainda na graduação nas aulas de ecologia e agora no mestrado me deu muitas dicas para esse trabalho que levarei para o resto da vida. Grande admiração pela mulher que é.

A Karine Munck, que sem ela não teria um rumo no projeto e me inspirou com o seu trabalho, além de amiga, companheira de campo e irmã orientada.

Quero agradecer ao coordenador do Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal professor doutor Flávio Alves Macedo, que nos auxiliou sempre com muito profissionalismo e além disso com muita dedicação em tudo que era necessário, que através de reuniões semanais junto a outros professores da pós e da secretaria, tentam sempre aprimorar o curso para os próximos alunos, técnicos e professores que virão.

Por todos os professores das disciplinas do mestrado e especialmente para os de botânica de campo, quero agradecer todos os envolvidos por todo trabalho e o aprendizado.

À querida professora doutora Maria Rosângela Sigríst que me emprestou com muito amor seus equipamentos para meu trabalho e sempre me deu muitas dicas boas.

Às Professoras Ângela Sartori e Camila Silveira por suas disciplinas e respectivamente pelas identificações das leguminosas e auxílio nas análises das redes.

E agradecimento aos meus colegas de turma que sempre estiveram próximos em todas as circunstâncias, principalmente Jean Varilla, Richard Fernandes pelo apoio em todas as etapas do meu trabalho, Edivaldo Souza pela confirmação de algumas espécies de beija-flores, Pedro Isaac pela ajuda em campo, Bruno Santos e Evaldo Souza pelo auxílio.

Agradeço à banca examinadora pelo aceite ao convite e contribuição ao nosso estudo.

A Capes por me proporcionar a bolsa de auxílio para essa pesquisa.

E a todos que se sentirem colaboradores para a realização desse meu grande sonho e mais uma etapa da minha vida, meu muito obrigada!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil

Este trabalho será submetido em forma de artigo para a revista a Plant Species Biology.

SUMÁRIO

Resumo.....	1
Abstract.....	2
Introdução.....	3
Material e métodos.....	5
Resultados.....	8
Discussão.....	11
Considerações finais.....	16
Referências bibliográficas.....	17
Tabela.....	24
Legenda de figuras.....	25
Figuras.....	26

Oferta de recursos para beija-flores em área urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul

Vivian Akemi Nakamura¹ & Andréa Cardoso Araujo²

¹Laboratório de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Brasil.

²Laboratório de Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Brasil.

Correspondência: Vivian Nakamura. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de pós-graduação em Biologia Vegetal. Cidade Universitária, Av. Costa e Silva - Pioneiros, Campo Grande, 79070-900, Brasil.

E-mail: vivinaka6@gmail.com.

Informação de financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES). 88882.461308/2019-01

Resumo: Apesar da importância de parques e remanescentes de vegetação para a manutenção da fauna em áreas urbanas, pouco ainda se conhece sobre as interações entre beija-flores e plantas nesses locais. Os beija-flores são os principais vertebrados polinizadores das Américas, contribuindo para o sucesso reprodutivo de diversas espécies vegetais. O objetivo geral desse estudo foi avaliar as interações entre beija-flores e as plantas que utilizam como recurso em áreas verdes de Campo Grande. Foram registradas um total de 63 interações incluindo seis espécies de beija-flores e 24 espécies de plantas floridas. Fabaceae e Bignoniaceae foram as famílias mais representativas, com sete e cinco espécies visitadas, respectivamente. A maioria das espécies visitadas (75%) é nativa e comum na ornamentação urbana. A rede de interações foi modular ($Q = 0,481$, $\Delta = 0,226$), com conectância ($C = 0,429$) e especialização ($H_2' = 0,532$) medianas e estrutura aninhada ($wNODF = 25,941$). *Bauhinia variegata*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Inga edulis*, *Prestonia tomentosa* e *Psiguria ternata*, juntamente com o beija-flor *Eupetomena macroura* foram as espécies mais centrais na rede. Houve diferença significativa entre módulos quanto à coloração e ao comprimento de corola das espécies de plantas. No período seco registramos maior quantidade de recursos florais e maior número de visitas. As áreas verdes de Campo Grande fornecem recursos que favorecem a permanência de beija-flores na cidade ao longo do ano, sendo as espécies nativas não ornitófilas importantes recurso. As informações apresentadas aqui podem ser úteis para o entendimento dos processos estruturadores e o funcionamento de comunidades em áreas modificadas antropicamente.

Palavras-chave: Área urbana; ornitofilia; recursos florais; rede de interações.

Abstract: Despite the importance of parks and vegetation remnants for maintaining the fauna in urban areas, little is known about the interactions between flowers and hummingbirds in the cities. Hummingbirds are the main vertebrate pollinators in the Americas, contributing to the reproductive success of several plant species. The objective of this study was to evaluate the interactions between hummingbirds and the flowers they use as resources in green areas of Campo Grande, Brazil. We recorded a total of 63 interactions between six hummingbirds and 24 flowering plants. Fabaceae and Bignoniaceae were the most representative families, with seven and five species visited, respectively. Most of the visited species (75%) are native and common in urban ornamentation. The network of interactions was modular ($Q = 0.481$, $\Delta = 0.226$), with intermediate connectivity ($C = 0.429$ and specialization ($H2' = 0.532$) and nested structure ($wNODF = 25.941$). The species *Bauhinia variegata*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Inga edulis*, *Prestonia tomentosa* and *Psiguria ternata*, along with the hummingbird *Eupetomena macroura* were the most central species in the network. In the dry period we recorded greatest amount of floral resources and highest number of visits. The green areas within the municipality of Campo Grande offer supplies that favor the permanence of hummingbirds in the city throughout the year, with native non-ornithophilous species characterized as important resources. The information here presented can be useful for understanding the structuring processes and the functioning of anthropically modified communities.

Key words: Urban area; ornithophily; floral resources; interaction network.

Introdução

Nos últimos anos, devido à perda de vegetação e redução na disponibilidade de recursos, tem sido detectado o declínio das populações de muitos polinizadores em áreas naturais e agrícolas de todo o mundo (González-Varo et al., 2013). Apesar da maioria das plantas floridas dependerem de animais para efetivar sua polinização (Ollerton, Winfree, & Tarrant, 2011), pouco ainda se conhece sobre as interações entre plantas e polinizadores em áreas urbanas (Baldock et al., 2015).

A urbanização tem como principais consequências a modificação de habitats, a alteração em parâmetros populacionais de espécies nativas e sua substituição por espécies exóticas (Marcon, 2016; Mendonça & Anjos, 2005). Tendo em vista que a composição florística de um local pode muitas vezes determinar as espécies de polinizadores que ali ocorrem (Cariveau & Winfree, 2015), a substituição de plantas nativas por espécies ornamentais exóticas tem efeitos pouco conhecidos sobre as interações e o sucesso de polinização dessas espécies em áreas urbanas. Esses efeitos já vêm sendo avaliados para interações plantas-polinizadores em ecossistemas naturais (McNeely, Mooney, & Neville, 2001), mas em áreas urbanas é assunto ainda pouco estudado (Maruyama et al., 2019; Nascimento et al., 2020). A introdução de plantas ornamentais pode tanto resultar em competição com espécies nativas, quanto representar fonte adicional de recursos para a fauna antófila, incrementando a atratividade dessas áreas para algumas espécies (Maruyama et al., 2019). Áreas verdes urbanas podem atuar como importantes refúgios para polinizadores, ofertando sítios de forrageamento, abrigo e nidificação para esses visitantes (Hall et al., 2017). Essas áreas têm importante papel na oferta de recursos e na manutenção das populações desses animais (Benites et al., 2014).

Beija-flores (Trochilidae) são as aves mais especializadas por suas características morfológicas e fisiológicas na utilização de néctar (Stiles 1981), sendo importantes polinizadores de muitas espécies em ambientes tropicais. São exclusivos das Américas, com cerca de 328 espécies conhecidas, das quais 84 ocorrem no Brasil, país que abriga uma das maiores riquezas dessa família (Mendonça & Anjos, 2003; Sick, 1997). Utilizam flores de plantas ornitófilas e não ornitófilas em proporções variáveis, sendo que em muitos locais as espécies

vegetais não ornitófilas e exóticas representam proporção significativa na dieta dessas aves (Araujo & Sazima, 2003; Rodrigues & Araujo, 2011). Esse resultado vem sendo relacionado a fatores como a baixa disponibilidade de recursos nativos, a competição e a irregularidade na oferta de flores ornitófilas ao longo do ano (Machado, Coelho, & Santana, 2007; Machado, 2009; Rocca & Machado, 2010). Estudos em áreas urbanas apontam que grande parte das espécies de plantas visitadas por beija-flores são não ornitófilas, com predomínio de espécies exóticas (Marcon, 2016; Mendonça & Anjos, 2005). E que os troquilídeos mais comuns nesses ambientes são espécies de ampla distribuição e generalistas, utilizando grande variedade de recursos florais (Barbosa-Filho & Araujo, 2013; Mendonça & Anjos, 2005; Rodrigues & Araujo, 2011).

Apesar da carência de estudos sobre esse tema em áreas verdes urbanas, as redes de interação entre beija-flores e plantas já avaliadas têm demonstrado baixa especialização e modularidade, o que vem sendo relacionado à ausência de espécies especialistas na comunidade (Maruyama et al., 2019). Por outro lado, em remanescentes de vegetação e em áreas mais preservadas, as redes normalmente apresentam estrutura aninhada, assimétrica e maiores valores de especialização e modularidade (Bogiani 2012; Rodrigues & Araujo, 2011). Isso é relacionado ao fato de que as espécies visitantes apresentam características morfológicas, como maior variação em comprimento de bico e comportamentais, como a presença de diferentes estratégias de forrageamento, que propiciam maior especialização (Bogiani, 2012) e, portanto, menor sobreposição de nichos. Assim, redes modulares tendem a ser mais especializadas que as não modulares, e os atributos morfológicos e comportamentais das espécies que compõe a rede podem auxiliar na previsão da conformação desses módulos (Danieli-Silva et al. 2012).

O entendimento de como os animais polinizadores respondem à urbanização, incluindo a forma como utilizam os recursos florais disponíveis nas áreas verdes das cidades, é assunto ainda pouco estudado. Dessa forma, neste estudo buscamos entender as interações entre beija-flores e flores em ambientes modificados pela ação antrópica no município de Campo Grande, uma das três cidades brasileiras reconhecidas pela Tree Cities of the World em função do gerenciamento de árvores e florestas urbanas (Fundação *Arbor Day*, 2020). Para o município existem algumas informações disponíveis sobre essas interações em

remanescentes de vegetação, mas nada se conhece sobre esse aspecto em áreas verdes (praças e parques urbanos) das cidades. Neste estudo investigamos as interações entre beija-flores e as plantas que utilizam como recurso em áreas verdes no perímetro urbano de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Com base nesses dados elaboramos uma rede de interações quantitativa avaliando sua estrutura (modularidade, aninhamento e especialização) e os papéis desempenhados pelas diferentes espécies componentes. Os objetivos foram (1) identificar as espécies de beija-flores e as plantas utilizadas como recurso em áreas verdes do município de Campo Grande; (2) avaliar a distribuição de recursos florais, a ocorrência e o comportamento de beija-flores ao longo do ano; (3) descrever a estrutura da rede de interações beija-flor-planta, avaliando a configuração dos módulos formados, bem como o papel desempenhado por beija-flores e plantas e (4) avaliar se a conformação de módulos está relacionada com os atributos morfológicos e/ou recursos oferecidos (volume e/ou concentração de açúcares no néctar) pelas flores. Tendo em vista que a polinização é um processo que pode ser afetado pela urbanização, esperamos que nas áreas verdes de Campo Grande ocorram muitas espécies de plantas exóticas, comumente utilizadas em ornamentação urbana, e espécies de beija-flores típicas do Cerrado, ecossistema no qual o município está inserido. Esperamos ainda que esses beija-flores sejam generalistas no uso de recursos, visitando flores com ampla variedade de morfologias. Além disso, esperamos maior riqueza de espécies de beija-flores no período de maior abundância de flores. Dada a expectativa de que os beija-flores na área urbana apresentem comportamento generalista, se alimentando das flores disponíveis, esperamos que a rede apresente baixa especialização e modularidade. E que os módulos formados agrupem espécies de plantas com morfologias e/ou recompensas em néctar semelhantes, ajustadas à morfologia dos beija-flores reunidos nos mesmos módulos.

Material e métodos

O município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, ocupa área de 8.092,951 km² da qual cerca de 154 km² (cerca de 1,9%) constitui o espaço urbanizado. Cerca de 30% do espaço urbanizado é representado por remanescentes de Cerrado, incluindo fisionomias de savana arbórea densa e aberta, savana parque e savana gramíneo lenhosa (campo limpo), além de áreas representadas pelo contato savana/floresta estacional e áreas de formações antrópicas (Semadur, 2010). O município apresenta arborização de vias públicas de 96,3% (IBGE, 2018), sendo considerada uma das capitais mais bem arborizadas do Brasil, com Índice de Área Verde (IAV) de 74m² por habitante (Pestana, Alves, & Sartori, 2011).

A coleta de dados foi realizada mensalmente entre junho de 2018 e maio de 2019 em cinco praças e parques, localizados no município: *campus* da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Parque das Nações Indígenas, Parque Ayrton Senna, Itanhangá Parque e Via Parque. Essas áreas, daqui em diante chamadas de “áreas verdes”, foram selecionadas conforme a facilidade de acesso e por apresentarem natureza antropizada, ou seja, vegetação esparsa entremeada a superfície impermeável (edificações e ruas). Em todos os locais foi estabelecido um transecto que variou de 0,36 km (Itanhangá Park) a 2 km (Parque das Nações Indígenas) de extensão, de acordo com a área dos locais (Fig. 1). Esses transectos foram pré definidos com o auxílio de um mensurador digital e percorridos uma vez por mês. Todas as plantas floridas encontradas dentro do transecto foram registradas e tiveram o número de flores abertas contabilizadas. Para os indivíduos maiores que 3m de altura e com grande quantidade de flores na copa, o total de flores produzidas foi estimado através da contagem de flores em um ramo e posterior multiplicação pelo total de ramos na planta.

As espécies de plantas visitadas pelos beija-flores foram categorizadas como exóticas ou nativas (conforme Flora do Brasil, 2020) e classificadas quanto ao hábito em: arbóreas, arbustivas, trepadeiras, lianas e epífitas (Guedes-Bruni, Morim, & Lima, 2002). Para avaliar a variação na oferta de flores ao longo do período de estudo, utilizamos o índice de intensidade da floração de Fournier, com quatro categorias: 0 = 0%; 1 = 1-25 %; 2 = 26-50% ; 3 = 51-75%, e 4=76-100% de flores (Fournier, 1974). O índice foi calculado através da soma dos valores de intensidade obtidos para todos os indivíduos de cada espécie, posteriormente dividindo-se pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por

quatro). Esse valor obtido foi então multiplicado por 100, para transformá-lo em percentual. Não houve acompanhamento individual das mesmas plantas ao longo do período de estudo, mas somente o registro de flores disponíveis naqueles indivíduos que estavam floridos a cada mês em cada área de amostragem, a fim de definir a oferta de recursos para os beija-flores ao longo do ano. Para avaliar se o número de espécies de beija-flores (variável resposta) variava em função da riqueza de espécies floridas e da abundância de flores (variáveis explicativas) foi feita uma análise de regressão

Os tipos florais foram classificados como: prato, campânula, goela, pincel, tubo ou câmara (Faegri & van der Pijl, 1976). Além disso, a coloração predominante das flores, a percepção e o tipo de odor (classificado pelo observador em agradável, não agradável ou imperceptível, cf. Raguso & Gottsberger, 2017) foram registrados em campo. As cores predominantes da corola foram classificadas em branca (inclui branco, creme, esverdeado), vermelha (vermelha, laranja, rosa), amarela ou azul (azul e roxo), de acordo com Carvalheiro et al. (2014). Flores foram coletadas, fixadas em FAA (álcool-formalina-ácido acético) por 24 a 48 horas e depois lavadas e conservadas em álcool 70% (Johansen, 1940) para o registro do comprimento total e do diâmetro de abertura da corola em laboratório, com o auxílio de paquímetro.

O volume de néctar disponível para os visitantes no momento da amostragem (*nectar standing crop*) foi registrado com o auxílio de microseringa graduada, e a concentração de solutos medida com o auxílio de refratômetro de bolso (Dafni, 1992). Essas medidas foram tomadas em pelo menos sete flores por espécie. Com base em todas essas características citadas acima, as plantas foram classificadas em síndromes de polinização (Faegri & Van Der Pijl, 1976), de modo a avaliar como os beija-flores utilizam as flores associadas a diferentes tipos de polinizadores. Além disso, essas informações foram utilizadas para avaliar se houve agrupamento de plantas e beija-flores com características similares nos módulos formados (veja abaixo). Exemplares de todas as espécies de plantas visitadas por beija-flores foram coletados e depositados no Herbário CGMS, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Para o registro das visitas de beija-flores, mensalmente foram realizadas observações focais em todas as áreas, tanto no período da manhã como no da tarde das 7:00 – 11:00h; 13:00 – 18:00h. Cada indivíduo florido presente nos transectos

foi observado à vista desarmada ou com o auxílio de binóculos por, no mínimo, 40 minutos. Os beija-flores visitantes foram classificados como potenciais polinizadores quando contatavam as estruturas reprodutivas da flor durante suas visitas, ou pilhadores quando o acesso ao néctar ocorria sem haver o contato (Rocca & Machado, 2010). A identificação dos beija-flores foi confirmada com o auxílio de bibliografia (Grantsau, 1989), registros fotográficos e/ou auxílio de especialistas.

A frequência de visitas foi calculada utilizando o número de flores visitadas/total de flores observadas/tempo de observação. Tendo em vista que redes mutualísticas e antagonísticas podem apresentar diferenças estruturais, neste estudo incluímos somente visitas com potencial em resultar em polinização (i.e., aquelas em que havia contato do beija-flor com as estruturas reprodutivas das flores) nas análises das métricas de rede. Com base nesses dados foi construída uma matriz de incidência com as espécies de plantas nas linhas e as de beija-flores nas colunas.

A partir dessa matriz foram calculadas as métricas em nível de rede: conectância, especialização ($H2'$), modularidade (Q_b) e aninhamento (Beckett, 2016; Olesen, Bascompte, & Dupont, 2007). A conectância é uma medida de generalização da rede, indicando qual proporção de interações efetivamente ocorre, dentre todas as interações que poderiam ocorrer, e é expressa pela razão entre o número de interações realizadas e potenciais. A especialização da rede ($H2'$) descreve se as espécies componentes restringem suas interações daquelas esperadas aleatoriamente com base na disponibilidade de parceiros (Blüthgen, 2010). O índice $H2'$ varia de 0 (extrema generalização) a 1 (alta especialização). O aninhamento avalia o quanto as interações de espécies especialistas representam subconjuntos das interações das espécies generalistas da rede (Bascompte & Jordano, 2007). Finalmente, a modularidade avalia a ocorrência de subconjuntos de espécies que interagem mais entre si do que com os demais componentes da rede (Olesen et al., 2007; Maruyama et al. 2014; Araujo et al., 2018).

Além dessas métricas em nível de rede, foram calculadas métricas em nível de espécie. A especialização (d') avalia o quanto a frequência de interações de uma dada espécie difere em relação à disponibilidade de parceiros de interação na rede. O índice varia de 0 a 1, com maiores valores indicando maior especialização. A força de interação (f_i) é uma medida quantitativa das interações entre os animais

e as plantas, e é avaliada através da frequência de visitas às flores. Tem sido demonstrada correlação positiva entre a força de interação e a contribuição dos animais para o sucesso reprodutivo das plantas com as quais interagem (Vázquez et al., 2005). Além disso, usamos dois índices para avaliar a centralidade em nível de espécie: a conectividade entre módulos (c) e o grau dentro de módulos (z). Os valores de corte para c e z foram definidos através de modelos nulos baseados em nosso conjunto de dados, calculando a média dos valores críticos obtidos para as plantas e animais ($c = 0,70$, $z = 1,66$). De acordo com esses valores as espécies foram classificadas em: eixos de rede ($c \geq 0,70$ e $z \geq 1,66$), eixos de módulo ($c < 0,70$ e $z \geq 1,66$), conectoras ($c \geq 0,70$ e $z < 1,66$) ou periféricas ($c < 0,70$ e $z < 1,66$) (modificado de Olesen et al., 2007).

Todas as análises foram realizadas utilizando o pacote bipartite, do Programa R (R Core Team, 2016) e a representação gráfica da rede, utilizando o Programa Pajek (Program for Large Network Analysis – Batagelj & Mrvar, 1998). Por fim, foi feita uma análise de contingência para avaliar a diferença entre módulos quanto às características das espécies de plantas componentes (cor, tipo e comprimento da corola, hábito, síndrome e origem – nativa ou exótica). Para essa análise o comprimento da corola foi classificado em curto $\leq 25\text{mm}$ ou longo $>25\text{mm}$ (Buzato, Sazima, & Sazima, 2000).

Resultados

Plantas:

Foram registradas 63 interações de beija-flores com 24 espécies e 41 indivíduos de plantas, distribuídas em 14 famílias e 21 gêneros (Tab. 1). A maioria das espécies vegetais apresentou hábito arbóreo e é nativa do Brasil (75%). Fabaceae e Bignoniaceae foram as famílias com maior número de espécies visitadas (sete e cinco, respectivamente). As demais foram representadas por apenas uma espécie (Tab. 1).

O tipo floral mais comum foi o tubular (29%), seguido por goela (21%), prato (17%), estandarte (13%), pincel (12%) e campânula (8%). Flores de coloração vermelha (52%) e creme (52%) foram as mais frequentemente encontradas, e 62% das espécies apresentaram flores com odor agradável. Apenas

nove espécies visitadas (37,5%) pelos beija-flores apresentaram flores com características ornitófilas, as demais espécies apresentaram flores com características relacionadas à polinização por insetos como abelhas e borboletas (Tab. 1). *Strelitzia reginae* foi a espécie com maior comprimento total de corola ($15,2 \pm 1,6$ cm), *Spathodea campanulata* a espécie que produziu maior volume ($71,8 \pm 44,6$ µl) e *Bauhinia variegata* a que apresentou maior concentração de solutos ($31,0 \pm 6,1$ %) no néctar (Tab. 1, Fig. 2a-c).

Ao longo de todos os meses de amostragem foram registradas espécies floridas visitadas por beija-flores nas áreas estudadas, mas o maior número de espécies vegetais, bem como a maior intensidade de floração (Fournier, 1974), ocorreram em abril e entre julho a outubro (Fig. 3), coincidindo com o período mais seco do ano, seguido por períodos com aumento da precipitação no início da primavera (Fig. 4). *Bauhinia variegata*, *Holmskioldia sanguinea*, *Inga edulis* e *Malaleuca citrina* (Fig. 2c-e) foram as espécies que floresceram por períodos mais longos (seis a oito meses).

Beija-flores:

Foram registradas sete espécies de beija-flores pertencentes à subfamília Trochilinae: *Amazilia fimbriata* Gmelin, 1788; *Anthracothorax nigricollis* Vieillot, 1817; *Chlorostilbon lucidus* Shaw, 1812; *Eupetomena macroura* Gmelin, 1788; *Helimaster furcifer* Shaw, 1812; *Hylocharis chrysura* Shaw, 1812 e *Thalurania furcata* Gmelin, 1788 (Fig. 5a - g). Entretanto, *A. fimbriata* não foi registrado em visita às flores de nenhuma espécie nas áreas de estudo. Os visitantes mais frequentes foram *Eup. macroura*, *Chl. lucidus* e *Hyl. chrysura* (Fig. 5c, f e g), e visitaram 18, 18 e 14 espécies de plantas, respectivamente (Fig. 6).

Assim como o apontado para a floração das plantas, foram registrados beija-flores ao longo de todo o ano, com maior riqueza entre os meses de junho a outubro, no período mais seco. Em outubro, as sete espécies de beija-flores foram avistadas (Fig. 6). *Eupetomena macroura* foi registrada em todos os meses e foi a espécie que apresentou o maior número de interações antagonistas (18 vezes), seguido por *Chl. lucidus* (6), *Hyl. chrysura* (5), *Tha. furcata* (5), *Ant. nigricollis* (2). Essas interações foram observadas quando os beija-flores defendiam territórios de alimentação, impedindo o acesso de outros indivíduos aos recursos

florais disponíveis (Fig. 6). Não houve efeito do número de espécies floridas ($r^2 = 0,283$; $p = 0,075$;) e nem da abundância de flores ($r^2 = 0,260$; $p=0,089$) sobre a riqueza de espécies de beija-flores registradas ao longo do ano nas áreas verdes estudadas. Maior riqueza de espécies de beija-flores visitantes foi registrada nas plantas não-ornitófilas com elevado número de flores e picos rápidos de floração intensa, como *Ceiba speciosa*, *Handroanthus heptaphyllus* e *Machaerium hirtum*; em espécies que floresceram por longos períodos, como *I. edulis*; mas também em algumas espécies ornitófilas com poucas flores, como *Psiguria ternata* e *Delonix regia* (Fig. 6)

De modo geral, a maioria das visitas foi legítima, havendo contato dos beija-flores com as estruturas reprodutivas das flores. Em alguns casos o contato das anteras e estigmas ocorreu somente em algumas visitas, como nas registradas para *Tha. furcata* em *Cei. speciosa*. De modo semelhante, em *Bauh. variegata*, *Hand. albus*, *Hand. heptaphyllus*, *Tabe. aurea* e *Tabe. roseoalba*, os beija-flores contatavam as estruturas florais em algumas visitas, e em outras atuavam como pilhadores, perfurando a corola para acessar o néctar. Assim, esses beija-flores foram considerados polinizadores ocasionais dessas espécies. Em *Mach. amplum*, *Mach. hirtum*, *Vata. macrocarpa* (Fabaceae) e *Voch. tucanorum* (Vochysiaceae) os beija-flores sempre visitavam as flores sem contatar as estruturas reprodutivas, mas sem danificar as flores, ao passo que em *Spath. campanulata* (Bignoniaceae) as flores eram perfuradas para acessar o néctar, de modo que as visitas também não resultavam em polinização. Dessa forma, os beija-flores foram considerados pilhadores dessas cinco espécies de plantas, e essas interações não foram incluídas nas análises das métricas da rede de interações.

Rede de interações beija-flores e plantas

A rede de polinizadores foi composta por 19 espécies vegetais e seis espécies de beija-flores. *Chlorostilbon lucidus* e *E. macroura* foram as aves que visitaram mais espécies (18 cada uma), seguidos de *Hyl. chrysura* (14), *Hel. furcifer* (5), *Tha. furcata* (5) e *Ant. nigricollis* (3) (Fig.7). *Eupetomena macroura* ($f_i = 7,58$) e *Chl. lucidus* ($f_i = 4,67$) apresentaram os maiores valores de força de interação. Quanto às espécies de plantas, *Bau. variegata* ($f_i = 0,58$), *Cei. speciosa* ($f_i = 0,97$), *Ing. edullis* ($f_i = 1,03$) e *Han. heptaphyllus* ($f_i = 1,17$) foram as que apresentaram maiores valores de força de interação (Fig.7A). A maioria das

espécies de plantas apresentou baixos valores de especialização (d' médio plantas = 0,1789), variando de 0,0 (*Strelitzia reginae*) a 0,7586 (*Holmskioldia sanguinea*). Os beija flores apresentaram valores de especialização em média mais altos (d' médio beija-flores = 0,3297), variando entre 0,123 (*Chl. lucidus*) e 0,51 (*Tha. furcata*), mas ainda assim indicando especialização baixa-moderada.

A rede foi aninhada ($wNODF = 25,941$), modular ($Q = 0,481$, $\Delta = 0,226$) e apresentou valores moderados de conectância ($C = 0,429$) e especialização ($H_2' = 0,532$) (Tab.3). Foram detectados cinco módulos, compostos por uma ou duas espécies de beija flores e duas a seis espécies de plantas (Fig. 7). A coloração (Coeficiente de contingência $C = 0,79$ e Coeficiente de Cramer $V = 0,75$, $p = 0,021$) e o comprimento da corola ($C = 0,57$ e $V = 0,70$, $p = 0,05$) diferiram significativamente entre módulos. Dessa forma, nos módulos um, quatro e cinco predominaram flores de coloração branca, no módulo dois predominaram flores vermelhas e no três, flores de coloração rosa. Quanto ao comprimento da corola, somente no módulo quatro predominaram flores de corola curta, nos demais módulos as flores foram em sua maioria longas, i.e., $>25\text{mm}$ (Fig. 8).

De acordo com os valores de c e z , não foram detectadas espécies que atuaram tanto como conectoras entre módulos e eixos de módulo (super-generalistas) na rede de interações. A maioria das espécies foi periférica (i.e., apresentou baixos valores de c e z) e somente duas espécies de beija flores (*Chl. lucidus*, *Eup. macroura*) e cinco espécies de plantas (*Pre. tomentosa*, *Han. heptaphyllus*, *Pis. ternata*, *Ing. edulis* e *Bau. variegata*) atuaram como conectoras ($c > 0,70$), ligando espécies alocadas em diferentes módulos (Figs. 7B e 9).

Discussão

As áreas verdes amostradas no município de Campo Grande fornecem recursos ao longo de todo o ano para os beija-flores que habitam a cidade. Essas plantas são, em sua maioria, adaptadas à polinização por outros grupos de animais, corroborando com o que vem sendo reportado em outros estudos que sugerem que beija-flores podem ser bastante generalistas no uso de recursos florais, incluindo proporções variáveis de espécies não ornitófilas em sua dieta (Araujo & Sazima 2003; Barbosa-Filho & Araujo, 2013; Fonseca, Vizentin-Bugoni, & Rech, 2015;

Machado, 2014; Maruyama et al., 2013; Mendonça & Anjos, 2005; Rodrigues & Araujo, 2011, mas veja Maruyama et al., 2019).

Em áreas antropizadas tem sido registrado predomínio do uso de espécies arbóreas e exóticas como recurso por beija-flores (Marcon, 2016; Mendonça & Anjos, 2005). Isso pode ser explicado pelo fato de na arborização de parques, praças e vias, o uso de espécies arbóreas e exóticas ser mais frequente. Essa preferência pode se dar por arbóreas apresentarem, em geral, período de vida longo, persistência das folhas, alta velocidade de crescimento, maior altura do fuste (permitindo o melhor deslocamento nas vias), facilidade de manejo e maior arranjo das copas propiciando sombreamento. As exóticas são, muitas vezes, selecionadas pela beleza, atratividade das flores e facilidade na produção de mudas (Santos & Teixeira, 2001). Apesar do uso de espécies exóticas ser comum na arborização urbana, nas áreas estudadas em Campo Grande registramos maior número de espécies nativas sendo utilizadas pelos beija-flores, com destaque para representantes das famílias Fabaceae e Bignoniaceae, assim como registrado em outros estudos realizados em áreas verdes (Maruyama et al., 2019) e fragmentos de vegetação (Rodrigues & Araujo, 2011; Machado, 2012) em cidades. Espécies dessas famílias além de muito frequentes no Cerrado (Pestana et al., 2011; Seleme & Sartori, 2009), são comumente utilizadas em ornamentação urbana no Brasil (Agostini & Sazima, 2003; Nishida, Naide, & Pagnin, 2014). A predominância de espécies nativas sendo utilizadas por beija-flores na área urbana de Campo Grande pode ser reflexo do incentivo ao plantio dessas espécies pela administração do município (Semadur, 2010).

Das 24 espécies de plantas visitadas, oito (*Pre. tomentosa*, *Han. heptaphyllus*, *Psi. ternata*, *Bau. variegata*, *Del. regia* *Ing. edulis*, *Mac. hirtum* e *Cei. speciosa*) caracterizam os recursos mais importantes para a comunidade de beija-flores estudada, devido ao elevado número de espécies que visitam suas flores e/ou à elevada frequência de visitas por uma ou mais espécies. Essas plantas são comumente encontradas em áreas urbanas e algumas já foram registradas como visitadas por beija-flores em outras localidades do Brasil (Marcon, 2016; Mendonça & Anjos, 2005; Rodrigues & Araujo, 2011; Shepherdson, 2018). Além disso, essas espécies têm flores com morfologia que facilita o acesso das aves ao néctar disponível, apresentam grande quantidade de flores e/ou florescem por períodos prolongados.

A maioria das espécies visitadas pelos beija-flores floresceu no fim da estação chuvosa e durante a estação seca, de modo semelhante ao registrado em outros estudos em áreas de Cerrado (Araujo & Sazima, 2003; Barbosa-Filho & Araujo, 2013; Maruyama, Oliveira, & Ferreira, 2013). Esse padrão pode ocorrer devido à maior quantidade de chuvas nos meses anteriores a seca, favorecendo a maior produção de flores na estação seguinte. Além disso, a urbanização pode ter efeitos sobre a variação de temperatura, umidade, disponibilidade de oxigênio e incidência de luz solar (Li, Stucky, & Deck, 2019; Neil & Wu, 2006), fatores que afetam diretamente a germinação de sementes, o desenvolvimento e a fenologia das plantas. Dessa forma, a disponibilidade de flores e frutos pode ser alterada, com possíveis consequências sobre o comportamento e a competição entre polinizadores e dispersores (Carlos, 2017). Em períodos com maior produção de flores poderia ser esperado um aumento na abundância e riqueza de troquilídeos na área urbana (Rodrigues & Araujo, 2011). Entretanto, não detectamos efeito da riqueza e nem da abundância de flores sobre o número de espécies de beija-flores visitando essas flores, o que sugere que algumas dessas espécies encontradas na área urbana de Campo Grande provavelmente são residentes, por persistirem na maioria dos meses, independentemente da variação na disponibilidade de recursos.

O número de espécies de beija flores registrado nesse estudo é maior do que o reportado para capões e mata ciliar no Pantanal (Araujo & Sazima, 2003; Bogiani, 2012) e similar ao encontrado em outros fragmentos urbanos do Cerrado (Barbosa-Filho & Araujo, 2013; Machado, 2014; Rodrigues & Araujo, 2011). Todas as espécies encontradas neste estudo são comuns no Cerrado e apresentam ampla distribuição no Brasil (Araujo & Sazima, 2003; Barbosa-Filho & Araujo, 2013; Fonseca et al., 2015; Machado, 2014; Maruyama et al., 2018; Mendonça & Anjos, 2005; Rodrigues & Araujo, 2011). São ainda generalistas no uso de recursos florais e geralmente ocorrem em áreas abertas, bordas de mata e no dossel de florestas (Machado et al., 2007; Machado & Oliveira, 2015).

Flores de coloração vermelha, formato tubuloso e alta quantidade de néctar são associadas à polinização por beija-flores (Faegri & van der Pijl, 1976). Na área urbana de Campo Grande, somente 25% das espécies de plantas visitadas por beija-flores apresentam essas características. Ainda que muitas das espécies visitadas pelos beija-flores apresentem características associadas a outros grupos

de polinizadores (principalmente abelhas), a maioria das espécies não ornitófilas foi visitada legitimamente pelos beija-flores, de modo que essas aves podem estar atuando como polinizadores ocasionais dessas plantas.

A alta frequência de espécies não ornitófilas utilizadas como recurso pelos beija-flores pode estar relacionada não só a baixa riqueza de plantas ornitófilas, mas também a alta diversidade das não ornitófilas nas áreas estudadas (Maruyama et al. 2013). Além disso, a baixa oferta de recursos ornitófilos em determinadas estações do ano na paisagem urbana (Machado, 2012; Mantovani & Martins, 1988; Maruyama, 2011), bem como a dominância de espécies de beija-flores territorialistas, podem levar as outras espécies a se tornarem mais generalistas na busca de alimento (Feinsinger, 1983).

Características das flores como a morfologia e o tamanho da corola; e dos beija-flores, como massa (que se relaciona à dominância) e comprimento de bico, podem também explicar a partilha no uso de recursos por beija-flores (Mendonça & Anjos, 2005). *Strelitzae reginae* e *Canna indica*, que são espécies ornitófilas, foram visitadas apenas por *Eup. macroura*, enquanto *H. sanguinea* foi visitada apenas por *Tha. furcata*. Essas duas espécies de beija-flores são territorialistas (Maruyama, Vizentin-Bugoni, & Dalsgaard, 2015) e impediam o acesso de outros beija-flores às flores em seus territórios. Por outro lado, espécies não ornitófilas e de corola mais curta, como *Ser. ovalifolia* e *Cor. sellowiana*, oferecem menor quantidade de recursos e foram utilizadas apenas por espécies menores e mais generalistas, como *Chl. lucidus* e *Hyl. chrysura*, de modo semelhante ao encontrado por Barbosa-Filho & Araujo, (2013).

Embora *Eup. macroura* e *Tha. furcata* tenham apresentado comportamento antagonista com maior frequência, todos os beija-flores apresentaram esse comportamento em algum momento, defendendo territórios e brigando pelos recursos florais disponíveis. *Eupetomena macroura* apresentou ao longo do ano todo maior frequência desse comportamento, assim como já relatado em outros trabalhos (Machado, 2012; Machado, 2014). Esse comportamento foi observado não só em relação à outras espécies de beija-flores, mas também em relação à outras aves e abelhas que tentavam visitar flores em seu território. Conforme mencionado acima, a maior massa corporal de *Eup. macroura* em relação a de outros beija-flores da área de estudo podem explicar a agressividade e dominância sobre as espécies menores, mesmo que estas também disputem os

recursos florais com comportamento antagonístico (Mendonça & Anjos, 2005; Rocca & Machado, 2010).

A rede de interações beija-flor-planta foi aninhada, havendo um grupo de espécies que concentra a maioria das interações (as plantas *Bau. variegata*, *Cei. speciosa*, *Ing. edulis* e *Han. heptaphyllus* e os beija-flores *Chl. lucidus* e *Eup. macroura*). Essas apresentaram grande número de interações entre si, com alta força de interação, mas também interagiram com espécies mais especialistas da rede como, por exemplo, o beija-flor *Ant. nigricollis* em flores de *Han. heptaphyllus*. Houve ainda dissimilaridade relativa na dependência dentro do par de espécies participantes de uma interação. Ou seja, em alguns casos uma dada espécie de beija-flor depende mais da interação com uma espécie de planta do que o contrário, e vice-versa. Essa assimetria encontrada na rede estudada é comum em redes mutualistas de plantas-polinizadores (Bascompte & Jordano, 2007). A estrutura aninhada e especialização assimétrica são características que fornecem à comunidade maior resistência a perturbações, favorecendo a coexistência de espécies a longo prazo (Bascompte & Jordano, 2007).

Os valores moderados tanto de conectância, quanto de especialização da rede são semelhantes aos registrados para outras redes de interação beija-flor-planta (Bogiani, 2012; Jordano, 1987). No caso desse estudo, a conectância moderada pode ser atribuída ao fato de terem sido incluídas diferentes áreas verdes, com composição de espécies distinta, o que pode ter adicionado uma série de links proibidos à rede. A conectância moderada pode indicar ainda que as áreas estudadas estariam mais sujeitas à perda de interações em resposta a distúrbios, uma vez que essa é uma característica que confere estabilidade à rede. E, finalmente, a baixa especialização detectada para as espécies componentes da rede, quando comparada a outros estudos (e.g. Bluthgen et al., 2006) poderia ser explicada pelo fato de a comunidade estudada ocorrer em área antropizada, com alta representatividade de espécies generalistas.

O agrupamento de espécies em módulos pode representar ajustes morfológicos, sazonalidade (Maruyama, Vizentin-Bugoni, & Oliveira, 2014; Olesen et al., 2007), proximidade filogenética (Martín-González et al., 2015) ou distribuição espacial (Araujo et al., 2018), dependendo da escala de estudo. Na área de estudo, os módulos detectados agruparam espécies de plantas com características florais similares (i.e. módulos representando ajustes morfológicos),

mais especificamente cor e comprimento da corola. *Eupetomena macroura* foi alocado no módulo que agrupou flores ornitófilas de corola longa e coloração vermelha. Por outro lado, *Hyl. chrysurus* foi alocado ao módulo que inclui espécies com flores de corola curta e coloração branca ou creme. A separação dessas duas espécies em módulos diferentes pode sugerir partilha no uso de recursos na área de estudo, com *Eup. macroura*, que apresentou certa dominância sobre as espécies menores, utilizando preferencialmente flores relacionadas à síndrome ornitófila, e *Hyl. chrysurus* buscando recursos com maior frequência em plantas com flores mais generalistas, de síndromes diversas.

As plantas que apresentaram altos valores de conectividade entre módulos (c) são nativas, apresentam flores com tamanho de corola, volume e concentração de néctar variáveis e são comumente visitadas por beija-flores em outras áreas (Rodrigues & Araujo, 2011; Genini, Morellato, & Guimarães, 2010). Os beija-flores *Eup. macroura* e *Chl. lucidus* que atuaram como conectores de módulos foram registrados ao longo de todo o ano e em todas as áreas amostrais. Essas espécies vem sendo reportadas como abundantes em áreas urbanas (Barbosa-Filho & Araujo, 2013; Maruyama et al., 2019). Espécies de plantas e polinizadores que ocupam papéis centrais na rede de interações são fundamentais na manutenção de sua estrutura e, caso, sejam eliminadas pode haver separação de módulos com possíveis efeitos subsequentes de extinções em cascata (Olesen et al., 2007). Dessa forma, é importante que medidas de manejo de áreas verdes do município levem em conta as espécies que são importantes para a manutenção de troquílido na área urbana.

Considerações finais

Os resultados deste estudo evidenciam a importância das áreas verdes como fonte de recursos que propiciam a manutenção de riqueza considerável de beija-flores na área urbana do município de Campo Grande. Muitas espécies de plantas nativas e algumas exóticas detêm proporção importante das visitas realizadas por beija-flores por apresentarem períodos de floração prolongados, e oferecerem alta recompensa em néctar. As espécies mais visitadas pela comunidade de beija-flores

são nativas, tiveram períodos de floração longos ou picos de floração em curtos períodos, podendo assim ser consideradas como recursos importantes para os beija-flores. O conhecimento sobre os tipos de recursos florais utilizados pelas espécies de beija-flores permite melhor planejamento de áreas verdes, de modo a favorecer a permanência dessas espécies nos espaços urbanos. Assim, embora a urbanização possa causar substituição de espécies, devido à exclusão de algumas e invasão por outras, Campo Grande ainda apresenta riqueza de espécies de beija-flores comparável à de áreas mais preservadas de Cerrado. Isso sugere que alguns atributos de áreas verdes, incluindo seu tamanho e composição de espécies vegetais parece favorecer a permanência dessas aves na área urbana. Uma abordagem interessante para estudos futuros seria avaliar como varia a comunidade de plantas e de beija-flores em áreas verdes em relação àquela encontrada em remanescentes de vegetação nativa inseridos na matriz urbana. Essas informações forneceria subsídios para entender quais são as características apresentadas pelas plantas e beija-flores que conseguem ocupar áreas mais urbanizadas, se ocorre substituição de interações e como a estrutura da rede é afetada.

Referências bibliográficas

Arborday. (2020). The Arbor Day Foundation and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Recognize Tree Cities of the World. Disponível em: <<https://www.arborday.org/media/pressreleases/pressrelease.cfm?id=471>>. Acesso em 11 mar. 2020.

Agostini, K., & Sazima, M. (2003). Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no Campus da Universidade Estadual de Campinas, estado de São Paulo, Brasil. *Bragantia*, 62, 335–343.

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, 1–9.

Araujo, A. C., González, A. M. M., Sandel B., Maruyama, P. K., Fischer, E., Francielle, J. V., ... Dalsgaard, B. (2018). Spatial distance and climate determine modularity in a

cross-biomes plant–hummingbird interaction network in Brazil. *J. Biogeography*, 4, 1846–1858.

Baldock, K.C., Goddard, M. A., Hicks, D. M., Kunin, W. E., Mitschunas, N.,... Memmott J. (2015). Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 1, 1–3.

Barbosa-Filho, W. G., & Araujo, A.C. (2013). Flowers visited by hummingbirds in an urban Cerrado fragment, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Biota Neotropica*, 13, 4–5.

Bascompte, J. & Jordano, P. (2007). Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 38, 567–593.

Batagelj, V. & Mrvar, A. (1998). Pajek - Program for Large Network Analysis. *Connections*, 21(2), 47–57.

Beckett, S. J. (2016). Improved community detection in weighted bipartite networks. *Royal Society Open Publishing*, 1, 1–18.

Benites, M., Simone, M., Neto, F. S., Pivatto, M.A., Fontoura, F., Hattori, H., & Ilha, I.M.N. (2014). Aves de Campo Grande: Áreas verdes. Campo Grande: *AvistarMS*. 104.

Blüthgen, N. (2010). Why network analysis is often disconnected from community ecology: a critique and an ecologist's guide. *Basic Appl. Ecol.* 11, 185–195.

Bogiani, P. A. (2012). Rede de Interações entre beija-flores e flores no Pantanal do Miranda. Dissertação (Mestrado em ecologia e conservação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS.

Buzato, S., Sazima, M. & Sazima, I. (2000). Hummingbird-pollinated floras at three atlantic forest sites. *Biotropica* 32, 824–841

Cariveau, D. & Winfree R. (2015). Causes of variation in wild bee responses to anthropogenic drivers. *Current Opinion in Insect Science*, 10, 104–109.

Carlos, P. P. (2017). Características florais e visitantes de *Turnera subulata* Sm. (Passifloraceae) em gradiente de urbanização. Manaus: Dissertação (Mestrado em botânica) – INPA, *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia*. 1, 91.

Carvalho, L. G., Biesmeijer, J. C., Benadi, G., Fründ, J., Stang M., & Bartomeus I. (2014). The potential for indirect effects between co-flowering plants via shared pollinators depends on resource abundance, accessibility and relatedness. *Ecology Letters*, 17, 1389–1399.

Dafni, A. (1992). Pollination ecology: a practical approach. Oxford University Press, *Oxford*, 6, 763–778.

Danieli-Silva, A., Souza, J.M.T., Donatti, A.J., Campos, R.P., Silva, J.V., Freitas, L. & Varassin, I.G. 2012. Do pollination syndromes cause modularity and predict interactions in a pollination network in tropical high-altitude grasslands? *Oikos* 121, 35–43.

Faegri, K. & L. Van der pijl. (1976). The principles of pollination ecology. *Pergamon Press*, 3, 248.

- Feinsinger, P. (1983). Coevolution and pollination. In: D. J. Futuyma and M. Slatkin (eds). Coevolution. *Sunderland: Sinauer Associates*. 282–310.
- Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 10 ago. 2018.
- Fournier L. A. (1974). Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árvores. *Turrialba*, 24, 422–423.
- Fonseca, L. N., Vizentin-Bugoni, J., Rech A. R., & Alves, M. S. (2015). Plant-hummingbird interactions and temporal nectar availability in a restinga from Brazil. *An Acad Bras Cienc*, 87 (4), 1–14.
- Genini, J., Morellato, L. P. C., Guimarães, P.R. & Olesen, J.M. (2010). Cheaters in mutualism networks. *Biology Letters*, 6, 494–497
- Grantsau, R. (1989). Os beija-flores do Brasil. *Expressão e Cultura*, 2, 234.
- Guedes-Bruni, R. R., Morim, M. P., Lima, H. C. & Silvestre, L. S. (2002). Inventário florístico. Métodos para estudos botânicos na Mata Atlântica. Seropédica, Rio de Janeiro. 24 – 49.
- González-Varo, J. P., Biesmeijer, J. C., Bommarco, R., Potts, S. G., Schweiger, O., Smith, H. G.,... Vila, M. (2013). Combined effects of global change pressures on animal-mediated pollination. *Trends Ecol. Evol.* 28, 524–530.
- Hall, D. M., Camilo, G. D., Tonietto, R. K., Ollerton, J., Ahrné, K., Arduser, M., ... Threlfall, C. (2017). The city as a refuge for insect pollinators. *Conservation Biology*, 31, 24–29.
- IBGE. (2018). Divisão territorial do Brasil e limites territoriais. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/campo-grande/panorama>>. Acesso em: 11 mar. 2018.
- Johansen, D. A. (1940). Plant microtechnique. New York: *Mcgraw-Hill book*, 523.
- Jordano, P. (1987). Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. *The American Naturalist*, 129 5, 657–677.
- Li, D., Stucky, B.J., Deck, J., Baiser, B., & Guralnick, R. P. (2019). The effect of urbanization on plant phenology depends on regional temperature. *Nat Ecol Evol*, 3, 1661–1667
- 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, 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*, Curitiba, 26, 255–265.
- Machado, A. O. (2012). Diversidade de recursos florais para beija-flores nos cerrados do triângulo mineiro e região. Dissertação (Doutorado em ecologia) – Universidade federal de Uberlândia. Uberlândia, Minas Gerais. 1, 117.
- Machado, C. G. (2014). A comunidade de beija-flores e as plantas que visitam em uma área de cerrado ralo da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Bioscience Journal*, 30, 1578–1587.

- Machado, A. O.; & Oliveira P. E. (2015). β -Diversity of hummingbird plants in Cerrado areas of Central Brazil. *Rodriguésia*, 66, 001–019.
- Mantovani, W., & Martins, F.R. (1988). Variações fenológicas das espécies do Cerrado da reserva biológica de Moji Guaçu, estado de São Paulo. *Revista brasileira de botânica*, 11, 101–112.
- Marcon, A. P. (2016). Interações dos seus beija-flores e seus recursos florais em um ambiente antropizado no Sul do Brasil. *Atualidades ornitológicas*, 1, 18-24.
- Maruyama P. K. (2011). Disponibilidade de recursos florais e seu uso por beija-flores em uma área de cerrado em Uberlândia, MG. Dissertação (Mestrado em biologia vegetal) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 1-56.
- Maruyama P. K., Oliveira G. M., Ferreira, C., Dalsgaard, B., & Oliveira, P. E. (2013). Pollination syndromes ignored: importance of non-ornithophilous flowers to neotropical savanna hummingbirds. *Naturwissenschaften*, 100, 1061–1068.
- Maruyama, P.K., Vizentin-Bugoni, J., Oliveira, G.M., Oliveira, P.E., & Dalsgaard, B., (2014). Morphological and spatio-temporal mismatches shape a neotropical savana plant-hummingbird network. *Biotropica*, 46, 740 – 747.
- Maruyama P.K., Vizentin-Bugoni, J., Dalsgaard, B., Sazima, I., & Sazima, M. (2015). Plant-hummingbird interactions: natural history and ecological networks. Dissertação de doutorado. UNICAMP. Campinas, São Paulo, 1, 149.
- Maruyama, P.K., Sonne, J., Vizentin-Bugoni, J., González, A., Zanata, T. B., Abrahamczyk, S., ... Dalsgaard, B. (2018). Functional diversity mediates macroecological variation in plant-hummingbird interaction networks. *Global Ecology and Biogeography*, 27, 1186 –1199.
- Maruyama, P. K., Bonizário. C., Marcon A. P., Angelo G. D., Silva M. M., Neto, E. S., ...Júnior, O. M. (2019). Plant-hummingbird interaction networks in urban areas: Generalization and the importance of trees with specialized flowers as a nectar resource for pollinator conservation. *Biological Conservation*, 06 –3207.
- Mendonça, L. B., & Anjos, L. (2003). Bird-flower interactions in Brazil: a review. *Ararajuba, Seropédica*, 11, 195 –205.
- Mendonça, L. B., & Anjos, L. (2005). Beija-flores (Aves, Trochilidae) e seus recursos florais em uma área urbana do sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22, 51 –59.
- McNeely, J. A., Mooney, H. A., Neville, L. E., Schei, P. J. & Waage, J. K. (2001). A global strategy on invasive alien species: synthesis and ten strategic elements. *Invasive alien species. Island Press*, 332–345.
- Nascimento, V. T., Agostini, K., Souza, C. S., & Maruyama, P. K. (2020). Tropical urban areas support highly diverse plant-pollinator interactions: An assessment from Brazil. *Landscape and Urban Planning*, 198, 103801.
- Neil, K., & Wu, J. (2006). *Urban Ecosystems*, 9, 243.
- Nishida, S. M., Naide, S. S., & Pagnin, D. Plantas que atraem aves e outros bicho. (2014). *Cultura Acadêmica*, 1, 93.

- Olesen J. M., Bascompte J., Dupont Y. L., & Jordano P. (2007). The modularity of pollination networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 104, 19891–19896.
- Ollerton J, Winfree R & Tarrant S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120, 321–326.
- Pestana, L. T. C., Alves, F. M., & Sartori, A. L. (2011). Espécies arbóreas da Arborização urbana do centro do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de arborização urbana - Revsbau*, Piracicaba, 6, 01 – 21.
- Raguso, R. A., & Gottsberger, G. (2017). An ode to osmophores: Stefan Vogel's seminal contributions to the study of scent. *Flora*, 232, 150–152.
- R Development Core Team. (2016). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Available at <[https:// www.r-project.org/](https://www.r-project.org/)>. Access on 5 August 2019.
- Rodrigues, L.C., & Araujo, A.C. (2011). The hummingbird community and their floral resources in an urban forest remnant in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 71, 611 – 622.
- Rocca, M. A. & Machado, C. G. (2010). Protocolos para o estudo de polinização por aves. In: Von Matter, S; Straube, F.C; Accordi, I.A.; Piacentini, V.& Candido-Jr., J.F. - Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books, 1, 471 – 490.
- Santos, N. Z., & Teixeira I. F. (2001). Arborização de vias públicas: ambiente x vegetação. 1ª ed. Instituto Souza Cruz, Santa Cruz do Sul, 135
- Seleme, E. P., & Sartori, A. B. (2009). Florística e síndromes de dispersão de espécies arbóreas e arbustivas em um cerradão em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. *Cadernos de agroecologia*, 4, 1 – 4.
- Semadur – secretaria municipal de meio ambiente e desenvolvimento urbano. Plano diretor de arborização urbana de Campo Grande, MS (PDAU). Campo Grande: Semadur, 2010. Disponível em: <http://www.capital.ms.gov.br/egov/downloadfile.php?id=3103&filefield=arquivo_dow&table=downloads&key=id_dow&sigla_sec=dpsa>. Acesso em: 02 de oct. 2019.
- Shepherdson, J. P. (2018). Observations of territorial behavior of the Antillean Crested Hummingbird (*Orthorhynchus cristatus*) on St. Eustatius. *Journal of Caribbean Ornithology*, 31, 48–50.
- Sick, H. (1997). *Ornitologia brasileira*. Nova fronteira, Rio de Janeiro, 3, 206 – 258.
- Stiles, F.G. 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Annals Missouri Botanical Garden* 68: 323-351.

Tabela 1. Espécies, nomes populares, hábito, tipo e cor da corola, presença de odor, síndrome de polinização, comprimento da corola, volume e concentração do néctar (média \pm desvio padrão e número de amostras coletadas) e local de registro (PNI = Parque das Nações Indígenas, IP = Itanhangá Parque, PAS = Parque Ayrton Senna, UFMS = Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, VP = Via Parque) das espécies visitadas por beija-flores, no período de junho de 2018 a maio de 2019, em área urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. (*) = espécies exóticas.

Família/ Espécie e autor	Nome popular	Hábito	Coloração da corola	Tipo floral	Odor	Síndrome de polinização	Comprimento da corola (cm) $\bar{x} \pm sd$ (n)	Volume de néctar (μ l) $\bar{x} \pm sd$ (n)	Concentração de néctar (%) $\bar{x} \pm sd$ (n)	Local de registro
Apocynaceae										
<i>Prestonia tomentosa</i> R.Br.	-	Liana	Amarelo	Tubular	Imperceptível	Melitófila	2,56 \pm 0,73(5)	9,4 \pm 1,1(2)	0,35 \pm 0,05(2)	PNI
Bignoniaceae										
<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.*	Bisnagueira	Arbóreo	Laranja, vermelha	Campânula	Desagradável	Ornitófila	9,61 \pm 0,91(7)	71,8 \pm 44,6(7)	5,9 \pm 4,2(7)	UFMS
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	Ipê-amarelo	Arbóreo	Amarelo	Goela	Agradável	Melitófila	5,85 \pm 0,34(7)	5 \pm 2,3(7)	20,5 \pm 14,9(7)	PAS, PNI, UFMS
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê-rosa	Arbóreo	Rosa	Goela	Agradável	Melitófila	4,62 \pm 0,26(7)	3,6 \pm 1,54(7)	13,2 \pm 7,8(7)	PAS, PNI, UFMS, VP
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Paratudo	Arbóreo	Amarelo	Goela	Agradável	Melitófila	3,58 \pm 0,24(7)	-	-	PNI, UFMS
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco	Arbóreo	Branca	Goela	Agradável	Melitófila	2,93 \pm 0,20(7)	5,5 \pm 1,8(7)	2,7 \pm 1,5(7)	PAS, PNI
Boraginaceae										
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	Freijó-branco	Arbóreo	Creme	Campânula	Agradável	Melitófila	0,73 \pm 0,41(7)	-	-	PNI
Cannaceae										
<i>Canna indica</i> L.	Banana-de-macaco	Herbáceo	Vermelha	Tubular	Agradável	Ornitófila	7,53 \pm 0,64(3)	24 \pm 20,8(3)	20,6 \pm 3,4(3)	IP
Cucurbitaceae										

<i>Psiguria ternata</i> (M.Roem.) C.Jeffrey	Pepino-do-mato	Trepadeira	Rosa	Tubular	Imperceptível	Ornitófila	3,0 ± 0,38 (7)	3,9 ± 3,3(5)	0,22 ± 0,1(5)	UFMS
Fabaceae										
<i>Bauhinia variegata</i> L.*	Pata-de-vaca	Arbóreo	Rosa, lilás e branca Vermelha	Prato	Agradável	Melitófila	5,15 ± 2,13(7)	5,1 ± 3,1(7)	31 ± 6,1(7)	PAS, IP, UFMS
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.*	Flamboyant	Arbóreo		Prato	Imperceptível	Ornitófila	5,2 ± 0,25 (7)	2,5 ± 1,1(4)	4,2 ± 2,4(4)	PAS, UFMS
<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá	Arbóreo	Branca	Pincel	Agradável	Generalista	4,04 ± 0,45(7)	5,5 ± 2,7(7)	9 ± 4,9(7)	PAS, IP, PNI, VP
<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	Bordão-de-velho	Arbóreo	Rosa	Pincel	Agradável	Generalista	2,42 ± 0,14(7)	-	-	PNI
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Angelim-do-cerrado	Arbóreo	Lilás	Estandarte	Agradável	Melitófila	2,49 ± 0,11(7)	-	-	PNI
<i>Machaerium amplum</i> Benth.	Arranha-gato	Arbóreo	Lilás	Estandarte	Imperceptível	Melitófila	1,11 ± 0,06(7)	-	-	IP
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Jacarandá-de-espinho	Arbóreo	Lilás	Estandarte	Imperceptível	Melitófila	1,36 ± 0,16(7)	-	-	PNI, VP
Lamiaceae										
<i>Holmskioldia sanguinea</i> Retz.*	Chapéu-chinês	Liana	Vermelha	Tubular	Imperceptível	Ornitófila	2,19 ± 0,22(7)	20,7 ± 17,2(7)	12,8 ± 10,2(7)	IP
Malvaceae										
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	Paineira rosa	Arbóreo	Rosa	Prato	Agradável	Ornitófila	6,1 ± 0,50(7)	2,3 ± 0,4(7)	5,9 ± 0,9(7)	PAS, IP, PNI, VP
Moringaceae										
<i>Moringa oleífera</i> Lam.*	Moringa	Arbóreo	Branca	Goela	Agradável	Melitófila	2,21 ± 0,18(7)	-	-	VP
Myrtaceae										
<i>Melaleuca citrina</i> (Curtis) Dum. Cours.*	Escova-de-Garrafa	Arbóreo	Vermelha	Pincel	Agradável	Ornitófila	2,26 ± 0,5(7)	7,2 ± 2,1(7)	12,6 ± 6,2(7)	PNI
Rubiaceae										

<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	Arbóreo	Creme	Tubular	Agradável	Melitófila	3,06 ± 0,68(7)	21,2 ± 8,8(7)	3,4 ± 1,4(7)	PNI, UFMS
Sapindaceae										
<i>Serjania ovalifolia</i> Radlk.	Cipó-uva	Liana	Branca	Prato	Agradável	Melitófila	0,59 ± 0,92(7)	-	-	PNI, VP
Strelitzaceae										
<i>Strelitzia reginae</i> Aiton*	Ave-do-paraíso	Herbáceo	Laranja	Tubular	Imperceptível	Ornitófila	15,24±1,6(7)	60,2 ± 21,9(7)	11,2 ± 6,1(7)	IP
Vochysiaceae										
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Pau-de-tucano	Arbóreo	Amarelo	Tubular	Imperceptível	Melitófila	1,54 ± 0,18(7)	3,5 ± 0,5(2)	7,8 ± 1,7(2)	PAS

Figura 1. Localização dos parques e praças estudados na área urbana do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Fonte IBGE, 2018. Mapa elaborado no software livre Qgis Desktop 2.18.16 with GRASS 7.2.2.

Figura 2. Espécies ornitófilas (A, B e E) e não ornitófilas (C e D) visitadas por beija-flores no período de junho de 2018 a maio de 2019 em área urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. A) *Strelitzia reginae* e *Eupetomena macroura*, B) *Spathodea campanulata* e *E. macroura*, C) *Bauhinia variegata*, D) *Inga edulis*, E) *Holmskioldia sanguinea*.

Figura 3. Meses em que foram registradas flores nas espécies de plantas visitadas por beija-flores no período de junho de 2018 a maio de 2019 em áreas verdes urbanas de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Espécies ornitófilas aparecem em negrito. Linhas cheias representam meses com mais indivíduos floridos de uma dada espécie e linhas tracejadas representam meses com menor número de indivíduos floridos (Fournier, 1974). Linha azul = época chuvosa, linha laranja = época seca.

Figura 4. Temperatura média (Tmedia), precipitação acumulada (Precip) e valores da intensidade de floração (Fournier) da comunidade de plantas visitadas por beija-flores, no período de junho de 2018 a maio de 2019, em áreas verdes urbanas de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Figura 5. Espécies de beija-flores registradas no período de junho de 2018 a maio de 2019, em áreas verdes no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, A) *Amazilia fimbriata*, B) *Anthracothorax nigricollis*, C) *Eupetomena macroura* e D) *Thalurania furcata*, E) *Helimaster furcifer*, F) *Hylocharis chrysura* e G) *Chlorostilbon lucidus*.

Figura 6. Espécies de plantas e respectivos beija-flores visitantes, no período de junho de 2018 a maio de 2019 na área urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. (An) *Anthracothorax nigricollis*, (Cl) *Chlorostilbon lucidus*, (Eu) *Eupetomena macroura*, (Hf) *Helimaster furcifer*, (Hy) *Hylocharis chrysura* e (Tf) *Thalurania furcata*, (*) espécies de beija-flores que apresentaram comportamento antagonístico.

Figura 7. A. Rede de interação entre beija-flores e plantas, com espécies pertencentes a módulos diferentes representadas por cores diferentes. B. Composição dos módulos detectados na rede de interações entre espécies de beija-flores polinizadores (colunas) e plantas (linhas), quadrados em azul escuro apresentam maior intensidade de interação entre tais espécies e azul mais claro menor a força, linhas em vermelho mostram a separação de módulos das espécies do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Nomes completos das espécies de plantas e de beija-flores são apresentados na Tabela 1 e Figura 6, respectivamente.

Figura 8. Número de espécies de plantas por módulo de acordo com suas características (comprimento da corola, tipo floral, cor da corola, síndrome de polinização, hábito e origem) em áreas verdes do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Figura 9. Papéis desempenhados pelas espécies de plantas (azul) e beija-flores (rosa) na rede de interações beija-flor-planta em área urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

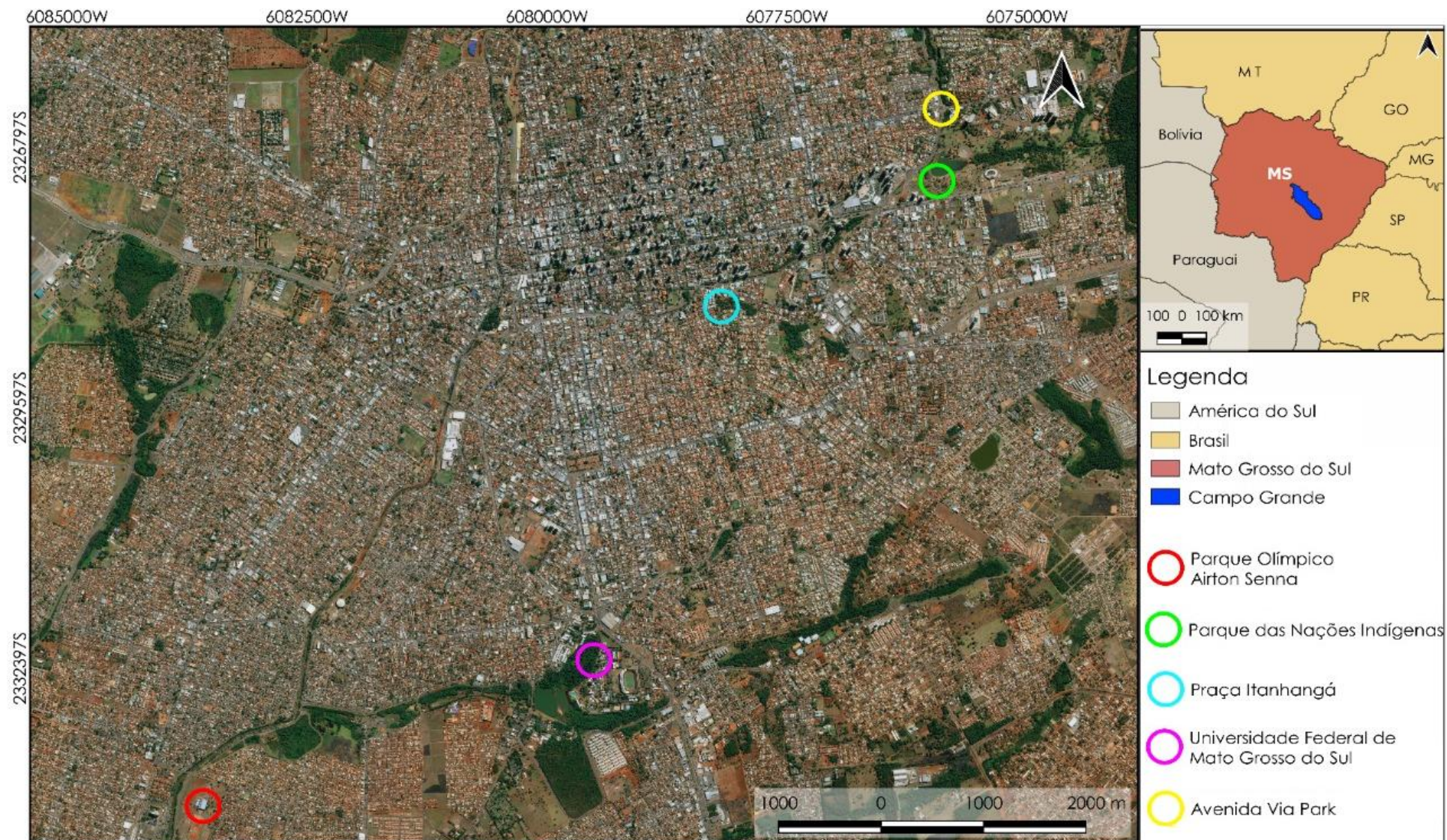


Figura 1. Localização das áreas verdes estudadas na área urbana do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Fonte IBGE, 2018. Mapa elaborado no software livre Qgis Desktop 2.18.16 with GRASS 7.2.2.



Figura 2. Espécies ornitófilas (A, B e E) e não ornitófilas (C e D) visitadas por beija-flores no período de junho de 2018 a maio de 2019 em área urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. A) *Strelitzia reginae* e *Eupetomena macroura*, B) *Spathodea campanulata* e *E. macroura*, C) *Bauhinia variegata*, D) *Inga edulis*, E) *Holmskioldia sanguinea*.

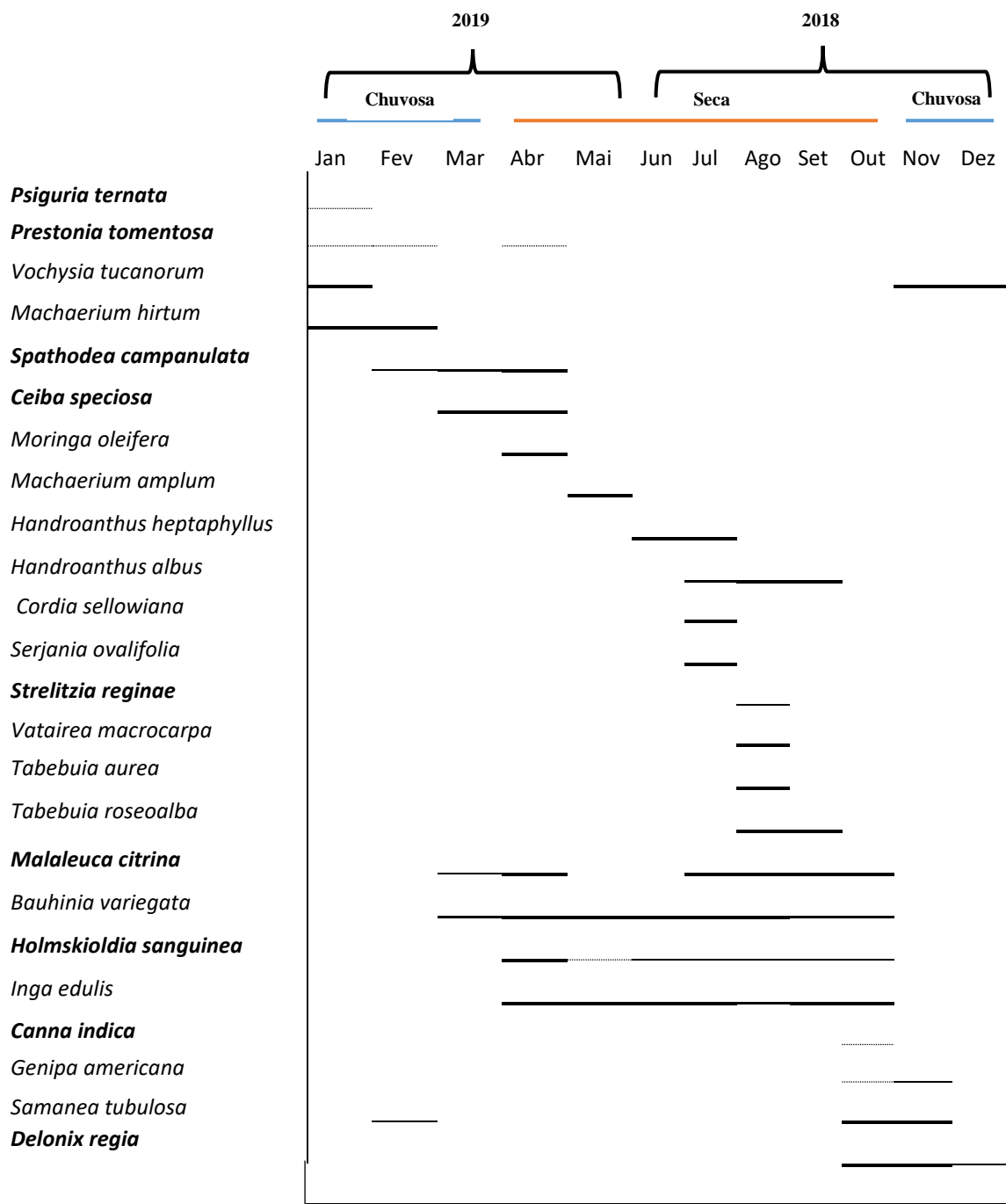


Figura 3. Meses em que foram registradas flores nas espécies de plantas visitadas por beija-flores no período de junho de 2018 a maio de 2019 em áreas verdes urbanas de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Espécies ornitófilas aparecem em negrito. Linhas cheias representam meses com mais indivíduos floridos de uma dada espécie e linhas tracejadas representam meses com menor número de indivíduos floridos (Fournier, 1974). Linha azul = época chuvosa, linha laranja = época seca.

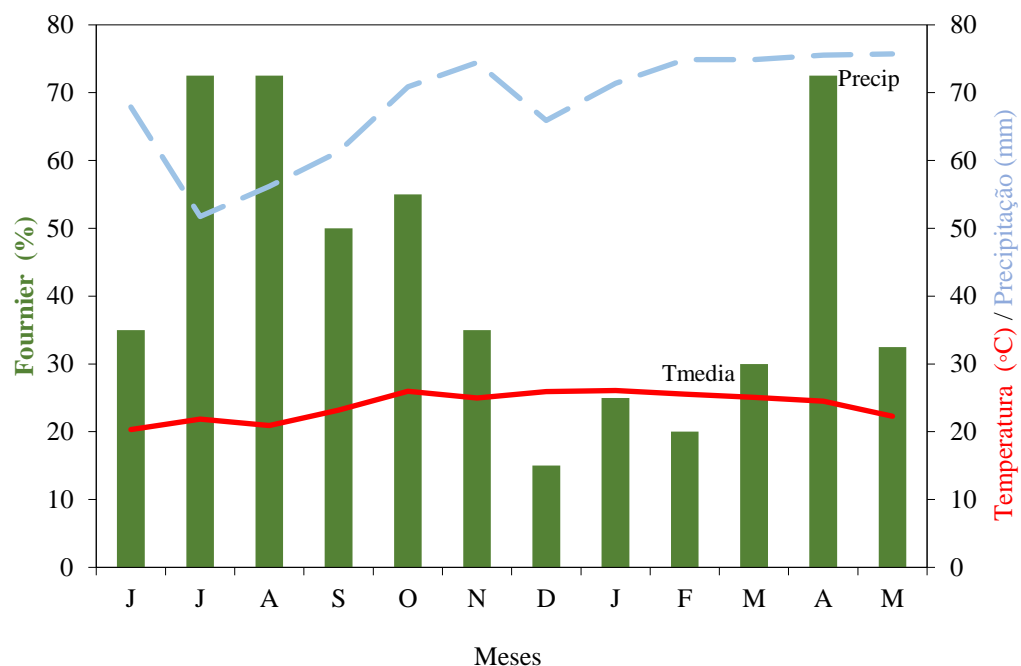


Figura 4. Temperatura média (Tmedia), precipitação acumulada (Precip) e valores da intensidade de floração (Fournier) da comunidade de plantas visitadas por beija-flores, no período de junho de 2018 a maio de 2019, em áreas verdes urbanas de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

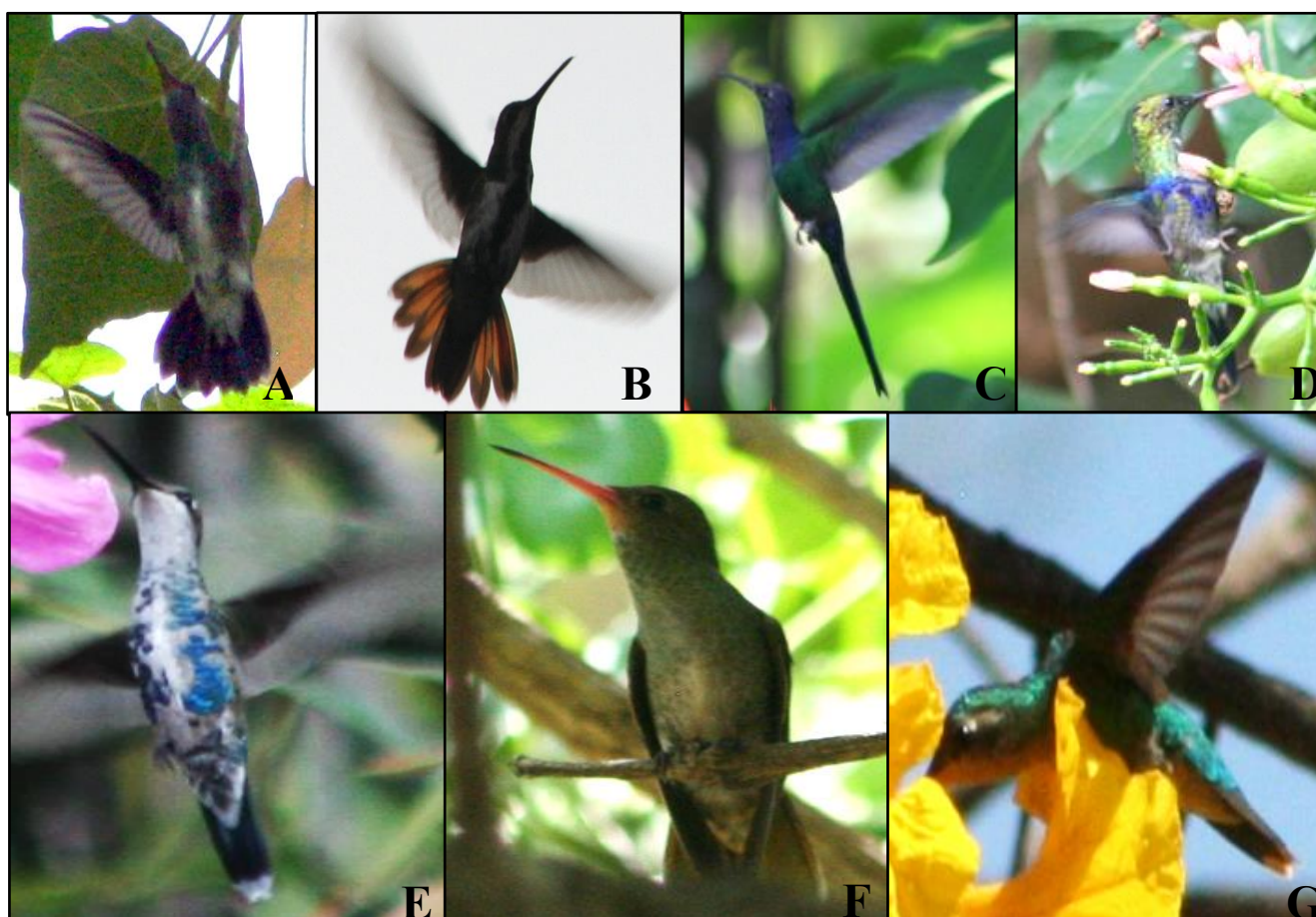


Figura 5. Espécies de beija-flores registradas no período de junho de 2018 a maio de 2019, em áreas verdes no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. A) *Amazilia fimbriata*, B) *Anthracothorax nigricollis*, C) *Eupetomena macroura* e D) *Thalurania furcata*, E) *Heliomaster furcifer*, F) *Hylocharis chrysura* e G) *Chlorostilbon lucidus*.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<i>Psiguria ternata</i>	Cl, Eu, Hy, Tf											
<i>Vochysia tucanorum</i>	Eu*, Cl											Eu, Hy
<i>Machaerium hirtum</i>	Cl*, Eu, Hy, Hf	Eu, Hy										
<i>Prestonia tomentosa</i>	Cl, Eu*	Eu		Eu, Tf*, Hy*								
<i>Samanea tubulosa</i>		Eu*								Cl, Eu, Hy*	Cl, Eu	
<i>Spathodea campanulata</i>		Eu*, Cl, Hy	Eu, Hy	Eu*, Hy								
<i>Melaleuca citrina</i>			Cl				Cl, Eu, Hy*	Eu				
<i>Ceiba speciosa</i>			Eu*	An*, Eu, Hy, Hf								
<i>Bauhinia variegata</i>			Eu*	Eu*	Eu*, Cl	Eu*	Eu*, Cl*	Eu*, Cl, Tf	Eu, Cl	Cl		
<i>Moringa oleifera</i>				Hy								
<i>Holmskioldia sanguinea</i>				Tf*		Tf*	Tf*					
<i>Machaerium amplum</i>					Cl, Hy*							
<i>Serjania ovalifolia</i>							Cl*					
<i>Inga edulis</i>					Cl, Eu, Hy	Cl*, Hy	Cl, Eu*, Hy	Eu	Eu*, Cl	Cl, Eu, Hf, Tf*		
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>						An*, Eu*, Cl*, Hf, Hy*						
<i>Strelitzia reginae</i>								Eu				
<i>Cordia sellowiana</i>								Hy				
<i>Tabebuia roseoalba</i>								Cl, Eu*				
<i>Tabebuia aurea</i>								Cl, Hy*				
<i>Vatairea macrocarpa</i>								Cl*, Eu				
<i>Handroanthus albus</i>								Cl, Eu	Eu			
<i>Canna indica</i>										Eu		
<i>Genipa americana</i>										Cl, Eu*	Eu	
<i>Delonix regia</i>										Eu*Cl, An, Hf		An

Figura 6. Espécies de plantas e respectivos beija-flores visitantes, no período de junho de 2018 a maio de 2019 na área urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. (An) *Anthracothonax nigricollis*, (Cl) *Chlorostilbon lucidus*, (Eu) *Eupetomena macroura*, (Hf) *Helimaster furcifer*, (Hy) *Hylocharis chrysura* e (Tf) *Thalurania furcata*, (*) espécies de beija-flores que apresentaram comportamento antagonístico.

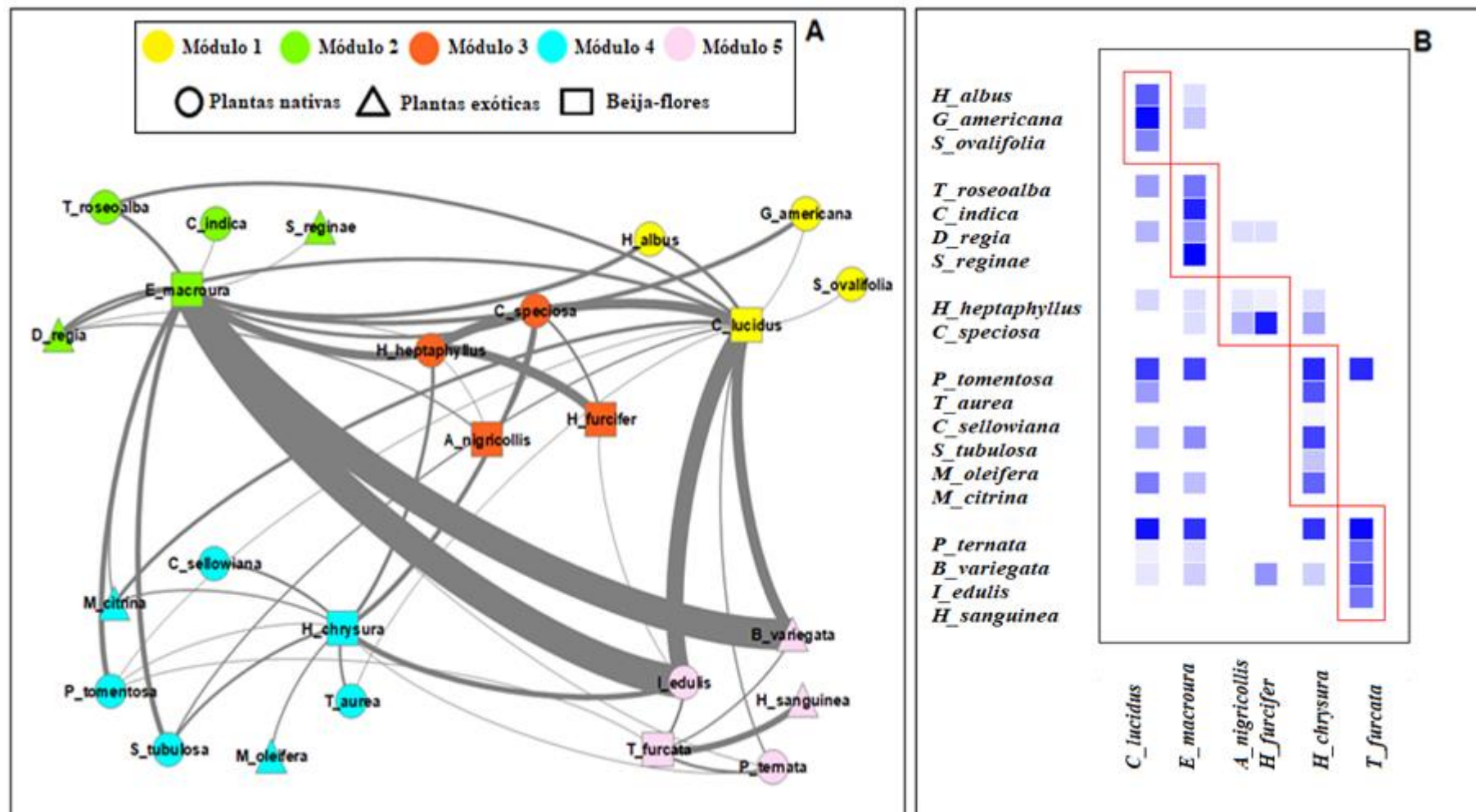


Figura 7. A. Rede de interação entre beija-flores e plantas, com espécies pertencentes a módulos diferentes representadas por cores diferentes. B. Composição dos módulos detectados na rede de interações entre espécies de beija-flores polinizadores (colunas) e plantas (linhas), quadrados em azul escuro apresentam maior intensidade de interação entre tais espécies e azul mais claro menor a força, linhas em vermelho mostram a separação de módulos das espécies do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Nomes completos das espécies de plantas e de beija-flores são apresentados na Tabela 1 e Figura 6, respectivamente.

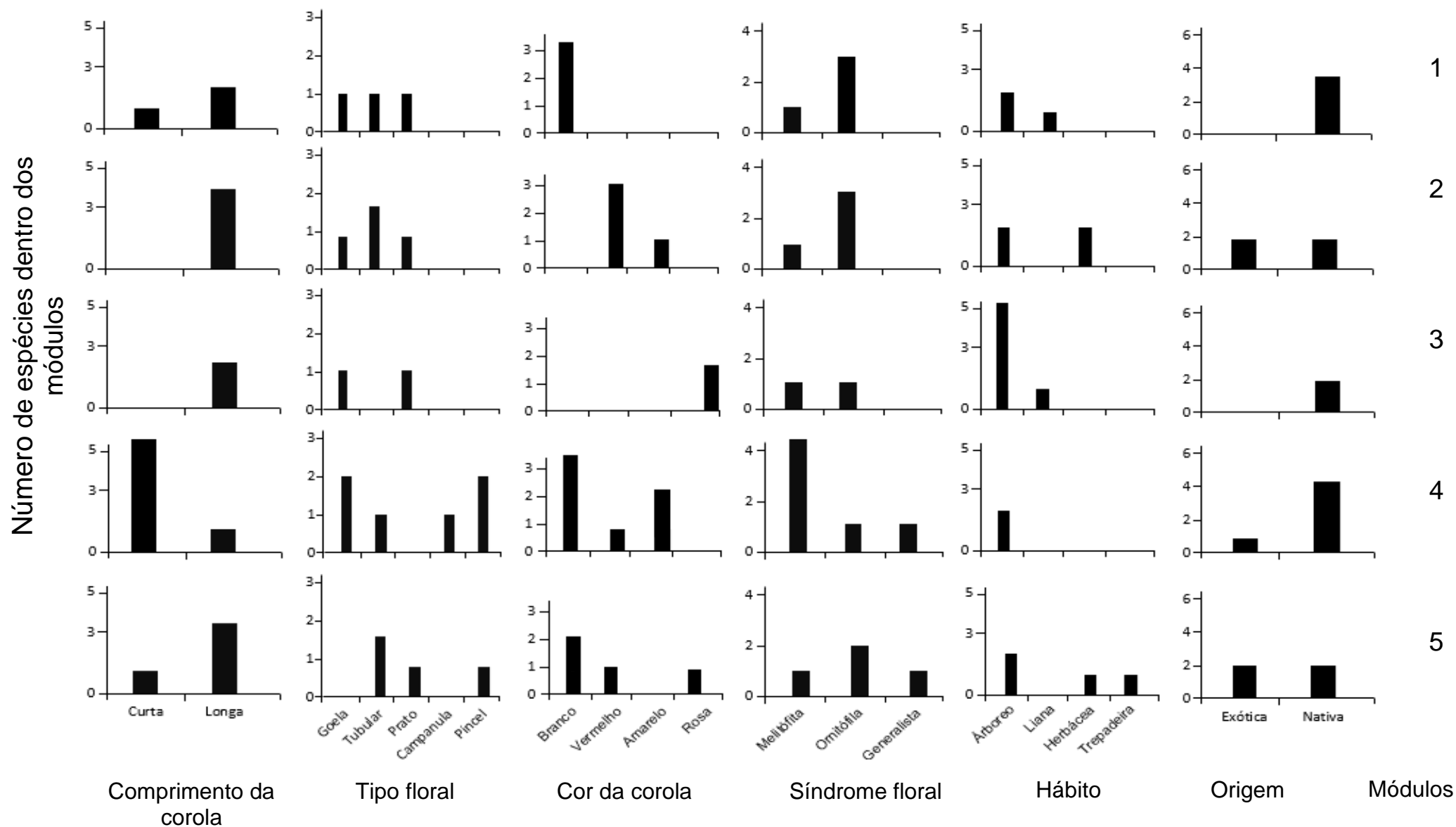


Figura 8. Número de espécies de plantas por módulo de acordo com suas características (comprimento da corola, tipo floral, cor da corola, síndrome de polinização, hábito e origem) em áreas verdes do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

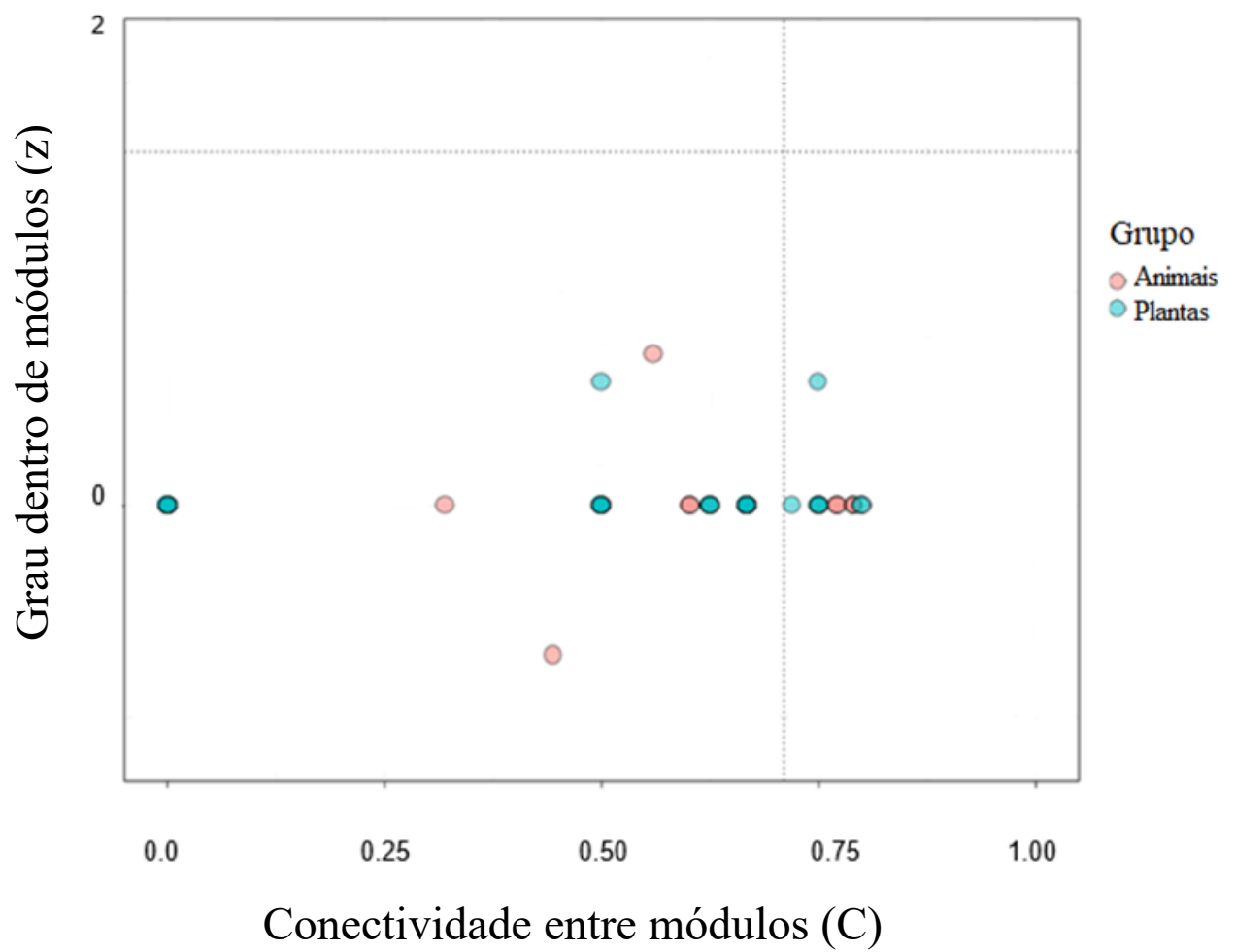


Figura 9. Papéis desempenhados pelas espécies de plantas (azul) e beija-flores (vermelho) na rede de interações beija-flor-planta em área urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul.