



Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Universidade Federal de Mato Grosso Do Sul

**Comportamento, uso de recursos e influência de *Apis mellifera*
na rede de interações entre abelhas e plantas**

Júnior Henrique Frey Dargas



Campo Grande
Março de 2016



Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Universidade Federal de Mato Grosso Do Sul

Comportamento, uso de recursos e influência de *Apis mellifera* na rede de interações entre abelhas e plantas

Júnior Henrique Frey Dargas

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ecologia, pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Dr. Josué Raizer

Coorientador: Dra. Camila Aoki

Banca avaliadora

Dra. Andrea Cardoso de Araujo
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Dra. Denise Lange
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Dr. Marco Aurélio Ribeiro de Mello
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Dr. Pietro Kiyoshi Maruyama Mendonça
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Dr. Rogério Rodrigues Faria
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Dedicatória

*Dedico este meu trabalho aos meus pais, Nelson e Teolides, por todo o apoio e esforços
que me permitiram chegar até aqui!*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao Criador, por todas as graças e providências, que dá sentido à minha existência.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela possibilidade de cursar o mestrado e pela bolsa recebida (benefício 133927/2014-8), os quais possibilitaram o desenvolvimento deste estudo.

Agradeço ao meu orientador, Josué, pela oportunidade dada, por toda paciência e disponibilidade nos momentos em que mais precisei, e por todo conhecimento comigo compartilhado.

Agradeço à minha querida coorientadora Camila por todo apoio, paciência, amizade e presença em todos os momentos em que precisei. Obrigado por nunca se cansar de ensinar e compartilhar o melhor de si!

Sou profundamente grato à minha querida amiga, Camila Silveira de Souza, por todo companheirismo, amizade, ajuda e bons momentos que ocorreram no decorrer deste mestrado. Obrigado por ser essa pessoa única e fantástica! Sem você este trabalho jamais se concretizaria!

Agradeço aos meus pais Nelson e Teolides, às minhas irmãs Ivana e Iracema, e aos meus sobrinhos Sandro, Sara, João e Eduardo por todo o apoio e por serem motivação e inspiração para as minhas batalhas!

Agradeço aos amigos, novos e antigos, que sempre se fizeram presentes neste período, especialmente a Alessandra Venturini e Pedro Henrique, pelo apoio e disponibilidade para longas conversas e debates a respeito de qualquer coisa (não importa o assunto!). Agradeço também aos meus colegas de mestrado (Ecologia e Botânica) e outros tantos que fiz e que marcaram a minha vida durante este período.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação por todo o conhecimento compartilhado e pela concretização de mais esta etapa de minha vida. Agradeço especialmente à Rose, secretária do PGEC, pela paciência e solicitude em todos os momentos em que precisei.

Enfim, a lista de agradecimento é infindável. Contudo, mesmo não citando todos os nomes, gostaria de agradecer profundamente a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para que este trabalho fosse concretizado!

Índice

Resumo	7
Abstract.....	8
Introdução.....	9
Métodos	12
Resultados.....	18
Discussão	23
Literatura citada.....	29

Resumo

Neste estudo investigamos as preferências florais, o uso de recursos, o comportamento e a importância de *A. mellifera* em rede de interações plantas-abelhas no Pantanal. *Apis mellifera* foi registrada visitando 36 espécies vegetais, sendo que em 81% das visitas, atuou como polinizador. Durante as visitas, a maior parte destas abelhas coletou apenas néctar (42%) ou néctar e pólen (36%), e apenas uma menor proporção (22%) coletou exclusivamente pólen. Abelhas nativas atuaram predominantemente como polinizadoras, exceto *Trigona spinipes* que atua como pilhador de recursos florais. A modularidade nas redes de abelhas e espécies vegetais não foi significativa, sendo evidenciado alto aninhamento da rede, sobretudo pela elevada presença de espécies generalistas. Após a remoção da espécie exótica *A. mellifera* da rede, houve um decréscimo do aninhamento, mas a modularidade continuou não sendo significativa, evidenciando a importância de *A. mellifera* no aumento do aninhamento da rede. Comparando-se as interações de *T. spinipes* e *A. mellifera* não houve diferença significativa entre o grau e a centralidade. *Apis mellifera* demonstrou-se supergeneralista, não sendo evidenciadas preferências florais por essa espécie. Sendo assim, mostramos aqui que a ocorrência de *Apis mellifera*, uma espécie exótica altamente generalista, altera a estrutura das redes de interação promovendo um alto aninhamento, e diminuição da modularidade da rede.

Palavras-chave: supergeneralismo, espécie exótica, abelha nativa, aninhamento, *Trigona spinipes*

Abstract

We investigated the floral preferences, floral resource use, behavior and the importance of *Apis mellifera* in plant-bee network interactions in the Pantanal. *Apis mellifera* was recorded visiting 36 plant species, and in 81% of visits, acting as legitimate pollinator. During the visits, most of these bees collected nectar (42%) or nectar and pollen (36%), and only a smaller proportion of visits were related exclusively to pollen (22%). Native bees acted predominantly as pollinators except *Trigona spinipes*, which acted as floral larcenists. No significant modularity was detected in plant-bee networks, and networks showed high level of nestedness, especially owed to prevalence of generalist species. After the removal of *A. mellifera* in network, there was a decrease of nestedness, but modularity continued not significant, highlighting the importance of *A. mellifera* in increased network nestedness. Comparing *A. mellifera* to *T. spinipes*, the native bee with most interactions, no difference in degree or centrality was observed. *Apis mellifera* proved to be a super generalist, not showing evident floral preferences when considering plants this species interacted to. Thus, the occurrence of *Apis mellifera*, a highly generalist exotic species have the potential to alter the structure of the plant-bee interaction networks.

Key-words: supergeneralism, exotic species, native bees, nestedness, *Trigona spinipes*

Introdução

Biodiversidade não engloba apenas espécies, mas também as interações entre elas (Olesen et al. 2007). Todos os organismos estabelecem interações e as características destas são extremamente importantes para a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas (Traveset & Richardson 2013) e a manutenção da diversidade de espécies (Burkle & Alarcón 2011). Dentre estas interações, a polinização figura como uma das mais importantes e intrigantes relações que são estabelecidas entre plantas e animais.

A maioria das angiospermas depende, em diferentes escalas, de animais para a sua reprodução (Bawa 1990, Ollerton et al. 2011). Estas plantas, frequentemente, empregam uma grande variedade de agentes polinizadores (Waser et al. 1996), oferecendo-lhes recursos alimentares, materiais para a construção de ninhos, além de outros recursos como perfumes para que efetuem a polinização. Dentre os polinizadores, as abelhas constituem o mais importante grupo em número e diversidade de espécies polinizadas (Bawa 1990), possuindo total dependência de recursos florais para o desenvolvimento de suas gerações (Proctor et al. 1996).

Pesquisas recentes revelaram declínios acentuados nos serviços mundiais de polinização (Kevan & Philip 2001, Kluser & Peduzzi 2007), o que está principalmente relacionado à perda de habitat e a introdução de espécies exóticas (Wilcove et al. 1998). A introdução de espécies exóticas é considerada a segunda maior causa da perda de biodiversidade (Pimm et al. 1995), uma das mais importantes ameaças às interações plantas-animais (Burkle & Alarcón 2011, Blüthgen 2012), além de figurar como um dos prováveis agentes propulsores do atual declínio mundial nos serviços de polinização (Soper & Beggs 2013). Tais espécies introduzidas podem exercer significativas

influências sobre as relações plantas-polinizadores nativas, podendo trazer benefícios ou serem extremamente danosas aos locais onde se estabelecem (Sax et al. 2007).

De distribuição nativa na África, Europa e oeste da Ásia (Han et al. 2012), *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apoidea), popularmente conhecida como abelha europeia ou abelha africanizada, é um exemplo de espécie exótica inserida em várias partes do mundo para fins comerciais (Goulson 2003). No Brasil, ela foi introduzida em meados da década de 1930, proveniente de Portugal e, nas décadas seguintes, subespécies desta abelha foram trazidas de outras regiões do mundo (Sproesser et al. 2010) ocorrendo à hibridização em subespécies. *Apis mellifera* dispersou-se, ocupando quase todos os biomas (Minussi & Alves-dos-Santos 2007) e estabelecendo-se como espécie silvestre (Neves 2008).

A abelha africanizada apresenta alta plasticidade em seu comportamento, caracterizado por eficiência na busca e exploração de recursos e forrageamento indiscriminado (Seeley 1984). Além disso, costumam iniciar seu forrageamento antes das flores estarem completamente abertas, coletam grande quantidade de pólen, têm alta taxa de recrutamento e são competidoras particularmente abundantes e dominantes (Goulson 2003, Carmo et al. 2004, Paine 2004, Traveset & Richardson 2006). Em diversas espécies de plantas, essa abelha chega a remover mais de 80% da produção de néctar e de pólen das plantas (Paton 1990, 1993), muitas vezes, realizando a depleção de recursos florais antes mesmo das espécies nativas iniciarem seu forrageamento (Horsking & Turner 1999). Por essas características, essas abelhas podem apresentar vantagens sobre as espécies de abelhas nativas (Paton 1993). Além disso, em muitas espécies vegetais nativas, *A. mellifera* pode não atuar como polinizadora efetiva, se comportando como uma pilhadora de recursos (Longo & Fischer 2006, Silva & Santos 2008) ou polinizador pouco efetivo ou ocasional, utilizando os recursos florais sem efetivar a polinização (Barros 1998).

Apesar dos efeitos negativos causados pela invasão de *A. mellifera*, podem ser citados alguns benefícios desta espécie exótica para a comunidade onde foi estabelecida. *Apis mellifera* pode atuar no restabelecimento e manutenção de serviços de polinização perdidos, aumentando o sucesso reprodutivo das plantas nativas (Dick 2001). Além disso, em diversas espécies, esta abelha pode apresentar grande eficácia na polinização, ocasionando o aumento nas taxas de polinização (Rader et al. 2009), com evidências experimentais acerca da eficiência dessas abelhas na polinização para algumas espécies (Gross 2001).

Espécies invasoras bem sucedidas são geralmente supergeneralistas, como no caso de *A. mellifera* (Giannini et al. 2015), podendo apresentar diferentes funções em uma rede de interações, modificando a força de interação e a conectividade entre espécies nativas (Richardson et al. 2000, Fontaine et al. 2006, Aizen et al. 2008). A realização de uma previsão dos impactos da chegada e estabelecimento de uma espécie exótica sobre comunidades nativas é extremamente difícil, pois as características da comunidade são importantes mediadores do sucesso da invasão (Lurgi et al. 2014), assim, há um restrito conhecimento sobre os impactos das espécies exóticas e naturalizadas sobre as redes de interação plantas-polinizadores (Burkle & Alarcón 2011).

Assim como o supergeneralismo de *A. mellifera*, algumas espécies nativas de abelhas também possuem grande plasticidade alimentar, visitando uma ampla gama de espécies vegetais e em alta frequência. Neste contexto, Giannini et al. (2015) não encontraram diferenças significativas entre o papel de *A. mellifera* e da abelha nativa *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) na estrutura das redes de interações, mas apenas no papel exercido por elas na rede, sugerindo que existem abelhas nativas tão generalistas quanto esta espécie exótica. Além disso, algumas espécies nativas também acabam pilhando espécies vegetais e esgotando recursos devido à alta

frequência de visitas (Polatto & Alves 2008, Bezerra et al. 2009, Aranda et al. 2011). Desta forma, comparar o papel de *A. mellifera* com outras abelhas nativas abundantes é um provável caminho para prever possíveis substituições futuras, compensação ecológica e mudança na estrutura da rede de interações da comunidade.

Neste estudo investigamos as preferências florais, comportamento durante as visitas, o uso de recursos e a importância de *A. mellifera* na rede de interações entre plantas e espécies de abelhas. Comparamos ainda o comportamento e papel de *A. mellifera* com *T. spinipes* nas redes de interação, uma vez que estas são as espécies de abelhas mais abundantes.

Métodos

Área de estudo e coleta de dados

As coletas foram feitas no Pantanal sul-mato-grossense, que possui clima Tropical Chuvoso de Savana, subtipo *Aw* (Kottek et al. 2006), com duas estações bem definidas, uma chuvosa (outubro a março) e outra seca (abril a setembro), com temperatura média anual de 26°C e pluviosidade entre 800 e 1400 mm/ano, sendo que 80% das chuvas ocorrem entre os meses de novembro e março (Silva et al. 2000).

As coletas foram realizadas mensalmente em 36 áreas distribuídas na região do Pantanal sul-mato-grossense (figura 1), entre outubro de 2014 e setembro de 2015, das 7h00min às 18h00min. Em cada coleta foram amostradas seis áreas onde eram estabelecidas 10 parcelas de 10 m² contemplando todas as espécies vegetais floridas, sendo cada planta observada ininterruptamente por 10 minutos para observações do comportamento das abelhas durante as visitas. As abelhas foram coletadas utilizando rede entomológica.

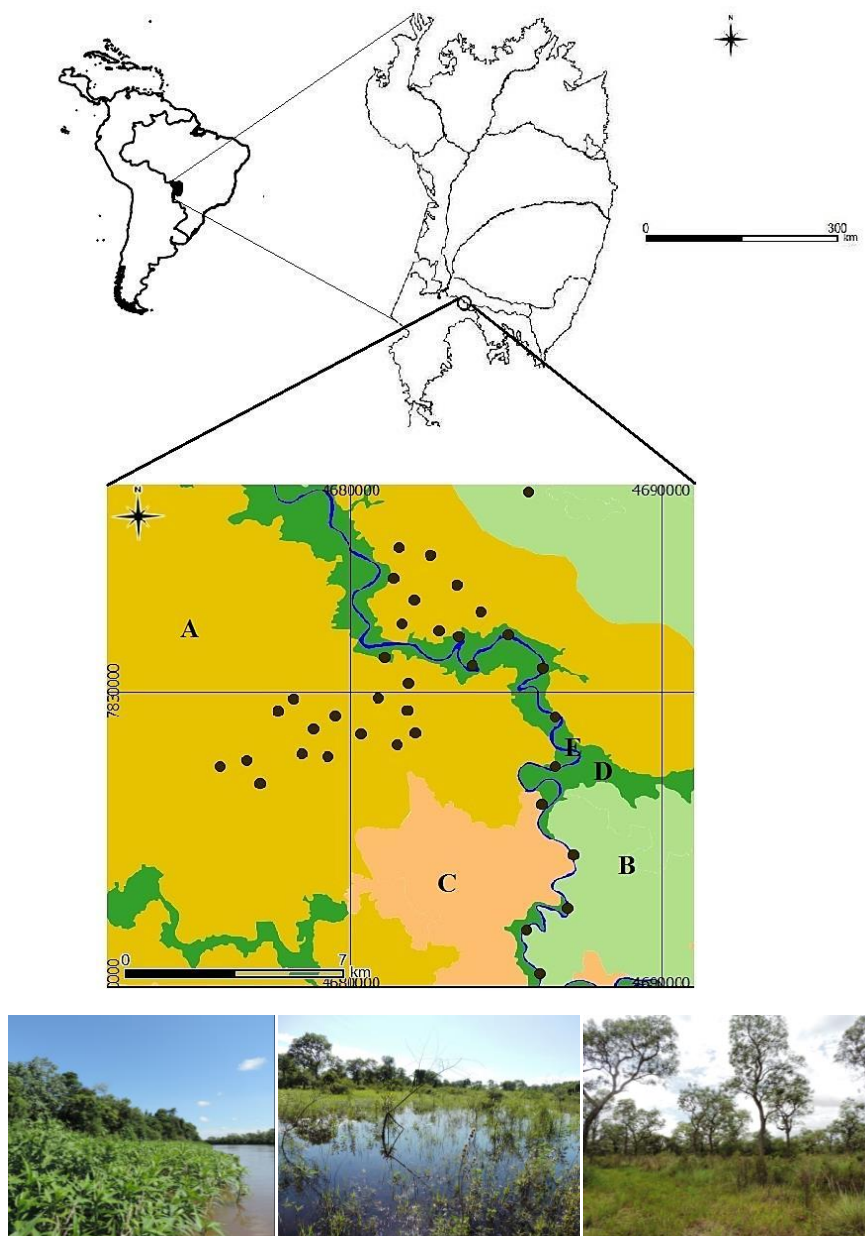


Figura 1. Localização de 36 áreas de coleta (pontos pretos) no Pantanal sul-matogrossense. As áreas estão inseridas em diferentes formações vegetais características do Pantanal (*sensu* Silva et al. 2011): A) savana estépica, B) Savana (Cerrado), C) Ecótono (Savana e Savana Estépica), D) mata ciliar; E) corpo hídrico (Rio Miranda). As fotos abaixo mostram detalhes das áreas: da esquerda para direita mata ciliar do Rio Miranda, área de canjeiqueral (formação monodominante de *Byrsonima orbignyana*) e paratidal (formação monodominante de *Tabebuia aurea*).

As abelhas coletadas foram alfinetadas, identificadas com auxílio de chaves taxonômicas e consulta a especialistas, e posteriormente depositadas na Coleção Zoológica de Referência da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (ZUFMS). Material testemunho das espécies vegetais foi coletado, identificado por especialistas e por comparação com material de herbário e depositado no Herbário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CGMS). A classificação vegetal seguiu APGIII (2009) e a nomenclatura das espécies foi verificada nos arquivos do Missouri Botanical Garden (MOBOT 2011).

A determinação da atuação das abelhas durante as visitas foi realizada através de observação direta das visitas às flores, sendo considerada polinizadora quando a abelha apresentou comportamento e tamanho adequados para contactar anteras (receber pólen no corpo) e estigma(s) (depositar pólen) durante a visita. Foi considerada pilhadora quando não contactou as estruturas reprodutivas da flor e utilizou/coletou recursos florais (sensu Inouye 1980). Para contabilizar os espécimes das duas abelhas mais abundantes, nós consideramos indivíduo novo a partir do momento que o espécime abandonava a flor. Todas as espécies de abelhas desse estudo foram medidas e classificadas em pequenas ($\leq 7,0$ mm), médias ($\geq 7,1$ mm ≤ 12 mm) e grandes ($\geq 12,1$ mm) (sensu Machado & Lopes 2004), sendo divididas em abelhas de língua longa e curta de acordo com descrição da família a qual pertencem.

As flores visitadas foram separadas em seis tipos florais (modificado de Faegri & van der Pijl 1979): (1) inconspícuo (< 4 mm); (2) taça; (3) tubo (4) estandarte; (5) pincel; e (6) goela. Foram consideradas sete categorias de acordo com a coloração principal mais conspícua: branca, esverdeada (incluindo bege e creme), amarela, laranja, rosa, violeta/lilás (incluindo azul) e vermelha e agrupamos classes de recursos florais segundo sua disponibilidade: néctar, pólen, óleo, tecido floral e pólen/néctar (sensu

Machado & Lopes 2004). Além disso, classificamos a organização das unidades de polinização (flores ou inflorescências) de acordo com o modo de visita das abelhas em individual ou coletivista. As flores foram analisadas quanto ao tipo de odor, se perceptível, em agradável (ao olfato humano) ou idiopático (desagradável ou fétido). Seis flores de cada espécie foram medidas (diâmetro e comprimento) com auxílio de paquímetro digital (0,01mm) e classificadas segundo seu tamanho: em grandes (> 10 mm), médias (> 5 mm e < 10mm) e pequenas (< 5 mm).

Análise de dados

As matrizes binárias (presença-ausência) e ponderadas (incorporando frequência de visitas) foram elaboradas com dados das espécies vegetais e de todas as abelhas, apenas com *A. mellifera* e *T. spinipes* e somente com *A. mellifera*, para entendimento das interações da comunidade, das espécies de abelhas mais abundantes e da espécie exótica, respectivamente. Essas matrizes foram caracterizadas quanto ao número de abelhas e de plantas envolvidas (número de espécies), número de interações observadas, tamanho da rede (soma dos animais com as plantas) e comportamento de visita. Utilizando o programa Pajek 2.02 (Batagelj & Mrvar 1998), representamos as redes de interação como grafos bipartidos, onde acrescentamos características biológicas das espécies, como comportamento, tipos florais, tamanho das flores e a proximidade por grau [grau relativo das espécies = grau (número de interações da espécie na rede) / grau máximo possível], sendo possível verificar a diferença e a representatividade de cada espécie dentro da rede.

O aninhamento, que mede o quanto das interações estabelecidas por espécies especialistas são um subconjunto das interações realizadas por espécies mais

generalistas, foi utilizado para verificar o padrão estrutural da rede. O índice NODF (“Nestedness Metric Based on Overlap and Decreasing Fill”) (Almeida-Neto et al. 2008) foi utilizado para verificar o aninhamento. Ele foi calculado por meio do programa Aninhado 3.0 (Guimarães & Guimarães 2006).

A modularidade da rede de interações entre as abelhas e as espécies de plantas foi calculada para verificar possíveis especializações das abelhas relacionadas com características florais das espécies vegetais. A modularidade é uma propriedade da rede relacionada ao número de subconjuntos de vértices e à conectividade entre eles, sendo um módulo nada mais do que um subconjunto de vértices, onde a densidade de conexões é maior entre vértices do módulo do que entre estes e outros vértices (Bascompte et al. 2003). Para identificar possíveis módulos, foi utilizada a fórmula de Newman & Girvan (2004), sendo a modularidade estimada por meio do algoritmo “simulated annealing”, no programa MODULAR (Marquitti et al. 2014) e sua significância foi testada utilizando o modelo nulo tipo CE. A análise de modularidade e de aninhamento das redes de interações foi feita com a presença e ausência da espécie exótica *Apis mellifera*, a fim de avaliar a sua influência nos valores das métricas de redes.

Trigona spinipes e *A. mellifera* possuem características semelhantes (tamanho corporal, tamanho da língua, nível de generalismo e hábito social) e para comparar as duas espécies de abelhas mais importantes na rede, foi realizado um teste de comparação de médias entre a centralidade por grau e o grau (número de interações) de cada espécime de *T. spinipes* e *A. mellifera*, para saber se existe diferença no número de espécies vegetais visitadas e na frequência de visitação. Como a distribuição dos dados não era normal, fizemos um teste de Mann-Whitney para a comparação de medianas entre as variáveis.

Resultados

Apis mellifera foi registrada visitando flores de 36 espécies vegetais de 19 famílias (material suplementar – Anexo I). *Richardia grandiflora* (Rubiaceae) e *Ludwigia elegans* (Onagraceae) foram as mais visitadas (114 e 113 visitas respectivamente) por espécie. *Paullinia pinnata* (Sapindaceae), *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae) e *Polygonum ferrugineum* (Polygalaceae) também tiveram suas flores frequentemente visitadas (em torno de 60 visitas cada). *Apis mellifera* foi dominante nas interações antagonistas e mutualistas, sendo representada por 831 foram do total de 1.202 abelhas visitando flores.

Na maioria de suas visitas (81%) *A. mellifera* atuou como polinizadora e no restante das visitas esta espécie atuou como pilhadores (figura 2). Quanto às espécies vegetais que receberam visitas de *A. mellifera*, em 64% a abelha atuou exclusivamente como polinizadora e em 33% o comportamento foi tanto de polinização quanto de pilhagem. Em apenas 3% das espécies vegetais visitadas *A. mellifera* atuou exclusivamente como pilhadora. Dentre as espécies vegetais que atuou como polinizadora (35 spp.), em apenas quatro a quantidade de interações mutualísticas (polinização) efetuadas por polinizadores nativos (figura 3) foi em quantidade superior às realizadas por *A. mellifera*.

Durante as visitas, indivíduos de *A. mellifera* coletaram apenas néctar e pólen. Em 42% das espécies de plantas visitadas, a abelha coletou exclusivamente néctar durante o forrageio e em 36% coletou tanto néctar quanto pólen. Nas demais espécies vegetais (22%), essas abelhas coletaram exclusivamente pólen. Quanto ao recrutamento de abelhas para o forrageio, 437 indivíduos de *A. mellifera* coletaram exclusivamente néctar, 318 apenas pólen e 76 ambos os recursos durante as visitas.

Quanto às espécies nativas, foram registrados 218 visitas de *T. spinipes* visitando flores de 15 espécies vegetais de 12 famílias (figura 4). As famílias Malvaceae e Pontederiaceae foram as mais representativas, com duas espécies cada. *Tabebuia aurea* foi a espécie que recebeu maior quantidade de visitas (90 indivíduos de abelhas), seguida por *Inga vera* (42). Das visitas registradas, 114 foram de pilhagem do recurso floral e 104 de polinização, o que foi registrado em 14 espécies vegetais. Em nove destas, *T. spinipes* atuou apenas como polinizador, enquanto em outras cinco desempenhou tanto papel de polinizador quanto de pilhador. Em apenas uma espécie *T. spinipes* atuou exclusivamente como pilhador. Em relação às outras abelhas nativas (26 espécies), visitas foram registradas em 26 espécies vegetais, onde a maioria (140 visitas) foram de polinização e apenas 13 visitas de abelhas dos gêneros nativos *Bombus* spp., Halictidae spp. e *Centris* spp. foram registradas pilhagem.

A modularidade da rede de interações entre abelhas e espécies vegetais não foi significativa ($M = 0,57$; $p = 0,07$), o que não nos permitiu inferir se determinadas preferências florais podiam indicar a ocorrência de módulos. Já o aninhamento foi significativo ($NODF = 70,4$; $p < 0,001$), sendo que na rede o domínio de algumas espécies generalistas pode ser verificado (figura 4). Após a retirada de *A. mellifera* da rede houve diminuição da modularidade, contudo continuou sendo não significativa ($M = 0,49$; $p = 0,79$;) e o aninhamento também diminuiu, mas ainda foi significativo ($NODF = 55,2$; $p < 0,001$). Em relação à comparação entre as interações de *T. spinipes* e *A. mellifera*, não houve diferença significativa entre o grau ($U = 5955$; $p = 0,075$) e a centralidade por grau ($U = 6607,5$; $p = 0,057$) das duas espécies (figura 5).

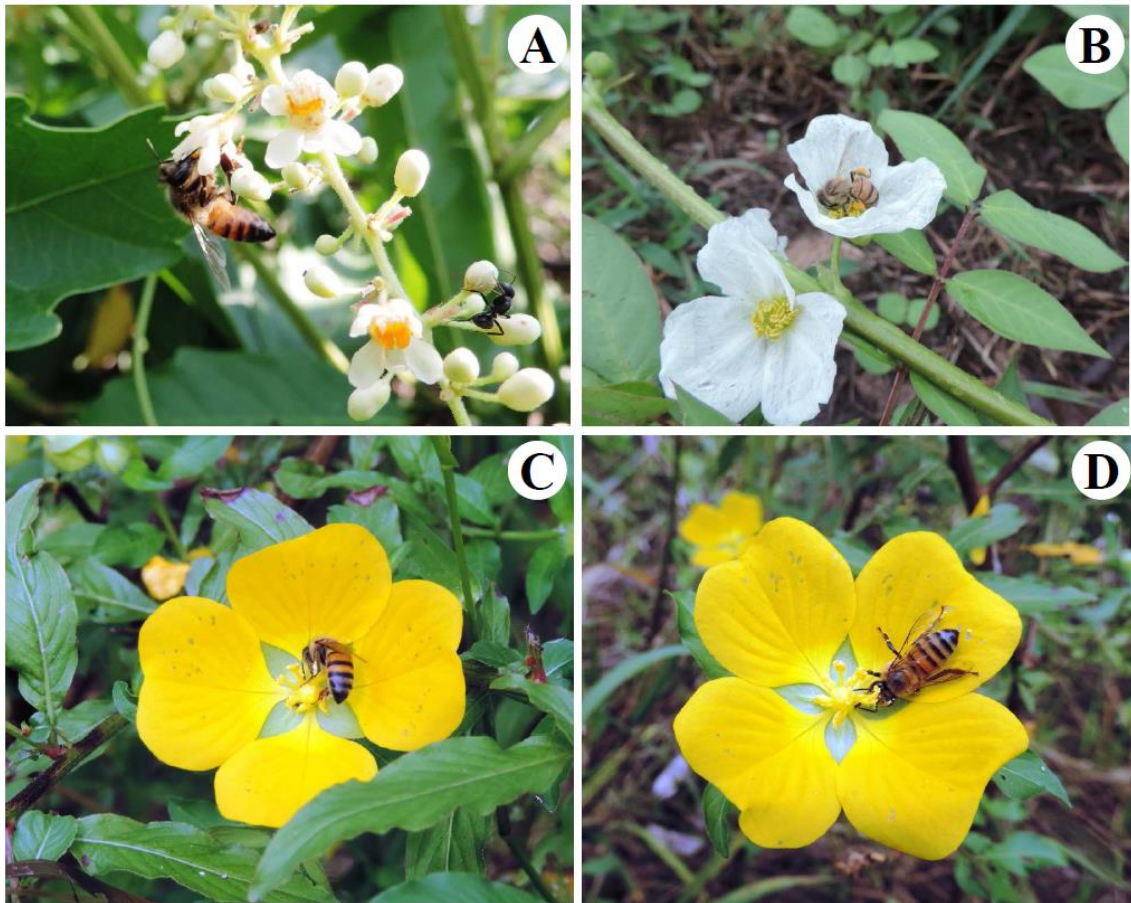


Figura 2. *Apis mellifera* polinizando flor de *Paulinia pinnata* (A), *Echinodorus grandiflorus* (B) e *Ludwigia elegans* (D). Em D, a abelha recolhe pólen caído sobre as pétalas de *Ludwigia elegans* (pilhagem).

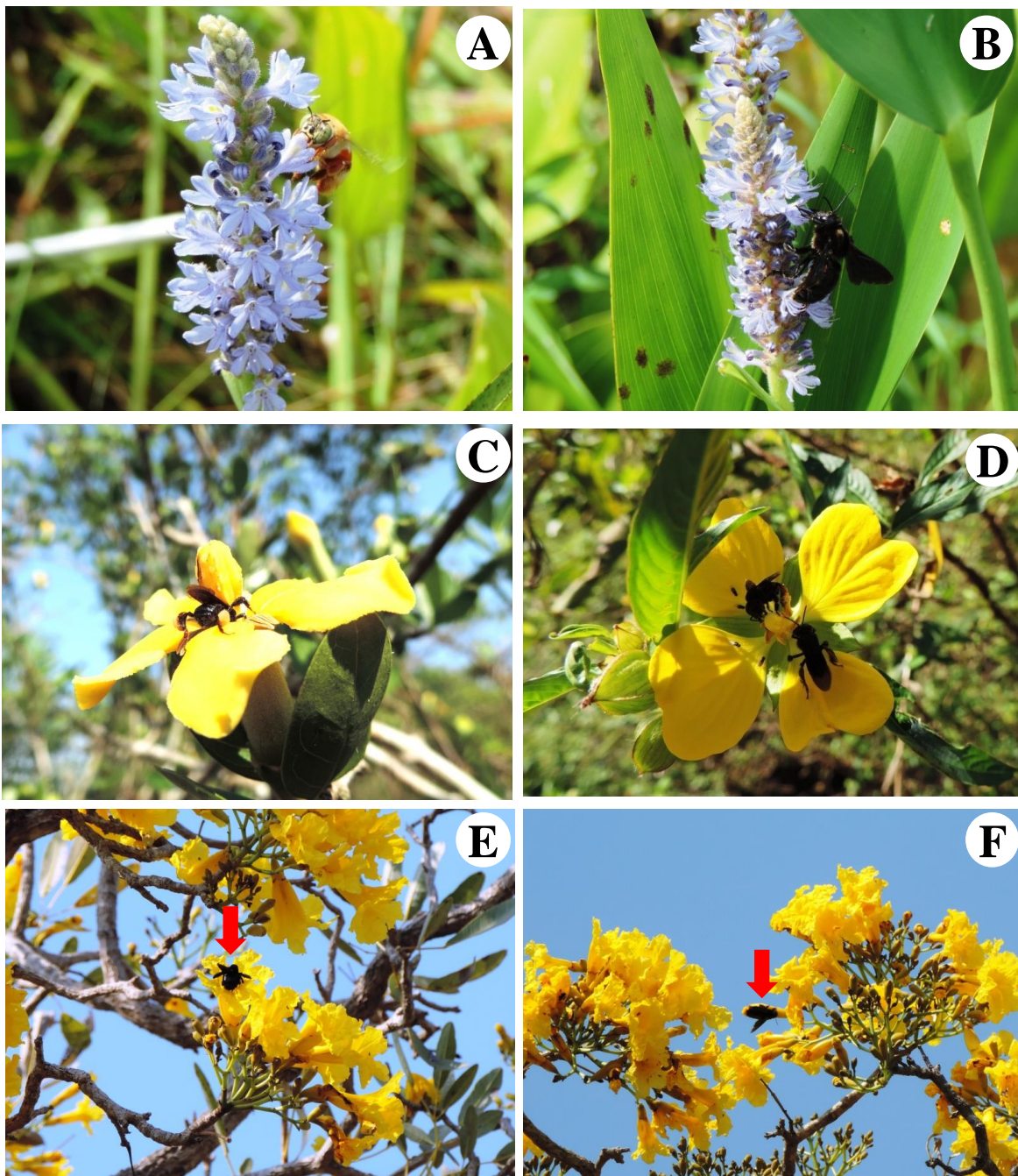


Figura 3. Abelhas nativas visitando flores. Em A e B, respectivamente, abelhas *Centris* e *Xylocopa* visitando flor de *Pontederia lanceolata*; Em C e D abelhas *Trigona spinipes* em flor de *Genipa americana* e de *Ludwigia elegans*, respectivamente. Em E, abelha *Bombus* acessando recurso de forma legítima e em F de forma ilegítima em flores de *Tabebuia aurea*.

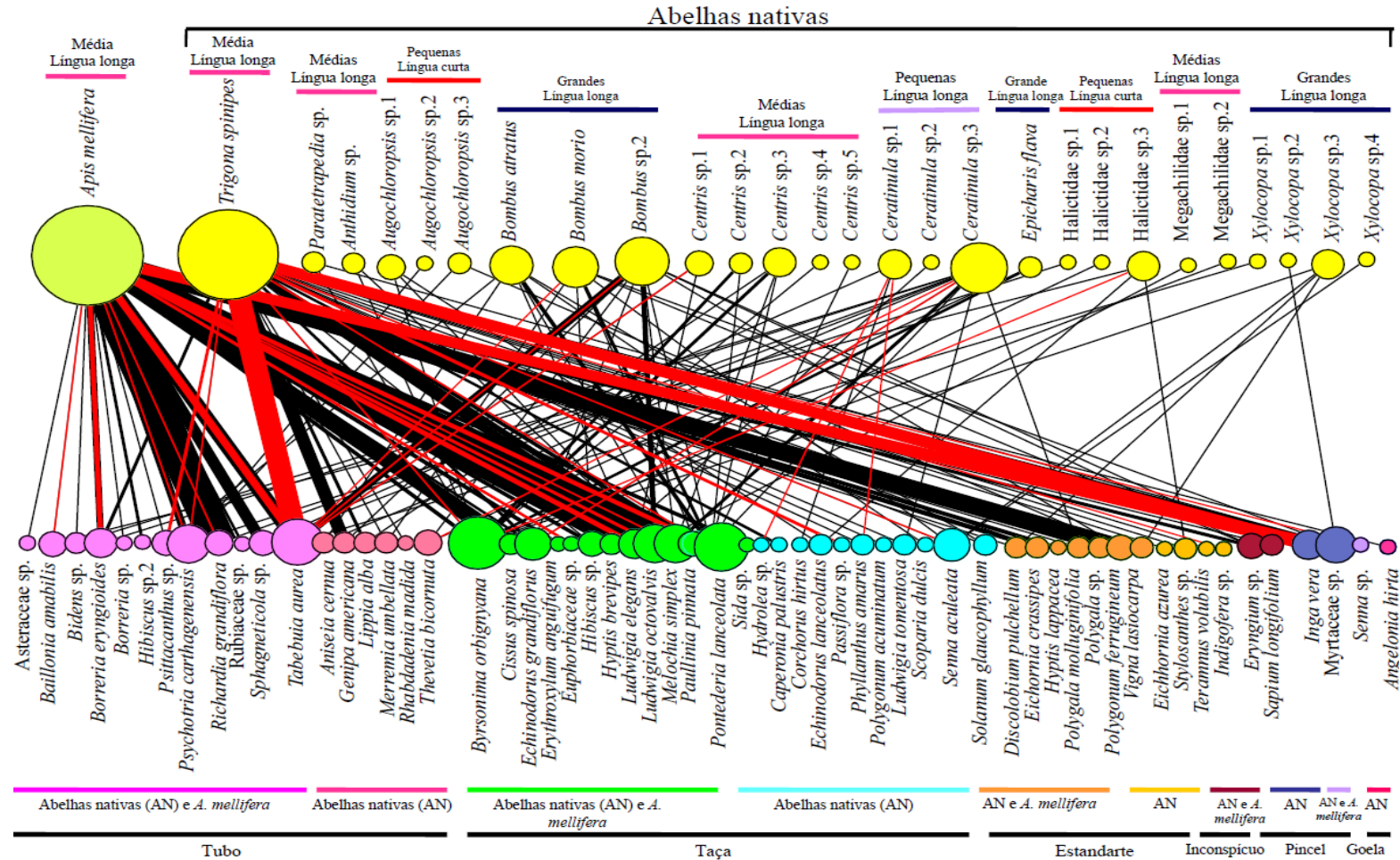


Figura 4. Rede de interações entre espécies vegetais e abelhas no Pantanal sul-mato-grossense (dados referentes a observações entre outubro de 2014 e setembro de 2015). As linhas pretas representam interações que resultaram em eventos de polinização e as vermelhas em pilhagem. As demais cores indicam tipo floral e se a visita foi por abelhas nativas (AN) ou *Apis mellifera*. Quanto maior o vértice, maior a proximidade por grau e consequente importância na rede.

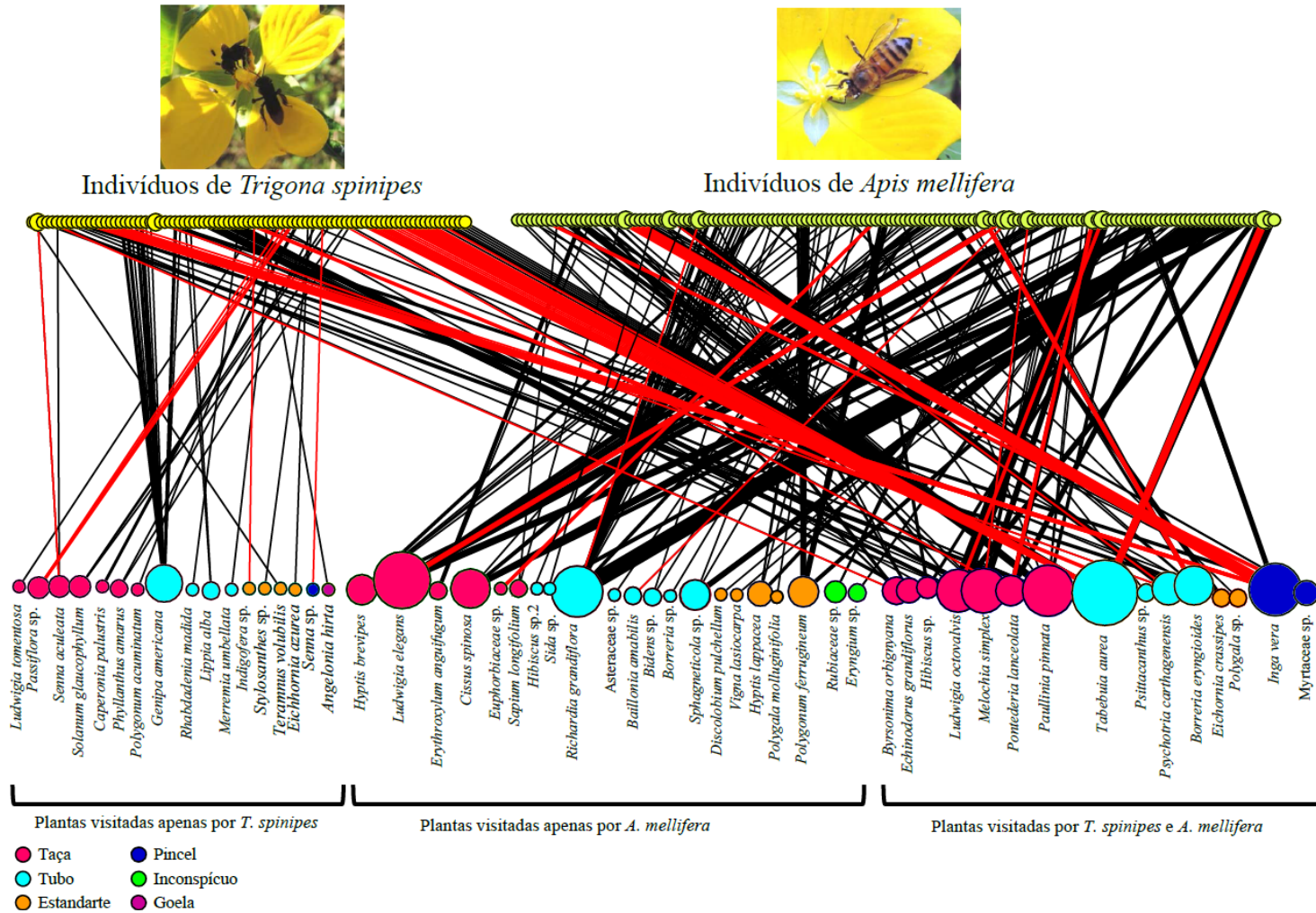


Figura 5. Rede de interações entre espécies vegetais e abelhas *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* no Pantanal sul-mato-grossense (dados referentes a observações entre outubro de 2014 e setembro de 2015). As linhas pretas representam interações que resultaram em eventos de polinização e as vermelhas em pilhagem. Quanto maior o vértice, maior a proximidade por grau e consequente importância na rede.

Discussão

O sucesso no processo de invasão, estabelecimento e manutenção de organismos exóticos depende das interações ecológicas realizadas na comunidade invadida (Gross 2001). Para indivíduos da espécie invasora, adquirir e manter interações pode promover uma autopropagação, por meio da qual o invasor aumenta o sucesso reprodutivo e dominância da sua espécie na comunidade (Aizen et al. 2008). Neste estudo, a dominância nas visitas, a elevada quantidade de espécies vegetais e a variedade de grupos taxonômicos de plantas visitadas por *A. mellifera* indicam que esta espécie teve sucesso em seu processo de invasão e estabelecimento na região do Pantanal sul-matogrossense.

Dentre as famílias vegetais com maior frequência de visitas por *A. mellifera*, Rubiaceae e Asteraceae destacam-se como importantes fontes alimentares para as colmeias da variedade africanizada na região Neotropical (Ramalho et al. 1990). Excetuando-se oito espécies (Asteraceae sp., *Erythroxylum anguifugum*, Euphorbiaceae sp., *Hyptis lappacea*, *Hibiscus* sp.2, *Sida* sp., *Borreria* sp., Rubiaceae sp.) nas quais foram registradas apenas visitas de *A. mellifera*, houve compartilhamento dos recursos florais entre esta espécie e as nativas, sendo a quantidade de visitas realizadas por *A. mellifera* muito superior a soma de todas as demais. Estas abelhas exóticas tem o potencial de interferir repelindo ou deslocando outros visitantes e reduzindo ou exaurindo os recursos florais disponíveis (Carmo et al. 2004).

Durante visitas às flores, *A. mellifera* atuou predominantemente como polinizadora, apresentando comportamento de tocar as partes reprodutivas das plantas. Contudo, em alguns casos foi observado tanto polinização quanto pilhagem durante visitas de abelhas africanizadas. Com tal comportamento, estes visitantes florais exóticos aumentam os custos da polinização para a planta, pois causam reduções na quantidade de visitas legítimas (Kenta

et al. 2007). Em apenas uma espécie vegetal (uma Euphorbiaceae) a abelha africanizada atuou apenas como pilhadora. Segundo Horskins & Turner (1999) a pilhagem por visitantes florais tem o potencialmente afetar negativamente o sucesso reprodutivo das plantas nativas pela redução do suprimento de recursos, substituição de polinizadores nativos e alteração do fluxo de pólen entre as plantas.

O comportamento de forrageio generalista e oportunista de *A. melífera* evidenciado neste estudo corrobora com o de outros trabalhos (Visscher & Seeley 1982, Martins & Aguilar 1992), onde essa esta espécie de abelha busca preferencialmente néctar assim como em outras regiões adjacentes ao Pantanal (e.g. Caatinga – Machado & Lopes 2004, Cerrado –, Pedro & Menezes 1991, Aoki 2012). O néctar constitui a maior fonte energética para as colônias da abelha africanizada (Pernal & Currie 2001), por esta razão elas recrutam mais indivíduos para coletar néctar do que pólen (Visscher & Seeley 1982). A taxa de indivíduos coletando pólen também foi expressiva, sendo a coleta de pólen regulada segundo as variações na demanda proteica da colônia e influenciada pela qualidade de pólen coletado (Pernal & Currie 2001).

Além de *A. mellifera*, algumas abelhas nativas também apresentaram comportamentos generalistas corroborando outros estudos que têm revelado que as interações entre flores e abelhas são predominantemente generalistas, quando demonstram que as abelhas não utilizam apenas flores melitófilas, e que as espécies vegetais, por sua vez, são visitadas por muitas espécies de abelhas (Bezerra et al. 2009, Santos et al. 2010).

As interações entre plantas e abelhas evidenciadas neste estudo foram marcadas pela heterogeneidade, onde um pequeno número de espécies de abelhas estabeleceu relações com um grande número de espécies vegetais, enquanto que a maioria estabeleceu interações com apenas uma espécie vegetal e vice-versa. Tais características sugerem um sistema assimétrico de interações entre plantas e polinizadores (e.g., Vazquez & Aizen 2004). Esse padrão de

arquitetura organizacional da rede reduz a competição interespecífica e incrementa a biodiversidade (Bastolla et al. 2009). A assimetria das interações é uma das propriedades de uma rede de interações aninhada, esperada para redes ditróficas de interações mutualistas (Guimarães et al. 2007). A rede estabelecida entre plantas e abelhas tem as três características básicas de uma rede aninhada (sensu Guimarães et al. 2007): (i) um núcleo coeso de generalistas interagindo entre si, (ii) especialistas interagindo com generalistas e (iii) ausência de interações entre especialistas. Uma das explicações possíveis para a organização das redes aninhadas está relacionada à abundância das espécies, sendo as mais abundantes mais generalistas e as menos abundantes com espectro de parceiros reduzido (Lewinsohn et al. 2006). Aqui, registrou-se as espécies de abelhas mais abundantes, *A. mellifera* e *T. spinipes*, visitando grande parte da comunidade vegetal com flores e as demais espécies de abelhas menos abundantes se concentrando nas visitas a poucas espécies vegetais. A presença de *A. mellifera* na rede de interações evidencia-se pela interação principalmente com espécies vegetais generalistas nativas, o que acaba aumentando o aninhamento da rede (Traveset et al. 2013, Giannini et al. 2015).

Apesar do comportamento de pilhagem ser apresentado por *A. mellifera* e *T. spinipes*, a maioria das interações resultou em comportamento adequado para serem consideradas polinizadoras e essas espécies supergeneralistas interagiram com vários grupos de espécies, atuando como conectoras. Apesar de suas semelhanças, muitas espécies visitadas não são compartilhadas entre elas, apresentando diferenças no seu forrageamento, o que resulta em maior quantidade de flores visitadas e melhor serviço de polinização (ampla gama de espécies vegetais visitadas) considerando as duas espécies (Cortopassi-Laurino et al. 1988, Krishna et al. 2008, Traveset et al. 2013). Por outro lado, o alto número de visitas pelas abelhas em várias espécies vegetais pode não ser vantajoso para a planta. Apenas apresentar tamanho e comportamento adequado para realizar a polinização, muitas vezes por conta de sua

“promiscuidade” em termos de visita. Essas espécies de abelhas supergeneralistas podem ainda atuar negativamente, uma vez que podem “sujar” o estigma das plantas com pólen de outras espécies, causando até mesmo um possível entupimento de estigma e diminuição do sucesso reprodutivo da planta (Jager et al. 2011).

Essas duas espécies de abelhas se assemelham em outros fatores, mas principalmente em sua abundância, grau e centralidade na rede, neste estudo, e ainda devido à sua capacidade de ampla distribuição, ocupando as diferentes formações vegetais e a relativa independência de cavidades para construir seus ninhos. Alguns autores afirmam que grande número de interações realizadas por algumas espécies pode estar associado à abundância de indivíduos (Krishna et al. 2008, Giannini et al. 2015).

A morfologia floral e a oferta de recursos delimitam as síndromes de polinização, sendo que cor e forma das flores, presença de recompensas e sistemas sexuais podem restringir ou orientar a acessibilidade do visitante aos recursos florais (Sakai et al. 1998). Neste sentido, embora visitantes específicos sejam observados em determinadas flores supostamente adaptadas a tipos específicos de polinizadores (Faegri & Pijl 1979), neste estudo não foi observada relação entre morfologia floral e especialidade de espécies de abelhas. Tal resultado foi evidenciado pela modularidade da rede não ser significativa.

Na comparação entre a rede *A. mellifera* e *T. spinipes* e suas plantas interagentes a modularidade não significativa e o alto aninhamento sugerem não existir preferências por atributos florais pelas espécies de abelhas. Assim, o generalismo de *A. mellifera* e *T. spinipes* torna a rede extremamente aninhada e com visitas em diferentes tipos florais. No geral, os resultados sugerem que as espécies invasoras altamente generalistas alteram a estrutura das redes de interação (aumentam o aninhamento devido ao alto generalismo, evitam a formação de módulos específicos) e podem agir de forma diferente de outras espécies igualmente

generalistas. Assim, esse estudo mostra o aumento do aninhamento da rede de interações entre abelhas e plantas na presença de *A. mellifera*.

Por fim, nossos resultados demonstram que *A. mellifera* apresenta sucesso no seu processo de invasão e estabelecimento na região do Pantanal sul-matogrossense. Tendo um comportamento generalista e oportunista na busca do recurso, esta abelha atuou predominantemente como polinizadora durante as visitas. Além disso, houve compartilhamento dos recursos florais entre esta espécie abelha invasora e as nativas, sendo *A. mellifera* numericamente dominante nas visitas. *Apis mellifera* visitou quase toda a comunidade vegetal estudada contribuindo para a estrutura aninhada da rede. Na rede *A. mellifera* atuou como conectora interagindo com um grande número de subgrupos. Não sendo observada relação entre morfologia floral e especialidade de espécies de abelhas. Devido ao alto generalismo da espécie invasora há aumento do aninhamento, evitando a formação de módulos específicos, e a especialização das espécies. *Apis mellifera* e *T. spinipes*, ambas generalistas, ofereceram serviços de polinização a diferentes espécies.

Literatura citada

Aizen MA, Morales CL & Morales JM. 2008. Invasive Mutualists Erode Native Pollination Webs. PLoS Biology 6: 396-403.

Aizen MA, Morales CL, Vázquez DP, Garibaldi LA, Sáez A & Harder LD. 2014. When mutualism goes bad: density-dependent impacts of introduced bees on plant reproduction. New Phytologist 2: 322-328.

Almeida-Neto M, Guimarães P, Guimarães Jr PR, Loyola R & Ulrich W. 2008. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. Oikos 117: 1227-1239.

Aoki C. 2012. O fogo no Parque Nacional das Emas: efeitos na comunidade vegetal, fauna antófila e redes de interação. Tese de doutorado - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, pp. 122.

APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.

Aranda R, Catian G, Bogiani PA, Inforzato I. 2011. Effect of nectar pillaging by native stingless bees (Hymenoptera: Apidae) in the abscission of flowers of *Bougainvillea spectabilis* Willd. (Nyctaginaceae). *Acta Scientiarum Biological Sciences* 33: 399-405.

Barros MG. 1998. Sistemas reprodutivos e polinização em espécies simpátricas de *Erythroxylum* P. Br. (Erythroxylaceae) do Brasil. *Revista brasileira de Botânica* 21: 159-166.

Bascompte J, Jordano P, Melián CJ & Olesen JM. 2003. The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100: 9383-9387.

Bastolla U, Fortuna MA, Pascual-Garcia A, Ferrera A, Luque B, Bascompte J. 2009. The architecture of mutualistic networks minimizes competition and increases biodiversity. *Nature* 458: 1018–1020.

Batagelj, V. & Mrvar, A. 1998. Pajek: program for analysis and visualization of large networks. Disponível em: <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>. Acesso em 14/01/2016.

Bawa KS. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 399-422.

Bezerra ES, Lopes AV & Machado IC. 2009. Biologia reprodutiva de *Byrsonima gardnerana* A. Juss. (Malpighiaceae) e interações com abelhas *Centris* (Centridini) no nordeste do Brasil. *Brazilian Journal of Botany* 32: 95-108.

Blüthgen N. 2012. Interação plantas-animais e a importância funcional da biodiversidade. In: *Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva* (Eds. K Del-Claro & HM Torezan-Silingardi), pp. 261-272. Technical Books, Rio de Janeiro.

Burkle LA & Alarcón R. 2011. The future of plant – pollinator diversity: understanding interaction networks across time, space, and global change. *American Journal of Botany* 98: 528–538.

Carmo RM, Franceschinelli EV & Silveira FA. 2004. Introduced honeybees (*Apis mellifera*s) reduce pollination success without affecting the floral resource taken by native pollinators. *Biotropica* 36: 371-376.

- Cortopassi-Laurino M, Ramalho M. 1988. Pollen harvest by Africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo, botanical and ecological views. *Apidologie* 19: 1–24.
- Dick CW. 2001. Genetic rescue of remnant tropical trees by an alien pollinator. *Proceedings Biological Sciences/The Royal Society* 268: 2391–2396.
- Faegri K & van der Pijl. 1979. *The principles of pollination ecology*. Oxford, Pergamon Press, ed. 3 (revised edition).
- Fontaine C, Dajoz I, Meriguet J & Loreau M. 2006. Functional diversity of plant-pollinator interaction webs enhances the persistence of plant communities. *PLoS Biology* 4: e1.
- Giannini TC, Garibaldi LA, Acosta AL, Silva JS, Maia KP, Saraiva AM, Guimarães Jr PR & Kleinert AMP. 2015. Native and Non-Native Supergeneralist Bee Species Have Different Effects on Plant-Bee Networks. *PLoS One* 10: 1-13.
- Goulson D. 2003. Effects of introduction bees on native ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 1-26.
- Gross CL. 2001. The effect of introduced honeybees on native bee visitation and fruit-set in *Dillwynia juniperina* (Fabaceae) in a fragmented ecosystem. *Biological Conservation* 102: 89-95.
- Guedes-Bruni RR, Morin MPM, Lima HC & Sylvestre LS. 2002. Inventário florístico; p. 24-49. *In: Sylvestre, L.S.; Rosa, M.M.T. (org.): Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica*. Rio de Janeiro: Ed. Seropédica. 121 p.
- Guimarães PR & Guimarães P. 2006. Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. *Environmental Modelling & Software* 21: 1512-1513.
- Guimarães PR, Sazima C, Reis SF & Sazima I. 2007. The nested structure of marine cleaning symbiosis: is it like flowers and bees? *Biology Letters* 3: 51-54.
- Guimerà R & Amaral L. 2005. Functional cartography of complex metabolic networks. *Nature* 433: 895-900.
- Han F, Wallberg A & Webster MT. 2012. From where did the Western honeybee (*Apis mellifera*) originate? *Ecology and Evolution* 2: 1949–1957.

- Horskins K & Turner VB. 1999. Resource use and foraging patterns of honeybee, *Apis mellifera*, and native insects on flowers of *Eucalyotus costata*. *Australian Journal of Ecology* 24: 221-227.
- Inouye DW. 1980. The terminology of floral larceny. *Ecology Society of America* 61: 1251-1253.
- Jager ML, LL Dreyer, Ellis AG. 2011. Do pollinators influence the assembly of flower colours within plant communities? *Oecologia* 166: 543–553.
- Kevan PG & Phillips T. 2001. The economics of pollinator declines: assessing the consequences. *Conservation Ecology* 5: 1-8.
- Kenta T, Inari N, Nagamitsu T, Goka K & Hiura T. 2007. Commercialized European bumblebee can cause pollination disturbance: an experiment on seven native plant species in Japan. *Biological Conservation* 134: 298–309.
- Kluser S & Peduzzi P. 2007. Global pollinator decline: a literature review. *United Nations Environment Programme* 1: 1-13.
- Kottek M, Grieser J, Beck C, Rudolf B & Rubel F. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift* 15: 259-263.
- Krishna A, Guimaraes PR, Jordano P & Bascompte J. 2008. A neutral-niche theory of nestedness in mutualistic networks. *Oikos* 2008 117: 1609–1618.
- Lewinsohn TW, Prado PI, Jordano P, Bascompte J & Olesen JM. 2006. Structure in plant-animal interaction assemblages. *Oikos* 113: 174-184.
- Longo JM & Fischer EA. 2006. Efeito da taxa de secreção de néctar sobre a polinização e a produção de sementes em flores de *Passiflora speciosa* Gardn. (Passifloraceae) no Pantanal. *Revista brasileira de Botânica* 29: 3-8.
- Lurgi M, López NBC, Joppa LN & Montoya JM. Network complexity and species traits mediate the effects of biological invasions on dynamic food webs. *Frontiers in Ecology and Evolution* 2: 1-11.

- Martins CF & Aguilar JBV. 1992. Visits at a feeding station during the dry season of africanized honey bees and native social insects in the brasilian Caatinga. *Entomologia Generalis* 17: 9-15.
- Machado IC & Lopes AV. 2004. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. *Annals of Botany* 94: 365-376.
- Marquitti FMD, Guimaraes PR, Pires MM, Bittencourt LF. 2014. MODULAR: Software for the Autonomous Computation of Modularity in Large Network Sets. *Ecography* 37: 221–224.
- Mello MAR, Marquitti FMD, Guimarães Jr. PR, Kalko EKV, Jordano P, Aguiar MAM. 2011. The modularity of seed dispersal: differences in structure and robustness between bat– and bird–fruit networks. *Oecologia* 176: 131–140.
- Minussi LC & Alves-dos-Santos I. 2007. Abelhas nativas versus *Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera: Apidae). *Bioscience Journal* 23: 58-62.
- Mobot: Missouri Botanical Garden. 2011. Tropicos.org. disponível em <http://www.tropicos.org>. Acesso em 08/01/2016.
- Neves EL. 2008. Polinização de espécies nativas da Caatinga e o papel da abelha exótica *Apis mellifera* L. Universidade Federal de Feira de Santana, Feira de Santana, 155pp. Dissertação? Tese? Referência incomplete.
- Newman M & Girvan M. 2004. Finding and evaluating community structure in networks. *Physical Review* 69: 26113.
- Olesen JM, Bascompte J, Dupont YO & Jordano P. 2007. The modularity of pollination networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 19891-19896.
- Paini DR. 2004. Impact of the introduced honey bee (*Apis mellifera*) (Hymenoptera: Apidae) on native bees: a review. *Austral Ecology* 29: 399–407.
- Paton DC. 1990. Budgets for the use of floral resources in mallee heath. In: *The Mallee Lands: A Conservation Perspective* (Eds. JC Noble, PJ Joss & GK Jones), pp. 189–193. Csiro, Melbourne.

Paton DC. 1993. Honeybees *Apis mellifera* in the Australian environment: does *Apis mellifera* disrupt or benefit native biota? *Bioscience* 43: 95–103.

Pedro SRM & Camargo JMF. 1991. Interactions on floral resources between the Africanized honey bee *Apis mellifera* L and the native bee community (Hymenoptera : Apoidea) in a natural "cerrado" ecosystem in southeast Brazil. *Apidologie* 22: 397 - 415.

Pernal SF & Currie RW. 2001. The influence of pollen quality on foraging behavior in honeybees (*Apis mellifera* L.). *Behavior Ecology Sociobiology* 51:53–68.

Pimm SL, Russell GJ, Gittleman JL & Brooks TM. 1995. The future of biodiversity. *Science* 269: 347–350.

Polatto LP & Alves Jr. VV. 2008. Utilização dos recursos florais pelos visitantes em *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Bignoniaceae). *Neotropical entomology* 37: 389-398.

Proctor M, Yeo P & Lack A. 1996. *The Natural History of pollination*. Portland, Timber Press.

Ramalho M, Kleinert-Giovannini A & Imperatriz-Fonseca VL. 1990. Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and Trigonini) and africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. *Apidologie* 21: 469-488.

Rader R, Howlett BG, Cunningham SA, Westcott DA, Newstrom-Lloyd LE, Walker MK, Teulon DAJ & Edwards W. 2009. Alternative pollinator taxa are equally efficient but not as effective as the honeybee in a mass flowering crop. *Journal of Applied Ecology* 46: 1080–1087.

Richardson DM, Allsopp N, D'Antonio CM, Milton SJ & Rejmanek M. 2000. Plant invasions: the role of mutualisms. *Biological Review* 75: 65-93.

Sakai Y, Koller A, Rangell LK, Keller GA & Subramani S. 1998. Peroxisome degradation by microautophagy in *Pichia pastoris*: identification of specific steps and morphological intermediates. *Journal of Cell Biology* 141: 625–636.

Santos GMM, Aguiar CML & Mello MAR. 2010. Flower-visiting guild associated with the Caatinga flora: trophic interaction networks formed by social bees and social wasps with plants. *Apidologie*: 466 – 475.

Sax DF, Stachowicz JJ, Brown JH, Bruno JF, Dawson MN, Gaines SD, Grosberg RK, Hastings A, Holt RD, Mayfield MM, O'Connor MI & Rice WR. 2007. Ecological and evolutionary insights from species invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 22: 465-471.

Seeley TD. 1984. *Honeybee ecology: a study of adaptation in social life*. Princeton University Press, Princeton, 201pp.

Silva CSP & Santos ML. 2008. Comportamento fenológico no evento pós-queima e biologia reprodutiva de *Spiranthera odoratissima* A. St.-Hil. (Rutaceae). *Biotemas* 21: 29-39.

Silva JSV, Pott A, Abdon AMM, Pott V, Santos K. 2011. Projeto GeoMS: cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, pp. 64.

Silva MP, Mauro R, Mourão G & Coutinho M. 2000. Distribuição e quantificação de classes de vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 143-152.

Soper J & Beggs JR. 2013. Assessing the impact of an introduced bee, *Anthidium manicatum*, on pollinator communities in New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 51: 213-228.

Sproesser RL, Rosina L & Vilpoux OF. 2010. Complementaridades da economia dos custos de transação e da teoria econômica das convenções: um estudo de caso do sistema agroindustrial do mel de Campo Grande – MS. *Organizações Rurais & Agroindustriais* 12: 308-322.

Thébault E & Fontaine C. 2010. Stability of Ecological Communities and the Architecture of Mutualistic and Trophic Networks. *Science* 329: 853-856.

Traveset A, Heleno R, Chamorro S, Vargas P, McMullen CK, Castro-Urgal R, Nogales M, Herrera HW, Olesen JM. 2013. Invaders of pollination networks in the Galápagos Islands: emergence of novel communities. *Proceedings of the Royal Society of London B* 280: 30–40.

Traveset A & Richardson DM. 2006. Biological invasions as disruptors of plant-animal reproductive mutualisms. *Trends in Ecology and Evolution* 21: 208-216.

Vilà M, Espinar JL, Hejda M, Hulme PE, Jarošík V, Maron JL, Pergl J, Schaffner U, Sun Y & Pyšek P. Ecological impacts of invasive alien plants: meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters* 14: 702–708.

Vásquez DP, Aizen MA. 2004. Asymmetric specialization: a pervasive feature of plant-pollinator interactions. *Ecology* 85: 1251-1257.

Visscher PK & Seeley TD. 1982. Foraging strategy of honeybee colonies in a temperate deciduous forest. *Ecology* 63: 1790–1801.

Waser NM, Chittka L, Price MV, Williams NM & Ollerton J. 1996. Generalization in pollination systems, and why it matters. *Ecology* 77: 1043-1060.

Wilcove DS, Rothstein D, Dubow J, Phillips A & Losos E. 1998. Quantifying threats to imperiled species in the United States. *BioScience* 48: 607–615.

Material suplementar. Características florais de espécies vegetais cujas flores foram visitadas por abelhas *Apis mellífera* no Pantanal sul-mato-grossense. Ta = Taça, In = Inconspícuo, Tu = Tubo, Pin = Píncel, Est = Estandarte, Go = Goela; G = Grande, P = Pequena, M = Média; Ind = individual; Co = coletiva; Imp = Imperceptível, Ag = Agradável; P = Pólen, N = Néctar.

Espécies	Tipo floral	Tamanho da flor	Unidade de polinização	Cor	Odor	Recurso
Alismataceae						
<i>Echinodorus grandiflorus</i> (Cham. & Schltld.) Micheli	Ta	G	Ind	Branca	Imp	P
<i>Echinodorus lanceolatus</i> Rataj	Ta	G	Ind	Branca	Imp	P
Apiaceae						
<i>Eryngium</i> sp.	In	P	Co	Lilás	Imp	N
Apocynaceae						
<i>Rhabdadenia madida</i> (Vell.) Miers	Tu	G	Ind	Rosa	Ag	N
<i>Thevetia bicornuta</i> Müll. Arg.	Tu	G	Ind	Amarela	Ag	N / P
Asteraceae						
Asteraceae sp.	Tu	P	Co	Branca	Imp	N / P
<i>Bidens</i> sp.	Tu	P	Co	Branca	Imp	N / P
<i>Sphagneticola</i> sp.	Tu	P	Co	Amarela	Imp	N / P
Bignoniaceae						
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	Tu	G	Ind	Amarela	Ag	N
Convolvulaceae						
<i>Aniseia cernua</i> Moric.	Tu	G	Ind	Branca	Imp	N / P
<i>Merremia umbellata</i> (L.) Hallier f.	Tu		Ind	Amarela	Imp	P
Erythroxylaceae						
<i>Erythroxylum anguifugum</i> Mart.	Ta	M	Ind	Branca	Imp	N
Euphorbiaceae						
<i>Caperonia palustris</i> (L.) A. St.-Hil.	Ta	P	Ind	Branca	Imp	N
Euphorbiaceae sp.	In	P	Ind	Violeta/lilas	Imp	P
<i>Sapium longifolium</i> (Müll. Arg.) Huber	In	P	Inter	Esverdeada	Imp	N / P
Fabaceae						
<i>Senna aculeata</i> (Pohl ex Benth.) H.S. Irwin & Barneby	Ta	G	Ind	Amarela	Ag	P
<i>Senna</i> sp.	Ta	M	Ind	Amarela	Imp	P
<i>Inga vera</i> Willd.	Pin	G	Ind	Branca	Ag	N / P
<i>Discolobium pulchellum</i> Benth.	Est	G	Ind	Amarela	Imp	N
<i>Indigofera</i> sp.	Est	M	Ind	Rosa	Imp	N
<i>Stylosanthes</i> sp.	Est	M	Ind	Amarela	Imp	P
<i>Teramnus volubilis</i> Sw.	Est	M	Ind	Rosa	Imp	N
<i>Vigna lasiocarpa</i> (Mart. ex Benth.) Verdc.	Est	G	Ind	Amarela	Imp	N / P
Hydrophylaceae						
<i>Hydrolea</i> sp.	Ta	M	Ind	Azul	Imp	N / P
Lamiaceae						
<i>Hyptis brevipes</i> Poit.	Ta	P	Ind	Branca	Imp	N
<i>Hyptis lappacea</i> Benth.	Est	P	Col	Branca	Imp	N
Loranthaceae						
<i>Psittacanthus</i> sp.	Tu	G	Ind	Vermelha	Ag	N
Malpighiaceae						
<i>Byrsonima orbignyana</i> A. Juss.	Ta	G	Ind	Amarela	Imp	P
Malvaceae						
<i>Corchorus hirtus</i> L.	Ta	M	Ind	Amarela	Imp	N / P

Material suplementar continuação. Características florais de espécies vegetais cujas flores foram visitadas por abelhas *Apis mellifera* no Pantanal sul-mato-grossense. Ta = Taça, In = Inconspícuo, Tu = Tubo, Pin = Pínel, Est = Estandarte, Go = Goela; G = Grande, P = Pequena, M = Média; Ind = individual; Co = coletiva; Imp = Imperceptível, Ag = Agradável; P = Pólen, N = Néctar.

Espécies	Tipo floral	Tamanho da flor	Unidade de polinização	Cor	Odor	Recurso
<i>Hibiscus</i> sp.1	Ta	G	Ind	Amarela	Ag	P
<i>Hibiscus</i> sp.2	Tu	G	Ind	Rosa	Imp	P
<i>Melochia simplex</i> A. St.-Hil.	Ta	G		Rosa	Imp	N / P
<i>Sida</i> sp.	Ta	G	Ind	Laranjada	Imp	P
Myrtaceae						
<i>Myrtaceae</i> sp.	Ta	G	Ind	Branca	Ag	N / P
Onagraceae						
<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess.) H. Hara	Ta	G	Ind	Amarelo	Imp	N / P
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	Ta	G	Ind	Amarelo	Imp	N / P
<i>Ludwigia tomentosa</i> (Cambess.) H. Hara	Ta	G	Ind	Amarelo	Imp	N / P
Passifloraceae						
<i>Passiflora</i> sp.	Ta	G	Ind	Branca	Ag	P
Phyllanthaceae						
<i>Phyllanthus amarus</i> Schumach. & Thonn.		P	Ind	Esverd	Imp	N
Plantaginaceae						
<i>Angelonia hirta</i> Cham.	Goe	G	Ind	Lilás	Imp	N
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Ta	G	Ind	Amarela	Imp	N
Polygalaceae						
<i>Polygala molluginifolia</i> A. St.-Hil. & Moq.			Ind			N
<i>Polygala</i> sp.	Est	M	Ind	Rosa	Imp	N
<i>Polygonum acuminatum</i> Kunth	Ta	P	Ind	Branca	Imp	P
<i>Polygonum ferrugineum</i> Wedd.	Ta	P	Ind	Branca	Imp	N / P
Pontederiaceae						
<i>Eichhornia azurea</i> (Sw.) Kunth	Est	P	Ind	Lilás	Imp	N
<i>Eichornia crassipes</i> (Mart.) Solms		P	Ind	Lilás / violeta	Imp	P
<i>Pontederia lanceolata</i> Nutt.	Ta	M	Ind	Lilás / violeta	Imp	N
Rubiaceae						
<i>Borreria eryngioides</i> Cham. & Schltldl.	Tu	P	Int	Branca	Imp	N
<i>Borreria</i> sp.	Tu	P	Int	Branca	Imp	N
<i>Genipa americana</i> L.	Tu	G	Ind	Branca	Ag	N
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Tu	M	Ind	Branca	Imp	N
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltldl.) Steud.	Tu	G	Ind	Branca	Imp	N / P
Rubiaceae sp.	Ta	P	Ind	Branca	Imp	N
Sapindaceae						
<i>Paullinia pinnata</i> L.	Esta	M	Ind	Branca	Imp	N / P
Solanaceae						
<i>Solanum glaucophyllum</i> Desf.	Ta	G	Ind	Lilás / Violeta	Imp	P
Verbenaceae						
<i>Baillonia amabilis</i> Bocq.	Tu	P	Ind	Branca	Imp	N
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson	Tu	M	Int	Rosa	Ag	N / P
Vitaceae						
<i>Cissus spinosa</i> Cambess.	Ta	P	Ind	Branca	Imp	P