

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE DOUTORADO**

**USO DA FLORA MELITÓFILA POR ABELHAS  
(HYMENOPTERA: APOIDEA) EM ÁREAS DE CERRADO**

**CLAUDIA OLIVEIRA DOS SANTOS**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
FEVEREIRO - 2019**

# **USO DA FLORA MELITÓFILA POR ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EM ÁREAS DE CERRADO**

**CLAUDIA OLIVEIRA DOS SANTOS**

Bióloga

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1998

Tese apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Ciências Agrárias (Área de Concentração: Fitotecnia).

**Orientadora:** Profa. Dra. Cândida Maria Lima Aguiar

**Coorientador:** Prof. Dr. Celso Feitosa Martins

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA**

**FEVEREIRO - 2019**

## FICHA CATALOGRÁFICA

S237u Santos, Claudia Oliveira dos.  
Uso da flora melitófila por abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em áreas de Cerrado / Claudia Oliveira dos Santos. Cruz das Almas, BA, 2019.  
130f.; il.

Orientadora: Cândida Maria Lima Aguiar de Mendonça.  
Coorientador: Celso Feitosa Martins.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas.

1.Abelha – Relação inseto-planta. 2.Abelha – Plantas melíferas. 3.Cerrado – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 638.1

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.  
Responsável pela Elaboração – Antonio Marcos Sarmiento das Chagas  
(Bibliotecário - CRB5 / 1615). Os dados para catalogação foram enviados  
pela usuária via formulário eletrônico.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE DOUTORADO**

**USO DA FLORA MELITÓFILA POR ABELHAS (HYMENOPTERA:  
APOIDEA) EM ÁREAS DE CERRADO**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TESE DE  
CLAUDIA OLIVEIRA DOS SANTOS**

Realizada em 22 de Fevereiro de 2019

Profa. Dra. Cândida Maria Lima Aguiar de Mendonça  
Universidade Estadual de Feira de Santana / UEFS  
Examinador Interno (Orientadora)

Prof. Dr. Carlos Alfredo Lopes de Carvalho  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia / UFRB  
Examinador Interno

Profa. Geni da Silva Sodré  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia / UFRB  
Examinador Interno

Profa. Dra. Emanuella Lopes Franco  
Universidade Federal do Vale do São Francisco / UNIVASF  
Examinador Externo

Prof. Dr. Marcos da Costa Dórea  
Universidade Estadual de Feira de Santana / UEFS  
Examinador Externo

## DEDICATÓRIA

*A mainha, Maria Dasneves, que jamais mediu esforços para que eu pudesse alcançar meus ideais*

*Dedico...*

## AGRADECIMENTOS

A Deus que me permitiu trilhar esse caminho do conhecimento, me dando fé, coragem, perseverança e força para não desistir nos momentos difíceis. E, por todas as oportunidades que tem me concedido.

À minha orientadora, Cândida Maria Lima de Aguiar, pela oportunidade de sua orientação, pelos ensinamentos, pela compreensão, pela confiança depositada desde o primeiro momento, por todo incentivo, apoio e aprendizado.

À minha família pelo apoio incondicional.

À Efigênia de Melo (UEFS), Flávio França (UEFS), pela colaboração na identificação das plantas, bem como a Felipe Rodrigo Vivallo Martínez (UFRJ), pela ajuda na identificação dos visitantes florais.

A Miriam Gimenes (UEFS) pelas agradáveis conversas e dicas de leitura.

Aos companheiros do Laboratório de Entomologia (Lent - UEFS); Janete Jane Resende, Ana Leticia Santos e Ednei Almeida Mercês, sempre dispostos a ajudar.

Ao meu amigo Edson Braz, não somente pela ajuda nas atividades de campo e laboratório, mas por tornarem os momentos de trabalho mais agradável e divertido.

À meu grande amigo e incentivador, Tiago Rozário.

À todos os amigos e colegas que conheci ao longo do doutoramento, a família Insecta - UFRB, especialmente; Juliana Nascimento, Roberto Sampaio, Delzuite Teles e Brunelle Ramos Andrade, pelo agradável convívio, por todo apoio e companheirismo.

Agradeço a generosidade de todos que não deram contribuições científicas, porém foram fundamentais nessa fase, especialmente aos componentes dos grupos “Os Boêmios”, “Uzamigus”, por transformarem em sorriso os momentos mais tensos.

A todos os professores do programa de pós graduação em Ciências Agrárias, por todas as instruções e conhecimentos passados.

Agradecemos a UEFS, pela disponibilização de carros para o trabalho de campo, laboratórios e equipamentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil (CNPq, nºs 558228 / 2009-7, PELD; 403774 / 2012-8, PELD; 474065 / 2013-8) pelo apoio financeiro ao projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior, Capes, pelo suporte concedido.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, pelo apoio e a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, pela a oportunidade de formação.

Aos professores doutores, membros da comissão julgadora da tese pela disponibilidade, leitura, sugestões, críticas e discussão.

A todos aqueles que contribuíram para que esta etapa fosse concretizada: Muito obrigada!

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>RESUMO</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
<b>ARTIGO 1</b>	
<b>USO DOS RECURSOS FLORAIS POR ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) DE UMA ÁREA DE CERRADO DA CHAPADA DIAMANTINA .....</b>	<b>41</b>
<b>ARTIGO 2</b>	
<b>NICHO TRÓFICO DE ESPÉCIES DE ABELHAS (HYMENOPTERA, APOIDEA) EM UMA COMUNIDADE NO CERRADO GRAMÍNEO-LENHOSO COM ELEMENTOS DE CAMPO RUPESTRE.....</b>	<b>71</b>
<b>ARTIGO 3</b>	
<b>AMPLITUDE E SOBREPOSIÇÃO DO NICHO TEMPORAL DE ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EM UMA COMUNIDADE NO CERRADO .....</b>	<b>97</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>120</b>



## **USO DA FLORA MELITÓFILA POR ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EM ÁREAS DE CERRADO**

Autora: Claudia Oliveira dos Santos

Orientador: Dra. Cândida Maria Lima Aguiar

**RESUMO:** Informações sobre plantas visitadas por abelhas para coleta de recursos alimentares constituem uma importante ferramenta para definir estratégias de conservação, compreensão básica de padrões ecológicos, entender os potenciais efeitos da perda de populações de polinizadores, e também na aplicação desse conhecimento na polinização das culturas. Portanto, é necessário conhecer as espécies vegetais que fornecem recursos (pólen, néctar e / ou óleo) para as abelhas, bem como analisar e entender como essas plantas são utilizadas por elas. Neste estudo, analisamos as interações abelha-planta para investigar o modo de uso de recursos vegetais por populações de abelhas em uma comunidade no cerrado brasileiro. Estudamos a amplitude de nicho (Shannon –Wiener index) e a sobreposição de nicho trófico e temporal de abelhas que utilizam recursos florais, utilizando o índice de Schoener. Além disso, calculamos o grau geral de sobreposição entre todas as espécies da comunidade usando os índices Pianka e Czechanowski. Constatou-se que a baixa sobreposição do nicho no eixo da dieta e a sobreposição intermediária no eixo temporal das abelhas deve ser um reflexo da ampla escolha de recursos florais por diferentes espécies de abelhas, como o resultado de diferenças morfológicas e comportamentais.

**Palavras-chave:** Plantas melitófilas, visitantes florais, savana, comunidades de abelhas, interações abelha-planta.

## **USE OF THE MELITOPHILOUS FLORA FOR BEES (HYMENOPTERA: APOIDEA) IN A CERRADO AREAS**

Author: Claudia Oliveira dos Santos  
Adviser: Dra. Cândida Maria Lima Aguiar

**ABSTRACT:** Information about plants are visited by bees for gathering food resources constitute an important tool to define conservation strategies, basic understanding of ecological patterns, understand the potential effects of the loss of populations of pollinators, and also for applying this knowledge in crop pollination. Therefore, it is necessary to know the plant species that provide resources (pollen, nectar and/or oil) for the bees, as well as analyze and understand how these plants are used by them. In this study, we analyzed bee-plant interactions in order to investigate the mode of use of plant resources by bee populations in an community at Brazilian savanna. We calculated the niches width (Shannon –Wiener index) and trophic niche overlap and temporal of bees that utilize floral resources, using Schoener index. Additionally, we calculated the general overlap degree among all species in the community using the Pianka and Czechanowski indices. It was verified that the low overlap of the niche in the diet axis and the intermediate overlap in the temporal axis bees should be a reflection of the wide choice of floral resources by different species of bees, as the result of morphological and behavioral differences.

**Keywords:** Melitophilous plants, floral visitors, savana, bee community, bee-plant interactions.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### 1. As abelhas e o seu papel como polinizadores de culturas

Na ordem Hymenoptera, as abelhas se destacam como um dos grupos mais diversos e numeroso, apresentando aproximadamente 20 mil espécies distribuídas nas diferentes regiões do mundo (Michener, 2007), sendo estas, em sua maioria, cerca de 85% abelhas solitárias (Batra, 1984). No Brasil, existem cerca de 1.576 espécies (Silveira et al., 2002), descritas e classificadas em cinco famílias: Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Megachilidae e Apidae (Moure et al., 2007). No entanto, considerando proporcionalmente as novas espécies que tem sido estudadas e enquadradas em grupos sob revisão, é possível atingir uma fauna aproximada de 3.000 espécies (Silveira et al., 2002).

As abelhas apresentam características diversas, podendo diferir em tamanhos, forma, cores, hábitos de nidificação e níveis de socialidade, variando do totalmente solitário ao altamente social (eussocial) (Michener, 2007). As espécies de abelhas eussociais são caracterizadas pela sobreposição de gerações e presença de uma casta reprodutiva representada por uma rainha, além de viverem em colônias, dividindo os cuidados com a prole, com a defesa e o provisionamento do ninho (Roubik, 1989). Dentre elas destacam-se: os apíneos (*Apis mellifera*), *Bombus* (mamangavas) e os meliponíneos, também conhecidos como abelhas sem ferrão, que entre os gêneros, tem *Melipona* e *Trigona*, importantes por serem considerados polinizadores eficientes de diversas culturas agrícolas (Michener, 1974; Heard, 1999; Cruz et al., 2005; De Jong et al., 2006).

O hábito de nidificação é outra característica importante, que também pode variar entre os diferentes grupos de abelhas. Dentre as abelhas sociais, por exemplo, os meliponíneos, em geral, podem construir ninhos aéreos em ocos de árvores, em ninhos de aves, subterrâneos, ou mesmo dentro de ninhos de outros insetos sociais, tais como térmitas e formigas. Já as espécies solitárias, na maioria escavam os ninhos no solo, outras ocupam cavidades preexistentes em madeira e ninhos abandonados ou ativos de outros insetos, como termiteiros (Coville et al., 1983; Roubik, 1989; Michener, 2007), sendo utilizado os mais diversos materiais, tais como barro, cera, óleo, resina ou partes de plantas como folhas, gravetos secos

e pétalas (Camillo, 2000), podendo o ninho ser linear ou ramificado, raso ou profundo (Alves-dos-Santos et al., 2007). Além disso, o hábito de nidificar em cavidades preexistentes facilita o estudo das espécies solitárias. Muitas dessas espécies constroem seus ninhos em cavidades artificiais disponibilizadas pelo homem, denominadas ninhos-armadilha, o que constitui um método relativamente simples e eficiente para amostrar as espécies que vivem em determinada área (Garófalo et al., 2012). Para Freitas et al. (2003), essa técnica pode ser considerada como uma alternativa viável para aumentar a população de abelhas em áreas de cultivo.

As plantas e seus polinizadores estabeleceram relações estreitas durante o seu processo de evolução que perdura ao longo de milhões de anos, possibilitando o surgimento de mecanismos interdependentes nos quais as plantas necessitam dos polinizadores para transferirem o pólen das anteras aos estigmas assegurando a polinização, fertilização e produção de sementes e conseqüentemente garantir a manutenção da espécie (Faegri & van der Pijl, 1979; Armbruster, 2006; Michez et al., 2012). Por outro lado, os polinizadores, dependem dos recursos florais como fonte de alimento (pólen, néctar e óleo) e outros essenciais por serem utilizados como componentes das células de cria (óleo, resina), na construção dos ninhos (resina) e no comportamento reprodutivo (odores ou aromas) (Roubik, 1992; Armbruster, 2012, 2017).

A necessidade das abelhas em visitar as flores advém da constante busca em adquirir recursos como o néctar, que possuem como principais componentes, carboidratos, água e vitaminas, utilizadas como fonte de energia na alimentação dos adultos e na produção do alimento larval. Outro recurso muito utilizado é o pólen, considerado pela maioria dos polinizadores como a mais importante fonte de proteínas, contendo ainda lipídeos, amido e outros açúcares, além de fósforo, vitaminas, água e outros componentes essenciais para as células vivas em geral. (Roubik, 1989; Michener, 2007; Silva et al., 2013). Além disso, as abelhas coletam outros recursos vegetais como tecidos, resinas, óleos, dentre outros, utilizados para construção dos ninhos e revestimento das células de cria (Texeira e Machado, 2000; Ramalho e Silva, 2002; Alves-Dos-Santos et al., 2007; Gaglianone, 2007; Michener, 2007). Os compostos aromáticos são recursos coletados por um grupo

mais restrito de abelhas, sendo muito utilizados para atração sexual (Michener, 2007).

Para garantir a frutificação, a grande maioria das plantas necessitam da participação de agentes biológicos, exceto as espécies vegetais polinizadas pelo vento, água e outros agentes físicos ou abióticos (Michener, 2007). Mesmo em culturas em que ocorre a autopolinização, ou seja, que não apresentam dependência da participação de vetores bióticos para que ocorra a polinização, como no caso das culturas fontes de biocombustíveis como: soja (Milfont et al., 2013), girassol (Silva et al., 2018), mamona (Rizzardo et al., 2012) e canola (Bommarco et al., 2012; Halinski et al., 2018; Ouvrard e Jacquemart, 2019), além do algodão e do trigo, dentre outros, a contribuição dos polinizadores é significativa, podendo aumentar a qualidade e a produtividade da cultura (Roubik, 2002; Klein et al., 2003 a; Klein et al., 2003 b; Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva, 2010; Giannini et al., 2015).

A polinização por animais constitui um dos serviços ecossistêmicos fundamentais, sendo os insetos os polinizadores mais representativos, e essenciais para a agricultura mundial e a segurança alimentar humana, direta ou indiretamente (Klein et al., 2007; Hein, 2009; Ferreira et al., 2013; Archer et al., 2014). Neste contexto, as abelhas (Hymenoptera, Apoidea) são consideradas como os principais agentes polinizadores em ambientes naturais e agrícolas, sendo fundamentais para a manutenção da diversidade de espécies de plantas (Michener, 2000; Imperatriz-Fonseca et al., 2010). Responsáveis por proporcionar a reprodução cruzada à maioria das espécies vegetais com flores, auxiliam na manutenção da variabilidade genética, no aumento da qualidade do frutos e a viabilidade das sementes, além de proporcionar diversos outros benefícios diretamente ligados a gestão e desenvolvimento da agricultura sustentável (Williams et al., 1991; Roubik, 1995; Couto e Couto, 2002; Russell et al., 2005).

A polinização quando bem conduzida pode trazer diversos benefícios como aumento no número de frutos, aumento no número e qualidade das sementes, melhora a qualidade e reduz os índices de malformação dos frutos, ampliando o teor de óleos e outras substâncias extraídas dos frutos, encurta o ciclo de certas culturas agrícolas além de uniformizar o amadurecimento dos principais produtos agrícolas como frutas, grãos, sementes, nozes, amêndoas, vagens, folhagens,

essências, corantes naturais, utilizados em larga escala (Williams et al., 1991; Free, 1993; Freitas, 1998; Michener, 2000).

É inegável a importante participação das abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), na polinização de diversas espécies vegetais cultivadas ou não, que embora não sejam aproveitadas em todo o seu potencial, vem resultando em ganhos na produção como nos exemplos dos cultivos de maçã (*Malus domestica* Borkh) (Freitas e Imperatriz Fonseca, 2004; Freitas e Nunes-Silva, 2012), do café arábica (*Coffea arábica* L.) (De Marco Jr. e Coelho, 2004), do melão (*Cucumis melo* L.) (Sousa, 2016), Canola (*Brassica napus* L.) (Sabbahi et al., 2005; Duran et al., 2010; Bommarco et al., 2012; Fuzaro et al., 2018), na eficiente polinização de flores de cebola (*Allium cepa* L.) (Munawar et al., 2011) e girassol (*Helianthus annuus* L.) (Paiva, et al., 2003; Toledo et al., 2011).

O uso das abelhas incluídas na tribo Meliponini, utilizada na polinização de distintas culturas de espécies arbóreas nativas do Brasil (Kerr, 1997), sendo responsáveis por cerca de 90% da polinização das árvores nativas (Kerr et al., 1996). Tais espécies apresentam vantagens quando comparadas as *A. mellifera* (Heard, 1999; Slaa et al., 2006), por exemplo, nas culturas de pimentão (*Capsicum annum* L.), onde tem sido utilizado a *Melipona subnitida* (Cruz et al., 2005), em plantios de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) a *Melipona fasciculata* (Imperatriz-Fonseca et al., 2006) e, em plantações de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.), a espécie *Tetragonisca angustula* (Malagodi-Braga e Kleinert, 2004).

No Brasil a utilização dos serviços de polinização das espécies de abelhas nativas do Brasil, ainda é incipiente. Poucos estudos relatam o potencial de utilização dessas espécies tendo em vista a sua eficiência na polinização de plantas de interesse econômico. Conforme relatado por Giannini et al. (2014), das 75 culturas agrícolas analisadas, a maioria dos polinizadores efetivos identificados são abelhas nativas. Estudos tem mostrado que determinadas culturas agrícolas exigem a participação de diversos outros agentes polinizadores que tem se mostrado mais eficientes do que *Apis* (Tepedino, 1982; Freitas e Paxton, 1998; Freitas, 1999; Garófalo et al., 2012). Estes aspectos tem sido evidentes em estudos em escala mundial, em que especialmente as espécies solitárias, têm apresentado maior eficiência na polinização de diversas culturas como alfafa (*Medicago sativa* L.) (Richards, 1984), amêndoas (*Prunus dulcis* L.), maçã (*Malus domestica* Borkh)

e pêra (*Pyrus communis* L.) (Bosch, 1994 a,b; Bosch e Blas, 1994; Bosch et al., 2000; Vicens e Bosch, 2000; Maccagnani et al., 2003; Maccagnani et al., 2007), dentre outros.

As abelhas solitárias prestam serviços de polinização eficiente em culturas como maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger, Passifloraceae), polinizada por abelhas do gênero *Xylocopa*, popularmente conhecidas como mamangavas (Freitas e Oliveira-Filho, 2001; 2003; Camillo, 2003; Martins et al., 2014; Junqueira et al., 2012; 2013 e 2017; Bezerra et al., 2019). A acerola (*Malpighia emarginata* DC), tem como polinizadores as abelhas da tribo Centridini (Freitas et al., 1999; Vilhena e Augusto, 2007; Oliveira e Schlindwein, 2009; Oliveira et al., 2013), sendo o gênero *Centris*, reconhecida por sua eficiência na polinização de acerola (Freitas et al., 1999; Schindwein, 2008; Oliveira et al, 2013), do murici (*Byrsonima* spp.) (Rêgo et al., 2006) e de espécies de plantas não produtoras de óleos florais, como o caju, (*Anacardium occidentale* L.) (Freitas e Paxton, 1998). Diversos autores consideram as espécies *Eulaema mocsaryi* e *Xylocopa frontalis* como os principais polinizadores das flores de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em áreas agrícolas do estado do Amazonas (Santos e Absy, 2010; Cavalcante et al., 2012; 2018).

É notório o valor econômico, social, cultural e ecológico dos polinizadores (Klein et al., 2007; Heard, 1999; Aizen et al., 2009; Giannini et al., 2015; Quezada-Euán et al., 2018). No entanto, vale lembrar que tal importância está intimamente ligada a relação mutualística, caracterizada pela dependência que as abelhas estabelecem com os recursos florais, em todas as fases da sua vida (Couto e Couto, 2002).

Nos últimos anos, tem sido crescente a preocupação com a conservação das abelhas o que tem gerado um amplo debate em torno do declínio populacional desses polinizadores e os possíveis impactos resultantes sobre as comunidades naturais e as culturas agrícolas (Freitas et al., 2009; Spivak et al. 2011; Bezerra et al., 2019). Com a ocupação intensiva das terras e o uso excessivo de produtos fitossanitários (Bernardes et al., 2017; 2018; Leite et al., 2018), tem ocorrido uma redução das fontes alimentares e das áreas de nidificação, contribuindo para a redução das populações (Freitas et al., 2009; Kerr et al., 2001; Coutinho et al., 2018). Evidências indicam como principais causas desse declínio, fatores como: a

fragmentação de habitats naturais que tem sua origem no desmatamento e no uso intensivo do solo, uma vez que diminui as espécies vegetais responsáveis por oferecer recursos alimentares ou substrato de nidificação; introdução de espécies exóticas capazes de competir com as abelhas nativas principalmente pelos recursos florais; uso indiscriminado de agrotóxicos em culturas agrícolas, e mudanças climáticas que tem sido considerada em diversos estudos como um dos principais problemas da atualidade, tendo em vista que a elevação da temperatura altera os ciclos biológicos e pode influenciar no período de floração das espécies, como também nas atividades de polinizadores específicos (Kremen et al., 2004; Michener, 2007; Freitas et al., 2009; Roulston e Goodell, 2011; Spivak et al., 2011; Viana et al., 2012; Imperatriz-Fonseca et al., 2012; Whitehorn et al., 2012; Tylianakis, 2013; Giannini, 2015; Giannini, 2017 A e B; Bezerra et al., 2019).

A perda e fragmentação dos habitats também pode ser decorrente do aumento da urbanização, crescimento populacional, e da retirada de recursos naturais, como minérios, rochas, argila e areia, pois influenciam na perda de recursos utilizados pelas abelhas para alimentação ou nidificação, e dessa forma, favorecem o desequilíbrio na oferta dos serviços de polinização e na estrutura das comunidades (Roulston e Goodell, 2011; Viana et al., 2012).

A partir da constatação das ameaças às populações de abelhas, tem aumentado os debates acerca da necessidade de conservação e conseqüentemente, os esforços coletivos para ampliar o conhecimento biológico sobre os polinizadores nativos. Tendo em vista a necessidade de desenvolvimento de programas estratégicos de manejo e conservação dessas espécies de abelhas com vistas à polinização de culturas. Neste sentido, para Giannini et al. (2017), as estratégias de conservação e restauração da biodiversidade devem considerar os tipos de uso da terra e o desenvolvimento socioeconômico da região, ou seja, tais estratégias tendem a favorecer os serviços ecossistêmicos e em contrapartida fortalecendo a renda, a econômica e o bem-estar da população local.

O conhecimento acerca dos agentes polinizadores é sem dúvida um aspecto importante, o que torna necessário o incremento de pesquisas substanciais para identificar os polinizadores, avaliar suas eficiências e desenvolver métodos de conservar, manejar e/ou introduzir polinizadores em áreas agrícolas e silvestres (Freitas et al., 2006). Neste sentido, é importante estudar as comunidades de



abelhas, conhecer as preferências alimentares e o modo como as espécies utilizam os recursos disponíveis, além do conhecimento detalhado da biologia reprodutiva das espécies. Considerando sempre as características de cada região estudada.

## **2. A fauna de abelhas no cerrado e suas interações com plantas melitófilas**

Vários estudos já foram realizados em áreas de domínio do cerrado, visando conhecer a diversidade da fauna de abelhas e suas interações com plantas (Pedro e Camargo, 1991; Silveira e Campos, 1995; Carvalho e Bego, 1996; Andena et al., 2005; 2012; Aguiar et al., 2018), incluindo áreas de Cerrado e Campo Rupestre da Chapada Diamantina (Martins, 1994; Almeida e Gimenes, 2002; Silva-Pereira e Santos, 2006; Aguiar et al., 2018). Entretanto, fica evidente que existe pouco conhecimento acerca da exploração da flora melitófila pelas populações de abelhas na porção média do cerrado (Martins, 1995). Poucos foram os estudos realizados na região, e estes geralmente foram dirigidos em áreas de fitofisionomia de campos rupestres (Almeida e Gimenes, 2002).

A Chapada Diamantina (BA), a extensão norte da Serra do Espinhaço, é uma região incluída no bioma Caatinga do nordeste brasileiro e conhecida por abrigar um mosaico de diferentes formações, fitofisionomias, incluindo florestas, cerrados, caatinga e campos rupestres (Conceição et al., 2008; Grillo et al., 2008). No geral, esta região tem sido ameaçada por problemas diretamente ligados à ocupação e atividade humana o que tem favorecido a alteração da qualidade ambiental (Queiroz et al., 2008). Dentre outros fatores, citamos inicialmente as atividades de garimpo, na qual após décadas de atividades intensivas de mineração de diamantes, a região vem passando por um longo processo de regeneração natural. Além da abertura de novas áreas agrícolas altamente mecanizadas, a expansão do turismo e principalmente o uso indiscriminado e descontrolado do fogo que também são fatores impactantes (Funch, 2008).

O conhecimento acerca das comunidades de abelhas na região do Parque Nacional da Chapada ainda é escasso, o que torna necessário investigar melhor estes aspectos, buscando produzir uma base de dados mais consolidada que possa subsidiar ações de manejo do entorno do PARNA (Parque Nacional da Chapada Diamantina) e ações de conservação da fauna local de abelhas. Desde

2009 esta região (conhecida como sítio PELD Chapada Diamantina) passou a fazer parte do Programa de Estudos Ecológicos de Longa Duração (PELD) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), visando assim caracterizar e analisar as alterações na estrutura de comunidades de abelhas. E neste contexto, é necessário conhecer alguns termos e conceitos que permeiam os estudos em torno das estruturas das comunidades.

### **3. Bases conceituais de Nicho**

O nicho ecológico de um organismo inclui o total de todas suas necessidades ambientais Begon et al. (2005) ressaltam que apesar de relevante para a ecologia, o termo nicho permanece como um dos menos compreendidos, sendo muitas vezes abordado e empregado de forma incorreta. Segundo os autores, o termo é frequentemente confundido com o local onde o organismo vive, ou seja, seu hábitat, e acrescenta que o nicho tende a descrever como vive um indivíduo, resumindo as tolerâncias e exigências do organismo.

Considerando o conceito de nicho por um ponto de vista histórico, Grinnell (1917) foi um dos pioneiros a propor um conceito a esse termo, quando ao tentar entender a distribuição das espécies, detalhou as condições de vida de uma determinada espécie de ave e seus fatores limitantes, formulando assim o conceito de Nicho Espacial (Grinnell, 1917). Já em 1924, Grinnell propôs um novo conceito para o termo Nicho como o conjunto de propriedades ambientais que propiciava a existência de uma espécie em um dado local.

Elton (1927) apresentou um novo conceito, desta vez referindo-se ao local que uma espécie ou indivíduo ocupa no ambiente, considerando as interações das espécies com fatores bióticos e abióticos presentes no ambiente, como fontes de recurso e potenciais competidores. Este conceito considera o nicho de uma espécie pelo seu papel funcional na cadeia alimentar e os possíveis impactos no meio ambiente (Chase e Leibold, 2003). Posteriormente, Hutchinson (1957) propôs um novo conceito para o termo nicho que consegue reunir elementos dos conceitos prévios de Grinnell (considera o habitat) e Elton (considera a função ecológica), e propôs em 1957 o que ficou conhecido como Nicho Multidimensional ou

Hipervolumetrico, propondo que os organismos interagem com o meio biótico e abiótico ao longo de "n" dimensões (Pellissier et al., 2012).

Para Begon et al. (2005), o termo nicho é definido por Hutchinson como as maneiras pelas quais a tolerância e as necessidades interagem na definição de condições e recursos necessários para que uma espécie ou indivíduo cumpra seu modo de vida. Hutchinson estabeleceu os conceitos de nicho fundamental e nicho realizado de uma espécie, sendo que o primeiro termo descreve as potencialidades totais de uma espécie, ou seja, o volume total de condições favoráveis à existência da espécie (Pellissier et al., 2012). O segundo termo, o nicho realizado, define um aspecto mais limitado de condições e recursos que permite a permanência da espécie na presença de competidores e predadores.

Após uma ampla revisão histórica em torno do conceito de Nicho Chase e Leibold (2003) propuseram um conceito baseado nas necessidades e impactos de uma espécie no ambiente em que ela se encontra. O nicho de uma espécie seriam então, as condições do ambiente que permitam a essa satisfazer as suas exigências mínimas, de modo que possa apresentar taxa de nascimentos em uma população local igual ou maior que a taxa de mortalidade, somado ao conjunto de impactos causado por cada indivíduo da espécie sobre as condições que o ambiente apresenta (Chase e Leibold, 2003).

A noção de nicho ecológico é de fato fundamental para explicar a diversidade de espécies existentes num determinado local e os mecanismos que permitem a sua coexistência. Ao analisarmos a ocupação do espaço do nicho por duas espécies, é possível verificar que cada espécie apresentará sua própria amplitude de nicho, ou seja, cada espécie possui sua própria extensão no uso dos recursos.

A sobreposição de nicho, representa o compartilhamento desses recursos por diferentes espécies de uma determinada comunidade (Begon et al., 2005), considerando que quanto maior o número de recursos compartilhados pelas espécies, maior será a sua sobreposição. No entanto, ocorrendo grandes coincidências no uso de um recurso, caso esteja limitado, pode ocorrer a chamada exclusão competitiva de Gause (1934), o qual afirma que espécies muito semelhantes não podem coexistir porque competem e, inevitavelmente, uma delas acaba por excluir a outra. Assim, de acordo com esse princípio, para que espécies

ecologicamente semelhantes coexistam em uma determinada área, é necessário que seu nicho se diferencie em alguma dimensão.

A diferenciação dos nichos é sem dúvida a base da coexistência das espécies e pode ocorrer de várias maneiras, uma delas é através da partição dos recursos ou, de modo geral na utilização preferencial dos recursos, em outros casos, os recursos usados por espécies ecologicamente similares podem ser separados espacialmente, temporalmente, pela disponibilidade de recursos ou com base nas condições ambientais (Begon et al., 2005). A diferenciação do nicho pode envolver diversas dimensões, as espécies podem ocupar posições similares ao longo de uma dimensão e diferir em outra dimensão. Neste sentido, vários estudos têm sido realizados, buscando analisar a partição de recursos entre diversas guildas, como lagartos (Dias e Rocha, 2007), morcegos (Presley et al., 2009) anfíbios (Freitas et al., 2008; Protázio et al., 2015) e diferentes grupos de insetos como formigas (Brito et al., 2012), vespas (Aguilar e Santos, 2007; Santos e Presley, 2010) e abelhas (Aguilar e Santos, 2007; Camilo e Garófalo, 1989; Aguiar, 2003; Goulson e Darvil, 2004; Aguiar et al., 2013; Carvalho et al., 2013; Santos et al., 2013; Aguiar et al., 2017), dentre outros.

É neste contexto que se torna essencial a utilização de parâmetros de nicho, ou seja, algoritmos que permitem definir o modo como os recursos são partilhados entre as espécies e, portanto importante para determinar quais as espécies se estabelecem dentro das comunidades ecológicas e como ocorre o partilhando dos recursos disponíveis. Consideramos como recurso, tudo o que é utilizado por um indivíduo, não apenas o alimento, mas todos os elementos exigidos para a manutenção da vida e do ciclo vital (Begon et al., 2005). Assim, a quantidade e a disponibilidade de recursos disponíveis no ambiente diminuem conforme sua utilização, podendo ocasionar consequências ecológicas como a competição, caso os recursos se tornem escassos (Begon et al., 2005).

#### **4. Nichos dos Apoidea**

Dentre as várias dimensões de nicho, os recursos alimentares consumidos, o habitat ocupado e o tempo de atividades são as dimensões mais partilhadas pelas populações que compõem uma guilda (Schoener, 1986). As populações de abelhas

exploram recursos florais como fontes de alimento, sobretudo pólen e néctar, como principal fonte de proteína e carboidrato, respectivamente. Além disso, diversos grupos de abelhas exploram outros recursos florais como os óleos, as resinas e perfumes florais necessários a sua alimentação e/ou à construção de seus ninhos (Roubik, 1989; Michener, 2007).

Os estudos a respeito das preferências alimentares e dos demais recursos necessários à manutenção das populações de abelhas são extremamente importantes para a conservação das espécies em ecossistemas naturais e manutenção das populações em áreas antropizadas (Pacheco Filho et al., 2015). Neste sentido, vários trabalhos foram realizados no Brasil, visando investigar a flora, como fonte de recursos alimentares usados por abelhas em diversos ambientes, como em áreas de caatinga (Lorenzon et al., 2003; Martins, 1995; Aguiar et al., 1995; Aguiar, 2003; Dórea, 2009, 2010b, 2013; Santos et al., 2013; Aguiar et al., 2013), florestas (Wilms et al., 1996; Wilms e Wiechers, 1997), campos rupestres (Almeida e Gimenes, 2002; Silva-Pereira e Santos, 2006; Araujo et al., 2006), Cerrado (Pedro e Camargo, 1991; Carvalho e Bego, 1997; Gaglianone, 2003; Nogueira-Ferreira e Augusto, 2007; Andena et al., 2005, 2012; Rabelo et al., 2014), áreas agrícolas (Vilhena et al., 2012), dentre outros.

Vários são os enfoques dos estudos a respeito dos recursos alimentares necessários para a manutenção das populações de abelhas e os seus nichos tróficos. Muitos estudos listam os recursos florais coletados pelas abelhas, baseados em levantamentos feitos a partir da amostragem direta em flores (Almeida e Gimenes, 2002; Gaglianone, 2003; Araújo et al., 2006 e Andena et al., 2005). Outros estudos focam na dieta de espécies usando análise polínica (Gaglianone, 2005; Dórea et al., 2009; 2010b; 2013; Vilhena et al., 2012; Rabelo et al., 2012; Menezes et al., 2012; Santos et al., 2013; Neves et al., 2014). Alguns utilizam dessa metodologia para investigar os nichos tróficos de abelhas nativas solitárias e com algum grau de sociabilidade, como *Euglossa annectans* (Cortopassi-Laurino et al., 2009), *Epicharis nigrita* (Gaglianone, 2005), e algumas espécies de *Centris* como *C. tarsata* (Dórea et al., 2010a; Gonçalves et al., 2012), *C. caxienseis*, *C. leprieuri*, *C. enenea* (Ribeiro et al., 2008) e *C. analis* (Oliveira e Schlindwein, 2009; Dórea et al., 2010b; Rabelo et al., 2012). Tais informações parecem ser importantes ferramentas na investigação sobre a amplitude e

sobreposição dos nichos tróficos das abelhas. Além disso, ajudam a aumentar as informações disponíveis sobre os recursos alimentares necessários à manutenção das populações em diferentes habitat, como por exemplo, para as espécies de Centridini (Gaglianone, 2005; Dórea et al., 2009; 2010b; 2013; Rabelo et al., 2012) e Tetrapediini (Menezes et al., 2012; Neves et al., 2014).

Abordagem centrada no nicho vem sendo frequentemente utilizada como ferramentas para analisar a partição de recursos por diversos grupos de insetos, como recursos florais por abelhas (Camilo e Garófalo, 1989; Aguiar, 2003; Goulson e Darvil, 2004, Aguiar et al., 2013, Carvalho et al., 2013; Santos et al., 2013; Aguiar et al., 2017) e por vespas (Aguiar e Santos, 2007; Santos e Presley, 2010). Geralmente, estes estudos que abordam os nichos de abelhas neotropicais têm dado muita ênfase às espécies eussociais, como por exemplo (Wilms et al., 1996; Nogueira-Ferreira e Augusto, 2007; Aguiar e Santos, 2007). Poucos são os estudos que abordam a sobreposição de nicho entre as espécies solitárias (Aguiar, 2003; Aguiar et al., 2013; Carvalho et al., 2013; Rabelo et al., 2014; Aguiar et al., 2017), estes, geralmente são baseados em pequenas amostras de populações de abelhas coletadas em flores. Aguiar et al. (2013) consideram o tamanho reduzido das amostragens como uma das principais dificuldades e desafios para desenvolver estudos ecológicos que abordem as abelhas solitárias. Por outro lado, estes autores ressaltam a necessidade de superar tais problemas, visando esclarecer aspectos do nicho trófico, tais como a amplitude e a sobreposição entre as espécies, o que facilitaria a coexistência em comunidades de abelhas nativas.

Poucos estudos investigaram, a sobreposição temporal do nicho. Este aspecto, compõe outra dimensão do nicho que pode ajudar a compreender a estrutura das comunidades (Carvalho et al., 2013, Santos et al., 2013; Barônio e Torezan-Silingardi, 2016). Segundo Pianka (1973), o tempo e os padrões de atividade indicam como as espécies exploram o meio ambiente e geralmente são consideradas como representando uma importante dimensão de nicho. As espécies que ocupam o mesmo habitat e se alimentam dos mesmos, podem separar seus nichos, evidenciando assim um mecanismo viável para reduzir a competição por recursos por serem ativas em momentos diferentes, favorecendo assim a coexistência entre as espécies.

## 5. Métodos analíticos para a mensuração de dimensões do nicho

Existem disponíveis na literatura vários índices ecológicos, que foram adaptados dos estudos sobre comunidades e utilizados para quantificar a amplitude dos nichos, como uma tentativa de mensurar o nicho realizado de cada população em um dado local, no tempo e no espaço (Krebs, 1999).

O índice de Simpson (D) (Simpson, 1949) é obtido pela fórmula:  $D_s = \sum_{s=1}^s (n_i(n_i-1)) / (N(N-1))$ , onde  $n_i$  é o número de flores da espécie “i” visitadas, N é o número total de flores visitadas, e “s” é o número total de espécies de flores visitadas, os resultados são geralmente apresentados como  $1 / D$ , de modo que valores maiores indicam maior diversidade de fontes florais. O índice de Simpson, tem sido muito aplicado em estudos sobre a amplitude do nicho de espécies de anuros (Freitas et al., 2008, Protázio et al., 2015) e em investigações com abelhas (Goulson e Darvil, 2004). Goulson e Darvil (2004) escolheram esse índice levando em consideração o fato das amostras serem inevitavelmente maiores para as espécies mais comuns, uma vez que, segundo Magurran (1988), esse índice tem a vantagem de não considerar o tamanho da amostra.

Outro índice importante para medir amplitude é o índice de diversidade de Shannon-Wiener (1948), um dos mais amplamente utilizado nos estudos sobre dietas de abelhas, possui essencialmente as mesmas propriedades do índice de Simpson, utilizando o conjunto de valores de P, sendo calculado pela fórmula ( $H' = - \sum p_k \times \ln p_k$ ), onde  $p_k$  é a proporção de indivíduos coletados na planta “k” e  $\ln$  é o logaritmo neperiano do valor de  $p_k$ . Este índice também tem a vantagem de ser independente do tamanho da amostra e, tal como o índice de Simpson, dá maior importância as espécies mais raras (Krebs, 1999; Bego et al., 2005). O índice de Shannon-Wiener vem sendo aplicado em estudos com vários grupos de insetos, como por exemplo, nos cálculos de amplitude do nicho entre as espécies de abelhas (Camilo e Garófalo, 1989; Aguiar, 2003; Goulson e Darvill, 2004; Aguiar e Santos, 2007; Aguiar, 2013; Rabelo et al., 2014; Aguiar et al., 2017) e entre espécies de vespas (Aguiar e Santos, 2007; Santos et al., 2007; Santos e Presley, 2010).

Outra forma para quantificar a amplitude (ou extensão) do nicho, é utilizando o índice de Levins (1967), o qual propõe que a largura do nicho pode ser estimada

medindo a uniformidade de distribuição de indivíduos entre os estados de recursos (Krebs, 1989), baseando-se na fórmula:  $B = 1 / \sum p_j^2$ , onde, B é a medida de largura de nicho de Levins e  $P_j$  = proporção de indivíduos utilizando o recurso j. Este índice foi utilizado para avaliar o nicho trófico de duas espécies de Apis por meio da análise e comparação do pólen (Liu et al., 2013), e tem sido utilizado em estudos com outros grupos de animais, como membracídeos (Creão-Duarte et al., 2012) e Portunídeos (Crustacea, Decapoda) (Pinheiro et al., 1997).

Outro parâmetro mensurável nos estudos de nicho é a equitatividade ou uniformidade, que descreve a proporção das visitas de cada espécie de abelha às espécies de plantas, sendo calculada através da fórmula  $J' = H' / H'_{\max}$  (Ludwig e Reynolds, 1988), onde  $H'$  é a amplitude do nicho e  $H'_{\max}$  é o logaritmo (ln) do número total das espécies de plantas visitadas pelas abelhas. Esse índice varia de 0 a 1, correspondendo a visitas irregulares às espécies de plantas até uma uniformidade na visitação dos recursos alimentares disponíveis, sendo muito utilizado em estudos com insetos, sobretudo abelhas, para analisar a distribuição dos indivíduos nas plantas (Aguiar, 2003; Aguiar e Santos, 2007; Nogueira-Ferreira e Augusto, 2007).

Um parâmetro importante para entender a organização de uma comunidade é medir a sobreposição no uso de recursos entre as diferentes espécies de uma determinada comunidade, dentre estes, alimentos e espaço (ou microhabitat), são os recursos mais comuns medidos para calcular a sobreposição (Krebs, 1999). Neste sentido, várias ferramentas analíticas têm sido utilizadas para mensurar a sobreposição dos nichos de espécies coexistentes, baseando-se em Pianka (1973) e Schoener (1968), dentre outros.

Para calcular a sobreposição de nicho trófico entre cada par de espécies, Camilo e Garófalo (1989), por exemplo, basearam-se no percentual de similaridade (índice PS) (Hanski e Koskela, 1977), pela fórmula:  $PS_{ij} = h \sum \min(P_{ih}, P_{jh})$ , onde  $P_{ih}$  e  $P_{jh}$  são as proporções de visita a cada planta pelas espécies i e j, para analisar a dieta de nicho de espécies de Bombus. Outros estudos tem aplicado esses índices, buscando analisar por exemplo, a sobreposição de nicho entre abelhas eussociais Apis mellifera e Meliponini (Nogueira-Ferreira e Augusto, 2007), na análise do alimento larval de Centris analis (Rabelo et al., 2012) e para verificar a



similaridade no uso sazonal de fontes de pólen por *Tetrapedia curvitaris* (Campos et al., 2018).

Outro importante é o índice de Schoener (Schoener, 1968), representado pela fórmula  $NO_{ih} = 1 - 1/2 \sum_k |p_{ik} - p_{hk}|$ , muito utilizado nos estudos de nicho, pois permite analisar a sobreposição entre cada conjunto de duas espécies (ou seja, entre pares de espécies), onde  $p_{ik}$  e  $p_{hk}$  são as proporções de indivíduos das espécies de abelhas "i" e "h" coletados em cada espécie de planta ("k") (para calcular a sobreposição de nicho trófico) ou em cada mês ("k") (para calcular a sobreposição temporal de nicho). Este índice de sobreposição varia de 0 a 1 e vem sendo aplicado em vários estudos, sobretudo com abelhas (Aguiar, 2003; Aguiar et al., 2013; Carvalho et al., 2013; Santos et al., 2013; Aguiar et al., 2017), também com outros grupos de animais, como formigas (Brito et al., 2012), vespas (Santos et al., 2007, Santos e Presley, 2010), espécies de vespas e abelhas (Aguiar e Santos, 2007).

Embora importantes, estudos que promovem a análise da sobreposição entre pares de espécies de abelhas, apresentam algumas limitações, sobretudo ao analisar comunidades ricas em ambientes estruturalmente complexos, sendo necessário a utilização de mecanismos que possibilitem abordar a sobreposição a nível de comunidade (Aguiar et al., 2013).

Alguns índices são utilizados para analisar a sobreposição geral (Pianka e Czechanowski). Cada índice é simétrico, com uma escala que varia entre (0), caracterizando as espécies que possuem padrões de atividade que não se sobrepõem, e (1) correspondem as espécies que possuem padrões de atividade iguais, sobreposição completa (Krebs, 1989). Utilizado para comparar comunidades de lagartos do desertos, o índice Pianka (Pianka, 1973) é calculado pela fórmula  $a_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ij} p_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n p_{ij}^2 \sum_{i=1}^n p_{ik}^2}}$  onde, o uso proporcional do tempo  $i$  pelas espécies  $j$  e  $k$  é  $p_{ij}$  e  $p_{ik}$ , respectivamente (Castro-Arellano et al., 2010). Alternativamente, o índice de Czekanowski, é calculado com base na fórmula  $A_{jk} = 1.0 - 0.5 (\sum_{i=1}^n |p_{ij} - p_{ik}|)$  (Feinsinger et al., 1981). Outros índices também tem sido utilizados para calcular a sobreposição geral entre as populações da comunidade, como exemplo, o índice de Petraits (1979) que apresenta o valor da sobreposição geral ajustado ( $GO_{adj}$ ), sendo adequado para diminuir o efeito das diferenças no tamanho das amostras, utilizado por Aguiar e Santos (2007).

Ao estudar os possíveis impactos causados pela introdução da abelha africanizada (*A. mellifera*) sobre as abelhas nativas (meliponíneos), Wilms e Wiechers (1997) propuseram e aplicaram um índice de competição potencial (PCAm), que expressa a carga competitiva potencial da abelha africanizada em termos de fontes alimentares compartilhadas. Para o cálculo, utilizou-se a fórmula  $PCAm = NOAm-i \times RAm$ , onde  $NOAm-i$  é a sobreposição de nicho entre a abelha africanizada e a espécie *i*, e  $RAm$  é a quantidade de recursos coletados pela abelha africanizada, calculado em gramas (por dia e colônia) para o pólen coletados e como percentual para o mel armazenado (Wilms e Wiechers, 1997). Outro índice de competição interespecífica ( $\alpha$ ) utilizado é o calculado pela fórmula:  $\alpha = \frac{\sum P_i P_j}{[(\sum P_i^2)(\sum P_j^2)]^{1/2}}$  (Southwood, 1978). Liu et al. (2013) utilizou para analisar a competição entre duas espécies de *Apis* (*A. cerana* e *A. mellifera*), onde ( $\alpha$ ) foi o índice de competição interespecífica entre a espécie *i* e a espécie *j* em um mesmo recurso,  $P_{ih}$  e  $P_{jh}$  a proporção das espécies *i* e *j* em cada sequência de recursos, sendo a competição interespecífica considerada fraca quando ( $\alpha \geq 1$ ) e forte quando ( $\alpha < 1$ ) (Liu et al., 2013).

Neste estudo, buscou-se analisar as interações abelha-planta para investigar o modo de uso de recursos vegetais por populações de abelhas em uma comunidade no cerrado brasileiro. Para isso, foram analisados dois bancos de dados, provenientes de coletas realizadas no entorno do Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Inicialmente, no primeiro capítulo foi desenvolvido um estudo no município de Palmeiras, entre os anos de 2013 e 2016, em uma área de amostragem previamente definida em 2009 durante a implantação do Programa Ecológico de Longa Duração – PELD (sitio CDA). Os demais estudos, foram realizadas no município de Lençóis, na localidade de Coqueiros no decorrer de um ano (outubro de 1987 a setembro de 1988).

Dessa forma, este trabalho foi estruturado em três capítulos: No capítulo 1 - Uso dos recursos florais por abelhas (Hymenoptera: Apoidea) de uma área de cerrado da Chapada Diamantina. No capítulo - 2 Nicho trófico de espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma comunidade no cerrado gramíneo-lenhoso com elementos de Campo Rupestre. No capítulo 3 - Amplitude e Sobreposição do Nicho Temporal de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma comunidade no cerrado. E finalmente, nas considerações finais, resumimos os

principais resultados encontrados, inserimos os indícios do grau de sobreposição do nicho trófico e temporal das espécies em toda a comunidade estudada e apresentamos as conclusões, recomendações e sugestões de futuros estudos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, C. M. L.; MARTINS, C. F. ; MOURA, A. C. A. Recursos florais utilizados por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em área de Caatinga (São João do Cariri, Paraíba). **Revista Nordestina de Biologia**, v. 2, p. 101-117, 1995.

AGUIAR, C. M. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 20, p. 457–467, 2003.

AGUIAR, C.M.L., SANTOS, G.M.M. Compartilhamento de recursos florais por vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) e abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de Caatinga. **Neotropical Entomology**. v. 36, p. 836–842, 2007.

AGUIAR, C.M.L., SANTOS, G.M.M., MARTINS, C.F., PRESLEY, S.J. Trophic niche breadth and niche overlap in a guild of flower-visiting bees in a brazilian dry forest. **Apidologie**. v. 44, p. 153-162, 2013.

AGUIAR, C.M.L., CARAMÉS, J., FRANÇA, F., MELO, E. Exploitation of Floral Resources and Niche Overlap within an Oil-collecting Bee Guild (Hymenoptera, Apidae) in a Neotropical Savannah. **Sociobiology**. v. 64, p. 78-84, 2017.

AGUIAR, C.M.L., SANTANA, E.B., MARTINS, C.F., VIVALLO, F., SANTOS, C.O., SANTOS, G.M.M. Species Richness and Diversity in Bee Assemblages in a Fragment of Savanna (Cerrado) at Northeastern Brazil. **Sociobiology**. v. 65, p. 566-575, 2018.

AIZEN, M.A., GARIBALDI, L.A., CUNNINGHAM, S.A., KLEIN, A.M. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production and diversity deficits, **Annals of Botany**, v. 103, p. 1579-1588, 2009.

ALMEIDA, G.F., GIMENES, M. Abelhas e plantas visitadas em áreas restritas de campo rupestre na Chapada Diamantina, Bahia. **Sitientibus (Série Ciências Biológicas)** v.2, p.11-16, 2002.

ALVES-DOS-SANTOS, I., MACHADO, I. C., GAGLIANONE, M. C. Historia natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, p. 544-557, 2007.

ARMBRUSTER, W.S. Evolutionary and ecological perspectives on specialization: from the arctic to the tropics. In: **Waser N, Ollerton J (eds) Plant-pollinator interactions: from specialization to generalization**. University of Chicago Press, Chicago, p. 260–282, 2006.

ARMBRUSTER, W.S. Evolution and ecological implications of “specialized” pollinator rewards. In: **Patiny S (ed) Evolution of plant–pollinator relationships**. Cambridge University Press, Cambridge, p. 44–67, 2012.

ARMBRUSTER, W.S. The specialization continuum in pollination systems: diversity of concepts and implications for ecology, evolution and conservation. **Functional Ecology**. v.31, p. 88–100, 2017.

ANDENA, S.R., BEGO, L.R. MECHI, M.R. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí-SP) e suas visitas às flores. **Revista Brasileira de Zociências**, v. 7, p. 55-91, 2005.

ANDENA, S. R., SANTOS, E.F., NOLL, F.B. Taxonomic diversity, niche width and similarity in the use of plant resources by bees (Hymenoptera: Anthophila) in a cerrado area. **Journal of Natural History**. v. 46, p. 1663-1687, 2012.

ARAÚJO, V.A., ANTONINI, Y., ARAUJO, A.P. Diversity of bees and thbatraeir floral resources at altitudinal areas in the Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Entomology**. v. 35, p. 30-40, 2006.

ARCHER, C.R., PIRK, C.W.W., CARVALHEIRO, L.G., NICOLSON, S.W. Economic and ecological implications of geographic bias in pollinator ecology in the light of pollinator declines. **Oikos**, v. 123, p. 401–407, 2014.

BARÔNIO, G.J., TOREZAN-SILINGARDI, H.M. Temporal niche overlap and distinct bee ability to collect floral resources on three species of Brazilian Malpighiaceae. **Apidologie**, v.48, p.168–180, 2016.

BEGON, M., TOWNSEND, C.R., HARPER, J.L. **Ecology: from individuals to ecosystems**. 4<sup>th</sup> ed. Fourth edition, 2005.

BERNARDES, R.C., TOMÉ, H.V.V., BARBOSA, W.F., GUEDES, R.N.C., LIMA, M.A.P., Azadirachtin-induced antifeeding in Neotropical stingless bees. **Apidologie** v.48, p.275-285, 2017.

BERNARDES, R.C., BARBOSA, W.F., MARTINS, G.F., LIMA, M.A.P. The reduced-risk insecticide azadirachtin poses a toxicological hazard to stingless bee *Partamona helleri* (Friese, 1900) queens. **Chemosphere**, v.201, p.550-556, 2018.

BEZERRA, A.D.M., PACHECO-FILHOAI, A.J.S., BOMFIM, I.J.A., SMAGGHE, G., FREITAS, B.M. Agricultural area losses and pollinator mismatch due to climate changes endanger passion fruit production in the Neotropics. **Agricultural Systems**. v.169, p.49–57, 2019.

BOMMARCO, R.; MARINI, L.; VAISSIÈRE, B. E. Insect pollination enhances seed yield, quality, and marked value in oilseed rape. **Oecologia**, v. 169, p. 1025-1032, 2012.

BOSCH, J. The nesting behaviour of the mason bee *Osmia cornuta* (Latr) with special reference to its pollinating potential (Hymenoptera, Megachilidae). **Apidologie**. v. 25, p. 84-93, 1994a.

BOSCH, J. Improvement of field management of *Osmia cornuta* (Latreille) (Hymenoptera, Megachilidae) to pollinate almond. **Apidologie**. v. 25, p. 71-83, 1994b.

BOSCH J., BLAS M. Foraging behaviour and pollinating efficiency of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* on almond (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae), **Applied Entomology and Zoology**. v. 29, p. 1–9, 1994.

BOSCH, J., KEMP, W.P., PETERSON, S.S. Management of *Osmia lignaria* (Hymenoptera, Megachilidae) populations for almond pollination: methods to advance bee emergence. **Environmental Entomology**. v. 29, p. 874-883, 2000.

BRITO, A.F., PRESLEY, S.J., SANTOS, G.M.M. Temporal and trophic niche overlap in a guild of flower-visitingants in a seasonal semi-arid tropical environment. **Journal of Arid Environments**. v.87, p.161–167, 2012.

CAMILLO, E. Biologia de *Tetrapedia curvitaris* em ninhos–armadilha (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). In M.M.G. Bitondi, K. Hart-felder, et al. (editors), An. IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, Brasil), p. 103–110, 2000.

CAMILLO, E. 2003. **Polinização do maracujá**. Ribeirão Preto, Holos Editora, 44 p.

CAMILLO, E., GARÓFALO, C.A. Analysis of the niche of two sympatric species of *Bombus* (Hymenoptera, Apidae) in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**. v.5, p.81–92, 1989.

CAMPOS, E.S., ARAÚJO, T.N., RABELO, L.S., BASTOS, E.M.A., AUGUSTO, S.C., Does Seasonality Affect the Nest Productivity, Body Size, and Food Niche of

*Tetrapedia curvitaris* Friese (Apidae, Tetrapediini)? **Sociobiology**. v.65, p.576-582, 2018.

CARVALHO, D.M., AGUIAR, C.M.L., SANTOS, G.M.M. Food Niche Overlap Among Neotropical Carpenter Bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini) in an Agricultural System. **Sociobiology**, v. 60, p. 283 – 288, 2013.

CASTRO-ARELLANO, I., LACHER JR., T.E., WILLIG, M.R., RANGEL, T.F., Assessment of assemblage-wide temporal-niche segregation using null models. **Methods in Ecology and Evolution**. v.1, p. 311-318, 2010.

CAVALCANTE, M. C., MAUÉS, M. M., FREITAS, B. M. Pollination requirements and the foraging behavior of potential pollinators of cultivated Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) trees in central Amazon rainforest. **Psyche**. 2012.

CAVALCANTE, M. C., GALETTO, L., MAUÉS, M. M., PACHECO FILHO, A. J. S., BOMFIM, I. G. A., FREITAS, B. M. Nectar production dynamics and daily pattern of pollinator visits in Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) plantations in Central Amazon: implications for fruit production. **Apidologie**, 2018.

CHASE, J. M., LEIBOLD M. A. **Ecological niches: Linking classical and contemporary approaches**. University of Chicago Press, Chicago, IL. 2003.

CONCEIÇÃO, A.A. Campo Rupestre e o Morro do Pai Inácio. In **Serra do Sincorá, Parque Nacional da Chapada Diamantina** (L.S. Funch, R.R. Funch & L.P. Queiroz, orgs.). Radami Editora Gráfica, Feira de Santana, 2008, p. 49-57.

CORTOPASSI-LAURINO, M., ZILLIKENS, A., STEINER, J. Pollen sources of the orchid bee *Euglossa annectans* Dressler 1982 (Hymenoptera, Apidae, Euglossini) analyzed from larval provisions. **Genetics and Molecular Research**. v. 8, p. 546–556, 2009.

COUTINHO, J.G.E., GARIBALDI, L.A., VIANA, B.F., The influence of local and landscape scale on single response traits in bees: A meta-analysis. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.256, p.61–73, 2018.

COUTO, R.H.N., COUTO, L.A. **Apicultura: manejo e produtos**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 191p, 2002.

COVILLE, R.E., FRANKIE, G.W., VINSON, S.B. Nests of *Centris segregata*. (Hymenoptera: Anthophoridae) with a Review of the Nesting Habitats of the Genus. **Kansas Entomological Society**. v. 56, p. 109-122, 1983.

CREÃO-DUARTE, A. J., ANJOS, U. U., SANTOS, W. E. Diversidade de membracídeos (Hemiptera, Membracidae) e sobreposição de recursos tróficos em área do semi-árido. **Iheringia Série Zoologia**, v.102, p.453-458, 2012.

CRUZ, D. O., FREITAS, B. M., SILVA, L.A., SILVA, E. M. S., BOMFIM, I. G. A. Pollination efficiency of the stingless bee *melipona subnitida* on greenhouse swett pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.1197-1201, 2005.

DE JONG, D., GONÇALVES, L.S., AHMAD, F., GRAMACHO, K.P., CAMARGO, R.C.R., PARTAP, U., FILHO, V.B. Honey bee. In: Imperatriz-Fonseca, V. L. et al. Bees as pollinators **in Brasil assessing the status and suggesting best practices**, Ribeirão Preto: Holos, p 63-73, 2006.

DE MARCO, P.J., COELHO, F.M. Services Performed by the Ecosystem: Forest Remnants Influence Agricultural Cultures Pollination and Production. **Biodiversity and Conservation**, v.13, p.1245-1255, 2004

DIAS, E.J.R., ROCHA C.F.D. Niche differences between two sympatric whiptail lizards (*Cnemidophorus abaetensis*. e *C. ocellifer*, Teiidae) in the restinga habitat of northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**. v. 671, p. 41-46, 2007.



DÓREA, M. C., SANTOS, F.A.R., LIMA, L. C. L. E., FIGUEROA, L.E.R., Análise polínica do resíduo pós-emergência de ninhos de *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini). **Neotropical Entomology**. v.38, p.197-202, 2009.

DÓREA, M.C., AGUIAR, C.M.L., FIGUEROA, L.E.R., LIMA, L.C.L., SANTOS, F.A.R. Pollen residues in nests of *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in a tropical semiarid area in NE Brazil. **Apidologie**. v.41, p.557–567, 2010 A.

DÓREA, M. C., AGUIAR, C.M.L., FIGUEROA, L.E.R., LIMA, L. C. L. E., SANTOS, F.A.R., Residual pollen in nests of *Centris analis* (hymenoptera, apidae, centridini) in na área of caatinga vegetation from brazil. **Oecologia brasiliensis**. v. 14, p. 232-237, 2010 B.

DÓREA, M. C., AGUIAR, C.M.L., FIGUEROA, L.E.R., LIMA, L. C. L. E., SANTOS, F.A.R. A study of pollen residues in nests of *Centris trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in Caatinga vegetation, Bahia, Brazil. **Grana (Stockholm)**. v. 52, p. 122-128, 2013.

DURÁN, X.A., ULLOA, R.B., CARRILLO, J.A., CONTRERAS, J.L., BASTIDAS, M.T. Evaluation of yield component traits of honeybee-pollinated (*Apis mellifera* L.) rapeseed canola (*Brassica napus* L.). **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 70, p. 309-314. 2010.

FAEGRI, K., VAN DER PIJL, L. The principles of pollination ecology. Pergamon Press, Oxford. 244p, 1979.

FEINSINGER, P., SPEARS, E.E., POOLE, R.W. A simple measure of niche breadth. **Ecology**. v. 62, p. 27–32, 1981.

FERREIRA, P., BOSCOLO, D., VIANA, B. What do we know about the effects of landscape changes on plant–pollinator interaction networks? **Ecological Indicators**. v. 31, p. 35-40, 2013.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2<sup>a</sup> ed. Londres. Academic Press, 1993.684p.

FREITAS, B.M.; ALVES, J.E., BRANDÃO , G.F., ARAÚJO, Z.B. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 133, p. 303-311, 1999.

FREITAS, B. M. A polinização com abelhas: quando usar Apis ou meliponíneos. In: Congresso Brasileiro de Apicultura, Campo Grande, MS: **Confederação Brasileira de Apicultura**. v. 14, p. 247- 250, 2002.

FREITAS, B. M., MARTINS, C. F., SCHLINDWEIN, C. P., WITTMAN, D., ALVES-DOS-SANTOS, I., CANE, J. H., RIBEIRO, M. F., GAGLIANONE, M. C. Bee management for pollination purposes - Bumble Bees and Solitary Bees, 2003.

FREITAS, B.M., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Economic value of Brazilian cash crops and estimates of their pollination constrains. In: FAO report 02, Agreement FAO-FUSP. Economic value of pollination and pollinators. São Paulo, SP, Brazil, 2004.

FREITAS, B. M., IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., MEDINA, L. M., KLEINERT, A. D. M. P., GALETTO, L., NATES-PARRA, G., QUEZADA-EUÁN, J. J. G. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v. 40, p. 332–346, 2009.

FREITAS, B. M ,NUNES-SILVA, P. Polinização agrícola e sua importância no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. et al. (eds.) **Polinizadores no Brasil –**

**contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais.** São Paulo: EDUSP, p. 103-118, 2012.

FREITAS, B. M., OLIVEIRA-FILHO, J. H. Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas. **Fortaleza: Banco do Nordeste**, p. 96, 2001.

FREITAS B.M., OLIVEIRA-FILHO J.H. Rational nesting box to carpenter bees (*Xylocopa frontalis*) in the pollination of passionfruit (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**. v. 33, p.1135-1139, 2003.

FREITAS, B.M., PAXTON, R.J. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. **Journal of Applied Ecology**. v. 35, p. 109-121, 1998.

FREITAS, M.F. As abelhas como agentes polinizadores na produção de alimentos e conservação de recursos florais. **Anais de Simpósios da 43ª Reunião Anual da SBZ – João Pessoa – PB**, 2006.

FREITAS, E.B., CARVALHO, C.B., FARIA, R.G., BATISTA R.C., BATISTA, C.C., COELHO, W.A., BOCCHIGLIERI, A. Nicho ecológico e aspectos da história natural de *Phyllomedusa azurea* (Anura: Hylidae, Phyllomedusinae) no Cerrado do Brasil Central. **Biota Neotropica**. v. 8, p. 101-110, 2008.

FUNCH, R.R. Preservação e Conservação na Chapada Diamantina. **In Serra do Sincorá, Parque Nacional da Chapada Diamantina** (L.S. Funch, R.R. Funch, L.P. Queiroz, orgs.). Radami Editora Gráfica, Feira de Santana, p. 87-101, 2008.

FUNCH, R., HARLEY, R. AND FUNCH, L., Mapping and evaluation of the state of conservation of the vegetation in and surrounding the Chapada Diamantina National Park, NE, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 9, p. 21-30, 2009.

FUZARO, L., XAVIER, L.N., CARVALHO, F. J., SILVA, F.A.N., CARVALHO, S.M., ANDALÓ, V. Influence of pollination on canola seed production in the Cerrado of Uberlândia, Minas Gerais State, Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, 2018.

GAGLIANONE, M.C. Abelhas da Tribo Centridini na Estação Ecológica de Jataí: composição de espécies e interações com flores de Malpighiaceae. In: Melo. Ganem, R.S. & Viana, M.B.. 2006. **História Ambiental do Parque Nacional da Chapada Diamantina/BA**. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Brasília – DF, 34pp., 2003.

GAGLIANONE, M.C. Nesting biology, seasonality, and flower hosts of *Epicharis nigrita* (Friese, 1900) (Hymenoptera: Apidae: Centridini), with a comparative analysis for the genus. **Studies on Neotropical Fauna Environment. Tübingen**, v.40, p. 191-200., 2005.

GARÓFALO, C.A., MARTINS, C.F., AGUIAR, C.M.L., DEL LAMA, M.A., ALVES-DOS-SANTOS, I. As abelhas solitárias e Perspectivas para seu Uso na Polinização no Brasil. In: Imperatriz-Fonseca, V. L., Canhos, D. A. L., Alves, D. A., Saraiva, A. M. **Polinizadores no Brasil - contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo, EDUSP, p. 183-202, 2012.

GIANNINI, T.C., BOFF S., CORDEIRO, G.D., CARTOLANO E.A. JR, VEIGA, A.K., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., SARAIVA A.M. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie** v. 46, p. 209–223, 2014.

GIANNINI, T. C. The Dependence of Crops for Pollinators and the Economic Value of Pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v.108, p.849-857, 2015.

GIANNINI, T.C., COSTA, W.F., CORDEIRO, G.D., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., SARAIVA, A.M., BIESMEIJER, J., GARIBALDI, L.A. Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. **PLoS One**, v.12, p.e0182274, 2017 B.

GIANNINI, T.C, MAIA-SILVA, C., ACOSTA, A.L., JAFFÉ, R., CARVALHO, A.T., MARTINS, C.F., ZANELLA, F.C.V., CARVALHO, C.A.L., HRNCIR, M., SARAIVA, A. M., SIQUEIRA, J.O., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., Protecting a managed bee pollinator against climate change: strategies for an area with extreme climatic conditions and socioeconomic vulnerability. *Apidologie*. v.48, p.784-794, 2017 A.

GAUSE, G.F. **The struggle for existence**. Williams e Wilkins, Baltimore, 1934.

GONÇALVES, L., SILVA, C.I., BUSCHINI, M.L.T. Collection of pollen grains by *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Apidae: Centridini): is *C. tarsata* an oligolectic or polylectic species? **Zoological Studies**. v. 51, p. 195–203, 2012.

GOULSON, D., DARVILL, B. Niche overlap and diet breadth in bumblebees; are rare species more specialized in their choice of flowers? *Apidologie*, v. 35, p. 55-63, 2004.

GRILLO, A.A.S. Cerrado: áreas do Cercado e do Morro do Camelo. **In Serra do Sincorá, Parque Nacional da Chapada Diamantina** (L.S. Funch, L.S., Funch, R.R., Queiroz, L.P., orgs.). Radami Editora Gráfica, Feira de Santana, p. 87-101, 2008.

HANSKI, I., KOSKELA, H. Niche relations among dung inhabiting beetles. **Oecologia**, v. 28, p. 203-231, 1977.

HALINSKI, R., SANTOS, C.F., KAEHLER, T.G., BLOCHTEIN, B., Influence of Wild Bee Diversity on Canola Crop Yields. **Sociobiology**. v.65, p.751-759.

HEARD, T. A. "The Role of Stingless Bees in Crop Pollination". **Annual Review of Entomology**, v. 44, p. 183-206, 1999.

HEIN, L. The Economic Value of the Pollination Service, a Review Across Scales. **The Open Ecology Journal**, v. 2, p. 74-82, 2009.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., NUNES-SILVA, P. Bees, ecosystem services and the Brazilian Forest Code. **Biota Neotropica**. v. 10, p. 59 – 62, 2010.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., CANHOS, D.A.L., ALVES, D.A., SARAIVA, A.M. Polinizadores e Polinização – um Tema Global In: **Polinizadores no Brasil - contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, p.23-45, 2012.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., SARAIVA, A.M., JONG, D. Bees as Pollinators. In **Brazil: assessing the status and suggesting best practices**. Holos Editora, Ribeirão Preto, SP. 114p, 2006.

JUNQUEIRA, C.N., HOGENDOORN, K., AUGUSTO, S.C. The use of trap-nests to manage carpenter bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini), pollinators of passion fruit (Passifloraceae: Passiflora edulis f. flavicarpa ). **Annals of the Entomological Society of America**. v.105, p.884–889, 2012.

JUNQUEIRA, C.N., YAMAMOTO, M., OLIVEIRA, P.E., HOGENDOORN, K., AUGUSTO, S.C. Nest management increases pollinator density in passion fruit orchards. **Apidologie** v.44, p.729–737, 2013.

JUNQUEIRA, C.N., AUGUSTO, S.C. Frutos de maracujá maiores e mais doces: efeito do realce dos polinizadores na produção e qualidade dos frutos. **Apidologie**, v.48, p.131-140, 2017.

KERR, J. T. Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. **Biological Conservation**. v.11, p. 1094–1100, 1997.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A., NASCIMENTO, V.A. Abelha uruçú: biologia, manejo e conservação. Belo Horizonte: Fundação Acangaú, 1996.

KERR, W.E., CARVALHO, G.A., SILVA, A.C., ASSIS, M.G.P. Aspectos poucos mencionados da biodiversidade amazônica. *Parcerias Estratégicas*. CEE. MCT. v.12, n.2, p. 20 – 41. 2001.

KLEIN, A.M., VAISSIÈRE, B.E., CANE, J.H., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S.A., KREMEN, C. TSCHARNTKE, T., Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society*. **Biological Sciences**, v. 274, p. 303-313, 2007.

KLEIN, A., STEFFAN-DEWENTER, I., TSCHARNTKE, T. Fruit set of highland coffee depends on the diversity of pollinating bees. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 270, p. 955–961, 2003a.

KLEIN, A., STEFFAN-DEWENTER, I., TSCHARNTKE, T., Flower visitation and fruit set of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. **Journal of Applied Ecology**., v. 40, p. 837–845, 2003b.

KREMEN, C., WILLIAMS, N. M., BUGG, R. L., FAY, J. P., THORP, R. W. The área requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California, **Ecology Letters**, v.7, p.1109-1119, 2004.

KREBS, C.J. **Ecological Methodology**. Harper & Row, New York, 1989.

LEITE, D.T., SAMPAIO, R.B., SANTOS, C.O., SANTOS, J.N., CHAMBÓ, E.D., CARVALHO, C.A.L., SODRÉ, G.S., Toxicity of Fenpyroximate, Difenoconazole and Mineral Oil on *Apis mellifera* L. **Sociobiology**. v.65, p.737-743, 2018.

LEVINS, R. *Evolution in Changing Environments*, New Jersey. USA: Princeton University Press., 1968.

LIU, Y.J., ZHAO, T.R., ZHAO, F.Y, ZHANG, X.W., LIANG, C. Melittopalynology and Trophic Niche Analysis of *Apis cerana* and *Apis mellifera* in Yunnan Province of South west China. **Sociobiology**. v. 60, p. 289-294, 2013.

MACCAGNANI, B., LADURNER, E., SANTI, F., BURGIO, G. *Osmia cornuta* (Hymenoptera, Megachilidae) as a pollinator of pear (*Pyrus communis*): fruit- and seed-set. **Apidologie**. v. 34, p. 207-216, 2003.

MACCAGNANI, B., BURGIO, G., STANISAVLJEVIĆ, L.Ž., MAINI, S. *Osmia cornuta* management in pear orchards. *Bull. Insectol.* v. 60, p. 77-82, 2007.

MAGURRAN A.E. *Ecological diversity and its management*, Princeton University Press, Princeton, 1988.

MALAGODI-BRAGA, K.S., KLEINERT, A.M.P., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., Abelhas sem ferrão e polinização. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, v. 10, n.2, p. 59-70, 2004.

MARTINS, C. F. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campos rupestres do estado da Bahia, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**. v. 9, p. 225-257, 1994.

MARTINS, C.F. Flora apícola e nichos tróficos de abelhas (Hym, Apoidea) na Chapada Diamantina (Lençóis-BA, Brasil). **Revista Nordestina de Biologia**. v. 10, p. 119–140, 1995.

MARTINS, M. R., REIS, M.C., ARAÚJO, J.R.G., LEMOS, R.N.S., COELHO, F.A.O., Tipos de polinização e pastejo de abelhas *Xylocopa* spp. na frutificação e qualidade dos frutos de maracujazeiro. **Revista Caatinga**, v.27, p.187-193, 2014.

MENEZES G. B., GONÇALVES-ESTEVEES V, BASTOS E. M. A. F., AUGUSTO S. C., GAGLIANONE M. C. Nesting and use of pollen resources by *Tetrapedia diversipes* Klug (Apidae) in Atlantic Forest areas (Rio de Janeiro, Brazil) in different stages of generation. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.56, p. 86–94, 2012.



MICHENER, C.D. **The social behavior of the bees - a comparative study.** Cambridge, Massachusetts, Belknap Press of Harvard University Press, 404p, 1974.

MICHENER, C. D. **The bees of the world.** The Johns Hopkins University Press. 913p., 2000.

MICHENER, C.D. **The bees of the world. Baltimore:** The Johns Hopkins University Press. 2007.

MICHEZ, D., VANDERPLANCK, M., ENGEL, M.S. Fossil bees and their plant associates. **In: Patiny, S. (Ed.), Evolution of Plant–Pollinator Relationships.** Cambridge University Press, Cambridge, pp. 103–164, 2012.

MILFONT, M.D.O., ROCHA, E.E.M., LIMA, A.O.N., FREITAS B.M. Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopollination. **Environmental Chemistry Letters.** v. 11, p. 335-341, 2013.

MOURE, J. S., URBAN, D. e MELO, G. A. R. (Orgs). Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. Online version. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed 20 July, 2018.

MUNAWAR M.S., RAJA S., SARWAR G., NIAZ S. Comparative performance of honeybees (*Apis mellifera* L) and blowflies (*Phormia terronovae*) in onion (*Allium cepa* L.) seed setting. **Journal of Agricultural Research,** v. 40, p. 49-56, 2011.

NEVES, C. M. D. L., CARVALHO, C. A. L., MACHADO, C. S., AGUIAR, C. M. L. E SOUSA, F. S. M., Pollen consumed by the solitary bee *Tetrapedia diversipes* (Apidae: Tetrapediini) in a tropical agroecosystem. **Grana,** p. 37-41, 2014.

NOGUEIRA-FERREIRA, F.H., AUGUSTO, S.C. Amplitude de nicho e similaridade no uso de recursos florais por abelhas eussociais em uma área de cerrado. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 45-51, 2007.

OLIVEIRA, G.A., AGUIAR, C.M.L., SILVA, M., GIMENES, M. *Centris aenea* (Hymenoptera, Apidae): A ground-nesting bee with high pollination efficiency in *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae). **Sociobiology**. v. 60, p. 317–322, 2013.

OLIVEIRA, R., SCHLINDWEIN, C. Searching for a manageable pollinator for acerola orchards: the solitary oil collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 102, p. 20-273, 2009.

OUVRARD, P., JACQUEMART, A.L., Review of methods to investigate pollinator dependency in oilseed rape (*Brassica napus*). **Field Crops Research**, v. 231, p. 18-29, 2019.

PACHECO F.A., VEROLA C.F., LIMA VERDE L.W., FREITAS B.M. Bee-flower association in the Neotropics: implications to bee conservation and plant pollination. **Apidologie**. v. 46, p. 530–541, 2015.

PAIVA, G. J., TERADA, Y., TOLEDO, V. A. A. Seed production and germination of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in three pollination systems. **Acta Scientiarum**, v. 25, p. 223-227, 2003.

PEDRO, S.R.M., CAMARGO, J.M.F. 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**, v. 22, p. 397-415, 1991.

PELLISSIER, L., ALVAREZ, N., GUIBAN, A. Pollinators as drivers of plant distribution and assemblage into communities. **In: Evolution of Plant–Pollinator**

**Relationships** (S. Patiny, ed.), Cambridge University Press, Cambridge, p. 392–413, 2012.

PETRAITS, P.S. Likelihood measures of niche breadth and overlap. **Ecology**. v. 60, p. 703-710, 1997.

PIANKA, E.R. The structure of lizard communities. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**. v. 4, p. 53–74, 1973.

PINHEIRO, M.A.A., FRANSOZO, A., NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. Dimensionamento e sobreposição de nichos dos portunídeos (Decapoda, Brachyura), na enseada da Fortaleza, Ubatuba, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, p. 371-378, 1997.

PIOKER-HARA F.C., DRUMMOND M.S., KLEINERT A.M.P. The influence of the loss of Brazilian savanna vegetation on the occurrence of nests of stingless bees (Apidae: Meliponini). **Sociobiology** v. 61, p. 393–400, 2014.

PRESLEY, S.J., WILLIG, M.R., CASTRO-ARELLANO, I., WEAVER, S.C. Effects of habitat conversion on temporal activity patterns of phyllostomid bats in lowland Amazonian rain forest. *J. Mammal.* v.90, p.210–221, 2009.

PROTÁZIO, A.S., ALBUQUERQUE, R.L., FALKENBERG, L.M., MESQUITA, D.O. Niche differentiation of an anuran assemblage in temporary ponds in the Brazilian semiarid Caatinga: influence of ecological and historical factors. **Herpetological Journal**. v. 25, p. 109-121, 2015.

QUEIROZ, L.P., FUNCH, L.S., FUNCH, R.R. Vegetação da Chapada Diamantina – Ênfase no Parque Nacional da Chapada Diamantina. **In Serra do Sincorá, Parque Nacional da Chapada Diamantina** (Funch, L.S., Funch, R.R., Queiroz, L.P., orgs.). Radami Editora Gráfica, Feira de Santana, p. 87-101, 2008.

QUEZADA-EUÁN, J.J.G., NATES-PARRA, G., MAUÉS, M.M., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., ROUBIK, D.W. Economic and Cultural Values of Stingless Bees (Hymenoptera: Meliponini) among Ethnic Groups of Tropical America. **Sociobiology**. v.65, p.534-557, 2018.

RABELO, L.S., VILHENA, A.M.G.F., BASTOS, E.M.A.F., AUGUSTO, S.C. Larval food sources of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Apidae), an oil-collecting bee. **Journal of Natural History**. v.46, p.1129–1140, 2012.

RABELO, L.S., VILHENA, A.M.G.F., BASTOS, E.M.A.F., AUGUSTO, S.C. Differentiated use of pollen sources by two sympatric species of oil-collecting bees (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Natural History**. v. 48, p. 1-15, 2014.

RAMALHO, M., SILVA, M., Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**. v. 2, p. 34-43, 2002.

RÊGO, M., ALBUQUERQUE, P., RAMOS, M., CARREIRA, L. Aspectos da Biologia de Nidificação de *Centris flavifrons* (Friese) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos Principais Polinizadores do Murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 579-587, 2006.

RIBEIRO, E.K.M.D., RÊGO, M.M.C., MACHADO, I.C.S. Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. **Acta Botanica Brasilica**. v. 22, p. 165–171, 2008.

Rizzardo, R. A.G., Milfont, M. O., Silva, E. M.S. da, Freitas, B. M. *Apis mellifera* pollination improves agronomic productivity of anemophilous castor bean (*Ricinus communis*). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 84, 1137-1145, 2012

ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**, Cambridge University Press, 514 p.,1989.

ROUBIK, D. W. Loose niches in tropical communities: why are there so few bees and so many trees? Pp. 327-354. In M. D. Hunter; T. Ohgushi e P. W. Price (eds.). Effects of resource distribution on animal-plant interactions. Academic Press, San Diego, 1992.

ROUBIK, D.W. **Pollination of Cultivated Plants in the Tropics**. Food and Agriculture Organization, Rome, 1995.

ROUBIK, D. W. The value of bees to the coffee harvest. **Nature**. p. 417-708, 2002.

ROULSTON, T. H., GOODELL, K. The role of resources and risks in regulating wild bee populations. **Annual Review of Entomology**, v. 56, p. 293-312, 2011.

RUSSELL, K. N., IKERD, H. & DROEGE, S. The potential conservation value of unmowed poweline strips for native bees. **Biological Conservation**, v. 124, p. 133-48, 2005.

SABBAHI, R, OLIVEIRA, D., MARCEU, J. Influence of Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) density on production of canola. **Journal Economic Entomology**, v. 98, p. 367-372, 2005.

SANTOS, G. M., CRUZ, J. D. D., BICHARA-FILHO, C. C., MARQUES, O. M., AGUIAR, C. M. (2007). The use of cactus fruit food resources by social wasp (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in an area of Caatinga (Ipirá, Bahia, Brazil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, p. 1052- 1056, 2007

SANTOS, G.M.M., CARVALHO, C.A.L., AGUIAR, C.M.L., MACÊDO, L.S.S.R., MELLO, M.A.R. Overlap in trophic and temporal niches in the flower-visiting bee guild (Hymenoptera, Apoidea) of a tropical dry forest. **Apidologie**. v. 44, p. 64–74, 2013.

SANTOS, R. M., AGUIAR, C. M. L., DÓREA, M.C., ALMEIDA, G. F., SANTOS, F.A.R., AUGUSTO, S. C. The larval provisions of the crop pollinator *Centris analis*: pollen spectrum and trophic niche breadth in an agroecosystem. **Apidologie**, v. 44, p. 630-641, 2013.

SANTOS, G.M.M., PRESLEY, S. Niche overlap and temporal activity patterns of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a Brazilian cashew orchard. **Sociobiology**. v. 56, p. 121– 131, 2010.

SANTOS, C.F., ABSY, M.L. Polinizadores de *Bertholletia excelsa* (Lecythidales: Lecythidaceae): interações com abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) e nicho trófico. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 854–861, 2010.

SANTOS, C. F., ABSY, M. L. Interactions between carpenter bees and orchid bees (Hymenoptera: Apidae) in flowers of *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Lecythidaceae) **Acta Amazonica**. 2012.

SCHLINDWEIN, C. Assessment and management of the pollinators of mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes Apocynaceae) and west Indian Cherry (*Malpighia emarginata* DC., malpighiaceae). In Northeastern Brasil. In Alvarez, C.A.B.; Landeiro, M. (ed). Pollinators management in Brasil. Brasilia: Ministry of the Environment. p. 443-454, 2008.

SCHOENER, T. W. Resource partitioning. In: Kikkawa J, Anderson DJ (eds), Community Ecology: Pattern and Process. Blackwell Scientific, Melbourne, p. 91-126, 1986.

SCHOENER, T.W. The Anolis lizard of Bimini: Resource partitioning in a complex fauna. **Ecology**. v. 49, p. 704-726, 1968.

SHANNON, C.E. The mathematical theory of communication. In: Shannon, C.E., Weaver, W. (eds.) The mathematical theory of communication, pp. 3–91. University Illinois Press, Urbana., 1948.

SILVA, J.M.C., BATES, J.M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience*, v. 52, p. 225-233, 2002.

SILVA, J.F., FARIÑAS, M.R., FELFILI, J.M., KLINK, C.A. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography*, v. 33, p. 536-548, 2006.

SILVA, D. P., MOISAN-DE-SERRES, J., SOUZA, D. R., HILGERT-MOREIRA, S. B., FERNANDES, M. Z., KEVAN, P. G., FREITAS, B. M. Efficiency in pollen foraging by honey bees: time, motion, and pollen depletion on flowers of *Sisyrinchium palmifolium* Linnaeus (Asparagales: Iridaceae). **Journal of Pollination Ecology**, v. 11, p. 27-32, 2013.

SILVA, C. A. S., GODOY, W. A. C., JACOB, C. R. O., THOMAS, G., CAMARA, G. M. S., ALVES, D. A. Bee Pollination Highly Improves Oil Quality in Sunflower. **Sociobiology**, v.65, p.583-590, 2018.

SILVA-PEREIRA, V. D., SANTOS, G. M. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in " campos rupestres", Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.35, p.165-174, 2006.

SILVEIRA, F.A., CAMPOS, M.J. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 39, p. 371-401, 1995.

SILVEIRA, F. S., MELO, G. A. R., ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas Brasileiras, Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte, Fernando A. Silveira. 253p, 2002.

SIMPSON G.H. Measurement of diversity, **Nature**. p. 163-688, 1949.

SLAA, E. J., SA´NCHEZ, C. L. A., MALAGODI-BRAGA, K. S. & HOFSTEDDE, F. E. 2006 Stingless bees in applied pollination. Practice and perspectives. **Apidologie**. v. 37, p. 293–315, 2006.

SOUSA, R.M., CUNHA, M.B., RIBEIRO, D.C.F., SILVA, N.C.B., RIBEIRO, F.M. Polinização do Meloeiro (*Cucumis Melo*). **Nutritime Revista Eletrônica**, on-line, Viçosa, v.13, p.4815-4818, 2016.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations**, London. English: Chapman and Hall., 1978.

SPIVAK, M., MADER, E., VAUGHAN, M., EULISS, N.H. The plight of the bees. **Environmental Science & Technology**. v. 45, p. 34–38, 2011.

SOUSA, R.M., CUNHA, M.B., RIBEIRO, D.C.F., SILVA, N.C.B., RIBEIRO, F.M. Polinização do Meloeiro (*Cucumis Melo*). **Nutritime Revista Eletrônica**, v.13, p.4815-4818, 2016.

TYLIANAKIS J.M. The global plight of pollinators. **Science** v. 339, p. 1532–1533, 2013.

TEPEDINO, V.J., FROHLICH, D.R. Mortality factors, pollen utilization, and sex ratio in *Megachile pugnata* Say (Hymenoptera: Megachilidae), a candidate for commercial sunflower pollination. **Journal of the New York Entomological Society**. v. 90, p. 269-274, 1982.

TEIXEIRA, L.A.G., MACHADO, I,C, Pollination and reproductive system of *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). **Acta Botanica Brasilica**. v.14(3), p.347-357, 2000.

TOLEDO, V.A.A., CHAMBÓ, E.D., HALAK, A.L., FAQUINELLO, P., PARPINELLI, R.S., OSTROWSKI, K.R., CASAGRANDE, A.P.B., RUVOLO-TAKASUSUKI,



M.C.C. Biologia floral e polinização em girassol (*Helianthus annuus* L.) por abelhas africanizadas. **Scientia Agraria Paranaensis**. v. 10, p 05-17, 2011.

VIANA, B. F., BOSCOLO, D., NETO, E. M., LOPES, L. E., LOPES, A. V., FERREIRA, P. A., PIGOZZO, C. M., PRIMO, L. M. How well do we understand landscape effects on pollinators and pollination services? **Journal of Pollination Ecology**, v.7, p. 31-41, 2012.

VIANA, B. F., A. M. P. KLEINERT., V. L. IMPERATRIZ-FONSECA. Abundance and flower visits of bees in a cerrado of Bahia, tropical Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. v. 32, p. 212-219, 1997.

VIANA, B.F., BOSCOLO, D., NETO, E.M., LOPES, L.E., LOPES, A.V., FERREIRA, P.A., PIGOZZO, C.M., LUIS PRIMO, L. A polinização no contexto da paisagem: o que de fato sabemos e o que precisamos saber? In: Imperatriz-Fonseca, V.L. et al. (orgs). **Polinizadores no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap.3, p.67-102, 2012.

VICENS, N., BOSCH, J. Pollinating efficacy of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae) on “red delicious” apple. **Environmental Entomology**. v. 29, p. 235-240, 2000.

VILHENA, A.M.G.F., AUGUSTO, S.C. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. **Bioscience Journal**, v. 23, p.14-23, 2007.

VILHENA A.M.G.F., RABELO L.S., BASTOS E.M.A.F., AUGUSTO S.C. Acerola pollinators in the savanna of Central Brazil: temporal variations in oil-collecting bee richness and a mutualistic network. **Apidologie**. v. 43, p. 51–62, 2012.

WILLIAMS, I.H., CORBET, S.A., OSBORNE, J.L. Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. **Bee World**. v. 72, p. 170-180, 1991.

WILMS, W. IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., WOLF, E. Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian rain forest. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. v. 31, p. 37–151, 1996.

WILMS, W., WIECHERS, B. Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bees in the Brazilian Atlantic rain forest. **Apidologie**. v. 28, p. 339–355, 1997.

WHITEHORN, P.R., O'CONNOR, S., WACKERS, F.L., GOULSON, D., Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. **Science**. v. 336, p.351–52, 2012.

## ARTIGO 1

### **USO DOS RECURSOS FLORAIS POR ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) DE UMA ÁREA DE CERRADO DA CHAPADA DIAMANTINA<sup>1</sup>.**

---

<sup>1</sup>Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Apidologie em versão na língua inglesa.

## Uso dos recursos florais por abelhas (Hymenoptera: Apoidea) de uma área de Cerrado da Chapada Diamantina.

**Resumo:** Abelhas são importantes na composição das comunidades de visitantes florais nos Neotrópicos. A abundância de abelhas visitando flores foi utilizada para calcular os índices de amplitude e sobreposição dos nichos tróficos e para caracterizar o uso das fontes de recursos florais por estes insetos. Foram realizadas 17 amostragens entre 2013 e 2016, por dois coletores que capturaram os espécimes com redes entomológicas, ao longo de uma trilha em uma área do cerrado da Chapada Diamantina, BA. As abelhas visitaram 62 espécies de plantas, concentrando as visitas em poucas fontes de recursos florais. *Byrsonima sericea*, *Serjania faveolata*, *Stigmaphyllon paralias*, *Serjania* sp.3, *Serjania lethalis*, *Pityrocarpa moniliformis* e *Lippia* sp. 1, foram as espécies de plantas mais visitadas, sendo distintas por cada grupo de abelhas e poucas espécies de plantas foram importantes para ambos os grupos, resultando em baixos índices de sobreposição entre abelhas. A sobreposição do nicho trófico entre os pares de espécies de abelhas variou de 0,01 a 0,87, sendo mais alta entre *Epicharis bicolor* e *Centris aenea* (0,87), e entre *Trigona hyalinata* e *Epicharis bicolor* (0,78). Em geral, a sobreposição trófica foi baixa, com (~75%) dos pares de espécies apresentando valores abaixo de 0,33, corroborando com os dados de sobreposição geral entre todas as espécies que também foi baixa (< 0,33). No nível da comunidade, a sobreposição observada nos nichos tróficos baseada em modelos nulos foi maior do que o esperado por acaso. Os valores médios de sobreposição estimados com os índices de Pianka (eixo da dieta = 0,11) e Czechanowski (eixo da dieta = 0,96) foram significativos (  $P < 0,001$ ).

**Palavras-chave:** Nicho, sobreposição, visitante floral, abelhas

## Use of floral resources by bees (Hymenoptera: Apoidea) from a cerrado area of the Chapada Diamantina.

**Abstract:** Bees are important in the composition of flower visitor communities in the Neotropical region. The abundance of social bees, collected during flower visits, was used to calculate niche breadth and niche overlap indices, in order to characterize the utilization of the floral resources by those insects. A total of 17 samples were performed between 2013 and 2016, by two collectors which captured the specimens on flowers using entomological nets, while walking along a way in an area of Cerrado at Chapada Diamantina, State of Bahia, Brazil. The bees visited 62 species of plants, concentrating the visits on few sources of floral resources. *Byrsonima sericea*, *Serjania faveolata*, *Stigmaphyllon paralias*, *Serjania* sp.3, *Serjania lethalis*, *Pityrocarpa moniliformis* e *Lippia* sp. 1, were the most visited species of plants, being different for each group of bees and few species of plants were important for both groups, resulting in low rates of overlap between bees. The overlap of the trophic niche among pairs of bee species ranged from 0,01 a 0.87, being higher among *Epicharis bicolor* and *Centris aenea* (0.87), and among *Trigona hyalinata* and *Epicharis bicolor* (0.78). In general, the trophic overlap was low, with (~75%) of the species pairs scoring below 0,33%. At the community level, the observed overlap in trophic niches, based on null models, was higher than expected by chance. The average overlap values estimated with the indices of Pianka (diet axis= 0.11) and Czechanowski (diet axis=0.96) were significant ( $P < 0.001$ ).

**Keywords:** Niche, overlap, flower visitor, bee.

## INTRODUÇÃO

As abelhas são os principais polinizadores das plantas nativas e cultivadas (Williams et al., 2001), sendo consideradas essenciais, principalmente dada a contribuição econômica desses polinizadores na produção agrícola (Giannini et al., 2015).

O conhecimento a respeito dos recursos florais necessários à manutenção das populações de abelhas em habitats naturais é fundamental, sobretudo na definição de estratégias para a conservação dessas populações e para garantir o serviço ecossistêmico polinização (Pacheco Filho et al., 2015). Estas informações podem nos ajudar a compreender melhor o modo como as espécies utilizam os recursos disponíveis e pode servir como embasamento, ao fornecer subsídios científicos, para o reconhecimento da flora apícola regional e dinâmica na utilização destes recursos, além de subsidiar o desenvolvimento da exploração apícola sustentável na região. Além disso, esses conhecimentos podem favorecer a criação racional e o manejo de abelhas (apicultura e meliponicultura), atividade que é de fato importante, pois proporciona resultados econômicos, ecológicos e sociais, conciliando a utilização dos recursos naturais com a sua conservação, quer seja pela extração das colmeias e dos diversos produtos (mel, cera, geleia real, própolis e pólen), e dos serviços de polinização associados (Nunes et al., 2012; Silva e Paz, 2012).

As investigações sobre o uso de recursos florais por abelhas têm sido conduzidas de dois modos: 1) Com base na análise da dieta dos imaturos usando análise polínica do material transportado ou provisionado nos ninhos e nas fezes, como por exemplo para *Centris analis* (Dórea et al., 2010; Rabelo et al., 2012), *Centris tarsata* (Dórea et al., 2009; Gonçalves et al., 2012), *Centris trigonoides* Lepeletier (Dórea et al., 2013), *Epicharis nigrita* (Friese, 1900) (Gaglianone, 2005), *Euglossa annectans* Dressler 1982 (Cortopassi-Laurino et al., 2009), *Melipona subnitida* Ducke (Pinto et al., 2014; Maia-Silva et al., 2018), *Melipona bicolor*, *Melipona quadrifasciata* e *Apis mellifera* (Wilms e Wiechers, 1997), *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Faria et al., 2012), *Tetrapedia diversipes* (Neves et al., 2014; Menezes et al., 2012), *Xylocopa ciliata* Burmeister e *Megachile pusilla* Pérez (Vossler, 2018), dentre outras espécies (Ribeiro et al., 2008); 2) Com base na coleta de abelhas em

flores durante o forrageio (Pedro e Camargo, 1991; Martins, 1994; Almeida e Gimenes, 2002; Andena et al., 2005; Araújo et al., 2006; Biesmeijer e Slaa, 2006; Andena et al., 2012; Aguiar et al., 2013; Santos et al., 2013; Pacheco Filho et al., 2015; Aguiar et al., 2017). Apesar das dificuldades na utilização desse método de amostragem, que geralmente resulta na coleta de pequenas amostras, sobretudo para as espécies de abelhas solitárias, alguns estudos tem utilizado abordagens quantitativas, buscando investigar a importância de algumas fontes de recursos utilizadas por cada uma das espécies, esclarecendo aspectos ecológicos, sobre a dieta das populações de abelhas.

No Brasil, levantamentos das fontes de recursos florais utilizadas por abelhas foram realizados em diferentes habitats, como em áreas de caatinga (Martins, 1995; Aguiar et al., 1995; Aguiar, 2003; Dórea, 2009; 2010b; 2013; Santos et al., 2013; Aguiar et al., 2013), florestas (Wilms et al., 1996; Wilms e Wiechers, 1997), campos rupestres (Almeida e Gimenes, 2002; Silva-Pereira e Santos, 2006; Araujo et al., 2006), Cerrado (Pedro e Camargo, 1991; Carvalho e Bego, 1997; Gaglianone, 2003; Nogueira-Ferreira e Augusto, 2007; Andena et al., 2005, 2012; Rabelo et al., 2014), assim como em áreas agrícolas (Vilhena et al., 2012; Santos et al., 2013), dentre outros.

O uso de recursos florais por abelhas na porção Sul do Cerrado (19° e 24° S) tem sido investigada de longa data (Pedro e Camargo, 1991; Carvalho e Bego, 1996; Gaglianone, 2003, Andena et al., 2005; 2012). No entanto, poucos estudos tem sido desenvolvidos nas porções norte e média do domínio do ecossistema cerrado. A exploração da flora pelas comunidades de abelhas na porção média, da região da Chapada Diamantina, uma área inserida no Bioma Caatinga, mas que apresenta um mosaico de diferentes tipos de vegetações (cerrado, caatinga, campos rupestres e florestas) (Harley, 1995) é ainda pouco conhecida (Martins, 1995). Poucos estudos foram posteriormente realizados na região, e foram dirigidos em áreas de campos rupestres (Almeida e Gimenes, 2002; Silva-Pereira e Santos, 2006). Na região do Parque Nacional da Chapada Diamantina o conhecimento sobre as interações abelha-planta é ainda escasso, sendo necessário investigar melhor estes aspectos, buscando produzir uma base de dados mais consolidada que possa subsidiar ações de manejo e conservação da fauna local de abelhas, assim como gerar informações aplicáveis a meliponicultura e a apicultura local.

O presente estudo investigou as fontes de alimento utilizadas pelas populações de abelhas em uma área de cerrado na Chapada Diamantina, com ênfase nas fontes de recursos mais importantes para a manutenção da comunidade de abelhas local, além de investigar os níveis de sobreposição dos nichos tróficos entre espécies mais abundantes localmente.



## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

O estudo foi realizado em uma área de cerrado que representa um enclave no bioma Caatinga, localizada no município de Palmeiras (12 ° 25'S / 41 ° 29'W), no entorno do Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. O clima da região é tropical úmido, o período mais chuvoso geralmente ocorre de dezembro a abril enquanto agosto a novembro é o período mais seco (Jesus et al., 1983). A pluviosidade média anual da área varia de 600 a 1000 mm durante o ano, com uma temperatura média de 22°C (Centro de Estatística e Informações, 1994).

A área de amostragem foi previamente definida em 2009 durante a implantação do Programa Ecológico de Longa Duração – PELD (sítio CDA). Foram definidos três transectos de cerca de 1.500m de comprimento e aproximadamente 6m de largura para as coletas das abelhas e das plantas visitadas (Figura1).

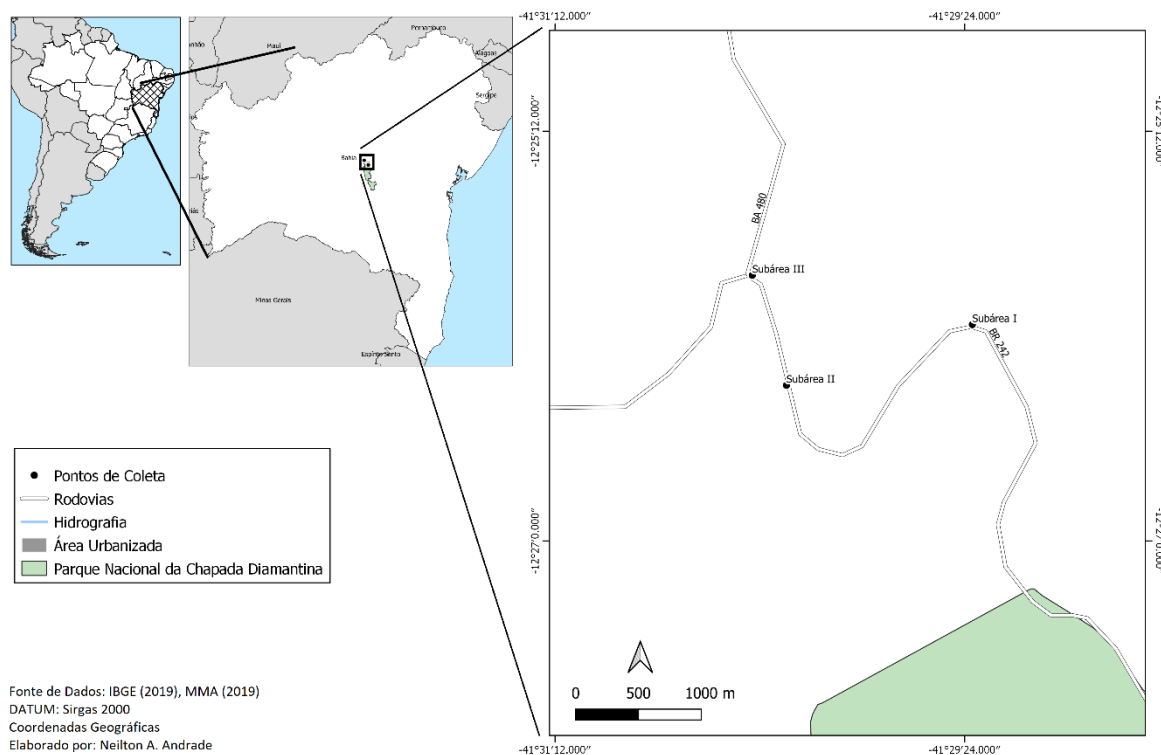


Figura 1. Mapa de localização da Bahia, destacando a região da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil e indicando as subáreas onde foi feita a amostragem.

## Amostragem

Foram realizadas 17 amostragens entre 2013 e 2016. Para isso, foram definidos três locais de amostragem distantes uns dos outros de 900 a 1.500 m na área de estudo, sendo que em cada local foram demarcados três transectos (1.500 m de comprimento e 6 m de largura). A cada coleta, um transecto foi sorteado, em cada local para amostragem. As abelhas e plantas foram coletadas durante dois dias consecutivos em cada campanha de coleta, das 8:00 as 16:00 horas, por dois coletores que percorriam ininterruptamente os transectos sorteados. Deste modo esperava-se amostrar a fauna de abelhas e as plantas visitadas durante as estações seca e chuvosa na região. As abelhas foram capturadas nas flores usando redes entomológicas, sem escolher abelhas ou espécies de plantas, parando por um tempo de 5 a 10 minutos em cada planta com flores, conforme Sakagami et al. (1967). Os espécimes foram montados a seco, separados em morfoespécies, identificados por especialistas em abelhas, empregando o sistema de classificação multifamiliar usado em Michener (2007) e classificação em nível de gênero e espécies de Moure et al. (2007). E depositados no acervo do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MZUEFS).

As plantas visitadas pelas abelhas foram coletadas para a confecção exsiccatas conforme Mori et al. (1989) e posterior identificação. A maior parte das identificações foi feita pela equipe do Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana, onde o material foi depositada.

## Análise de dados:

A amplitude de nicho trófico foi calculada utilizando o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), por meio da fórmula  $H' = - \sum p_k \times \ln p_k$ , onde  $p_k$ : proporção de indivíduos coletados na planta  $k$  e  $\ln$  é o logaritmo neperiano do valor  $p_k$  (Shannon, 1948). A equitatividade das visitas de cada espécie de abelha às espécies de plantas foi calculada através da fórmula  $J' = H'/H'_{\max}$  (Ludwig e Reynolds, 1988), onde  $H'_{\max}$  é o logaritmo neperiano do número total de espécies de plantas visitadas pela espécie de abelha. As espécies de abelhas representadas por oito ou mais indivíduos foram incluídas nas análises.

O Nível de sobreposição dos nichos (NO) entre pares de espécies foi medido utilizando o índice de Schoener (1968), que varia de 0 a 1 e é dado pela fórmula:

$NO_{ih} = 1 - 1/2 \sum_k |p_{ik} - p_{hk}|$ , em que: i e h são as espécies de abelhas comparadas,  $p_{ik}$  e  $p_{hk}$  são as proporções de indivíduos, respectivamente das espécies de abelhas i e h coletados na espécie de planta k. O valor de  $p_{ik}$  é obtido dividindo-se o número de indivíduos da espécie i coletado na planta k pelo número total de indivíduos de i coletados em todas as plantas. A partir desse índice é possível analisar a sobreposição entre cada conjunto de duas espécies.

O valor obtido para a sobreposição de nicho foi considerado como sobreposição baixa para valores menor ou igual a 30%, sobreposição moderada quando o valor foi maior que 30% e igual ou inferior a 70%, e sobreposição alta para valores maiores que 70% (Aguiar, 2003; Aguiar et al., 2017).

O nível de sobreposição geral entre todas as espécies na comunidade foi estimado pelo índice Pianka (1973) e Czechanowski (Feinsinger et al., 1981). Foi utilizada uma abordagem de modelo nulo, visando comparar a sobreposição de nicho geral observada para uma distribuição nula de valores calculados a partir de distribuições de sobreposição de nicho geradas aleatoriamente, utilizando o algoritmo Rosario (Castro-Arellano et al., 2010), que foi anteriormente utilizado por outros autores em investigação sobre aspectos dos nichos (Presley et al., 2009; Santos e Presley, 2010; Aguiar et al., 2013; Santos et al., 2013), pois este preserva a estrutura de distribuição da utilização de recursos de cada espécie, limitando assim a aleatorização (Presley et al., 2009). Em seguida, os valores de sobreposição foram comparados para determinar a significância. As análises foram realizadas usando programa TimeOverlap (Castro-Arellano et al., 2010) disponível em <http://hydrodictyon.eeb.uconn.edu/people/willig/Research/activity%20pattern.html>.

## RESULTADOS

Setenta e cinco espécies de abelhas, totalizando 779 indivíduos, foram coletadas, explorando os recursos florais (polén, nectar e óleo) fornecidos por 62 espécies de plantas, representando 19 famílias botânicas, sendo Fabaceae e Malpighiaceae as famílias mais representadas em número de espécie. (Tabelas I e II). As espécies de plantas visitadas por maior número de espécies de abelha foram *Byrsonima sericea* DC. (28), *Serjania faveolata* Radlk.(18), *Stigmaphyllon paralias* A.Juss.(13 ) (Tabela II). Sete espécies de plantas foram visitadas pelo maior número de indivíduos *Byrsonima sericea* (30%), *S. faveolata* (10%), *S. paralias* (8%), *Serjania* sp.3 (5%), *Serjania lethalis* A.St.-Hil. (5%), *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W.Jobson (5%), *Lippia* sp. 1 (3%), recebendo em conjunto 65% dos visitantes.

Quinze espécies de abelhas foram incluídas nas análises de nicho por terem sido representadas por mais de 8 indivíduos. O número de plantas visitadas por cada espécie de abelha variou de 1 a 23. A amplitude do nicho ( $H'$ ) variou entre 0,34 e 2,45 (Tabela III). As espécies que apresentaram os nichos tróficos mais estreitos foram as abelhas solitárias *Epicharis bicolor* Smith, 1854, *Centris aenea* Lepelletier, 1841 e *Melitoma* sp.1. *Trigona spinipes* (n=78) e *Apis mellifera* (n=168), visitaram o maior espectro de plantas e apresentaram as maiores amplitude de nicho trófico ( $H' = 2,59$  e  $2,44$ ) (Tabela III), a equitatividade das visitas destas abelhas as plantas foi alta ( $J' = 0,85$  e  $0,78$ ) respectivamente, embora tenha havido alguma concentração dos indivíduos (54 e 55%) ambas em apenas quatro plantas.

A equitatividade das visitas variou de 0,31 a 0,97 (Tabela III). Os menores valores foram encontrados para *C. aenea* e *E. bicolor*, refletindo a concentração de forrageamento de ambas as espécies em *B. sericea*. A maior equitatividade das visitas foi encontrada em *Centris (Ptilotopus) moerens* (Perty, 1833), que visitou sete espécies de plantas sem grande concentração das visitas em nenhuma espécie de planta.

*A. mellifera*, visitou 168 espécies de plantas, com destaque para *S. faveolata*, enquanto que *Scaptotrigona postica*, visitou 96 espécies, concentrando seu forrageamento em *S. lethalis*, conferindo ao gênero botânico destaque como uma das plantas mais importantes para a manutenção dessas populações das abelhas.

A sobreposição entre cada par de espécies de abelhas (NOih) foi analisada em 105 combinações possíveis de pares, formadas por quinze espécies de abelhas (Tabela IV). A sobreposição do nicho trófico entre os pares de espécies de abelhas variou de 0,01 a 0,87, sendo mais alta entre *E. bicolor* e *C. aenea* (0,87), e entre *Trigona hyalinata* (Lepelletier, 1836) e *E. bicolor* (0,78) (Tabela IV). A grande maioria dos pares de espécies analisadas (~75%) apresentou baixa sobreposição (<0,33), sendo que destes 35% apresentou nível muito baixo de sobreposição (<~0,1). Apenas quatro pares (3%) apresentaram sobreposição alta (>0,7): *E. bicolor* / *C. aenea*, *T. hyalinata* / *E. bicolor*, *Urbanapsis diamantina* / *T. hyalinata*, *T. hyalinata* / *Centris aenea*. O alto nível de sobreposição encontrado nestes pares foi influenciado pela exploração dos recursos, óleo floral e/ou pólen de *B. sericea* (P08), que recebeu os maiores números de visitantes.

A análise de sobreposição geral de nichos baseada em modelos nulos sugere uma sobreposição média maior do que a esperada ao acaso. Os valores médios de sobreposição estimados com os índices de Pianka (0,11) e Czechanowski (0,96) foram significativamente diferentes do esperado ao acaso ( $P < 0,001$ ).

Tabela 1. Espécies de plantas exploradas como fontes de recursos florais por espécies de abelhas em uma área de cerrado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

Famílias	Espécies de plantas	Código das espécies	N espécies de abelhas	N indivíduos (abelhas) por planta
Asteraceae	<i>Eremanthus capitatus</i> (Spreng.) MacLeish	P16	2	3
Asteraceae	<i>Lasiolaena lychnophorioides</i> Roque et al.	P28	1	1
Asteraceae	<i>Lepidaploa chalybaea</i> (Mart. ex DC.) H.Rob.	P29	3	3
Asteraceae	<i>Mikania elliptica</i> DC.	P25	2	3
Asteraceae	<i>Moquiniastrum blanchetianum</i> (DC.) G. Sancho	P38	5	11
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma</i> Mart. ex Meisn.	P01	2	2
Bignoniaceae	<i>Fridericia cinerea</i> (Bureau ex K.Schum.) L.G.Lohmann	P22	1	2
Boraginaceae	<i>Cordia rufescens</i> A.DC.	P11	1	1
Convolvulaceae	<i>Evolvulus</i> sp1.	P21	1	1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea incarnata</i> (Vahl) Choisy	P25	2	2
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.1	P26	2	4
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia</i> sp1. Choisy	P27	3	3
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum loefgrenii</i> Diogo	P17	2	2
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.1	P12	1	1
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia brasiliensis</i> Lam.	P14	1	1
Euphorbiaceae	<i>Manihot</i> sp1.	P33	2	20
Euphorbiaceae	<i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb.	P34	1	3
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	P04	4	5
Fabaceae	<i>Centrosema coriaceum</i> Benth.	P09	5	7
Fabaceae	<i>Chamaecrista mucronata</i> (Spreng.) H.S.Irwin & Barneby	P10	2	5
Fabaceae	<i>Mimosa somnians</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	P36	1	2
Fabaceae	<i>Mimosa</i> sp.1	P37	1	1
Fabaceae	<i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub.	P43	5	12
Fabaceae	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	P45	12	36
Fabaceae	<i>Senegalia langsdorffii</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	P47	6	15
Fabaceae	<i>Senna acuruensis</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	P48	1	1
Fabaceae	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	P49	2	9
Fabaceae	<i>Senna macranthera</i> var. <i>micans</i> (Nees) H.S.Irwin & Barneby	P50	2	3
Fabaceae	<i>Stylosanthes scabra</i> Vogel	P59	3	3

Famílias	Espécies de plantas	Código das espécies	N espécies de abelhas	N indivíduos (abelhas) por planta
Lamiaceae	<i>Gymneia</i> (Benth.) Harley & J.F.B.Pastore	P23	1	1
Lamiaceae	<i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer	P46	1	1
Lythraceae	<i>Cuphea sessiliflora</i> A.St.-Hil.	P13	1	1
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis harleyi</i> B.Gates	P02	2	4
Malpighiaceae	<i>Byrsonima correifolia</i> A.Juss.	P05	2	4
Malpighiaceae	<i>Byrsonima cydoniifolia</i> A.Juss.	P06	6	9
Malpighiaceae	<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb.	P07	4	7
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	P08	20	232
Malpighiaceae	<i>Diplopterys pubipetala</i> (A.Juss.) W.R.Anderson & C.C.Davis	P15	2	2
Malpighiaceae	<i>Malpighiaceae</i> sp. 1	P32	1	1
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon paralias</i> A.Juss.	P58	13	58
Malvaceae	<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	P24	2	21
Malvaceae	<i>Waltheria</i> cf. <i>indica</i> L.	P62	2	2
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> cf. <i>punicifolia</i> (Kunth) DC.	P18	2	7
Myrtaceae	<i>Eugenia excelsa</i> O.Berg	P19	1	1
Myrtaceae	<i>Eugenia pistaciifolia</i> DC.	P20	1	1
Myrtaceae	Myrtaceae sp.1	P39	4	5
Myrtaceae	Myrtaceae sp.2	P40	1	3
Passifloraceae	<i>Passiflora edmundoi</i> Sacco	P41	1	1
Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims	P42	6	7
Poaceae	<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	P61	1	1
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey	P03	1	1
Sapindaceae	<i>Serjania faveolata</i> Radlk.	P51	18	78
Sapindaceae	<i>Serjania lethalis</i> A.St.-Hil.	P52	6	39
Sapindaceae	<i>Serjania</i> sp. 1	P53	1	3
Sapindaceae	<i>Serjania</i> sp. 2	P54	3	14
Sapindaceae	<i>Serjania</i> sp.3	P55	9	41
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	P56	6	14
Turneraceae	<i>Piriqueta sidifolia</i> (Cambess.) Urb.	P44	5	9
Turneraceae	<i>Turnera</i> sp. 1	P60	1	2
Verbenaceae	<i>Lippia</i> sp1	P30	3	25
Verbenaceae	<i>Lippia</i> sp2	P31	5	21
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta crassifolia</i> Schrad.	P57	1	1

Tabela 2. Espécies de abelhas e plantas visitadas em uma área de cerrado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Os códigos das plantas conforme Tabela I. N= Número total de indivíduos. Entre parêntese, está apresentado o número de indivíduos de abelhas coletados em cada espécie de planta.

ABELHAS COLETADAS *	N	PLANTAS VISITADAS
<b>ANDRENIDAE</b>		
<b>Oxaeini</b>		
<i>Oxaea flavescens</i> Klug, 1807	2	P1(1), P49(1)
<b>APIDAE</b>		
<b>Apini</b>		
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	168	P6(1), P8(8), P17(1), P18(6), P24(2), P28(1), P30(23), P31(11), P32(1), P35(2), P36(2), P39(2), P45(2), P47(1), P51(42), P52(1), P53(3), P54(10), P55(18), P56(1), P58(1), P59(1), P62(1)
<b>Bombini</b>		
<i>Bombus morio</i> (Swederus, 1787)	4	P9(1), P10(1), P22(2)
<b>Centridini</b>		
<i>Centris aenea</i> Lepeletier, 1841	121	P4(1), P6(1), P8(102), P15(1), P18(1), P31(4), P42(1), P45(9), P56(1)
<i>Centris caxienseis</i> Ducke, 1907	18	P5(3), P6(2), P8(7), P20(1), P31(2), P39(1), P58(2)
<i>Centris decolorata</i> Lepeletier, 1841	2	P8(1), P42(1)
<i>Centris nitens</i> Lepeletier, 1841	1	P8(1)
<i>Centris varia</i> (Erichson, 1849)	1	P8(1)
<i>Centris tarsata</i> Smith, 1874	3	P8(1), P13(1), P31(1)
<i>Centris moerens</i> (Perty, 1833)	8	P1(1), P8(2), P42(1), P47(1), P48(1), P50(1), P57(1)
<i>Centris lutea</i> Friese, 1899	1	P2(1)
<i>Centris perforator</i> Smith, F. (1874).	17	P4(2), P8(3), P9(2), P10(4), P15(1), P42(1), P45(2), P51(2)
<i>Centris</i> cf. <i>spilopoda</i> Moure, 1969	8	P7(3), P8(4), P19(1)
<i>Centris tetrazona</i> Moure & Seabra, 1962	5	P8(1), P42(2), P45(1), P56(1)
<i>Centris</i> sp. 1	4	P6(1), P8(3)
<i>Centris</i> sp. 3	1	P8(1)
<i>Centris</i> sp. 6	1	P45(1)
<i>Epicharis analis</i> Lepeletier, 1841	27	P7(2), P8(10), P45(15)



<b>ABELHAS COLETADAS *</b>	<b>N</b>	<b>PLANTAS VISITADAS</b>
<i>Epicharis bicolor</i> Smith, 1854	34	P8(31), P45(1), P58(2)
<i>Epicharis cockerelli</i> Friese, 1900	4	P8(4)
<i>Epicharis flava</i> Friese, 1900	1	P8(1)
<b>Emphorini</b>		
<i>Diadasia</i> sp. 1	1	P23(1)
<i>Melitoma</i> sp. 1	8	P26(3), P58(5)
<i>Melitomella grisescens</i> (Ducke, 1907)	2	P16(2)
<b>Ericrocidini</b>		
<i>Acanthopus excellens</i> Schrottky, 1902	1	P55 (1)
<i>Mesoplia friesei</i> (Ducke, 1902)	2	P14(1), P46(1)
<i>Mesoplia rufipes</i> (Perty, 1833)	4	P4(1), P31(3)
<b>Eucerini</b>		
<i>Florilegus</i> sp. 1	1	P29(1)
<b>Euglossini</b>		
<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus, 1758)	2	P8(1), P35(1)
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841	5	P9(1), P30(1), P42(1), P51(2)
<b>Exomalopsini</b>		
<i>Exomalopsis (Phanomalopsis)</i> sp. 1	1	P55(1)
<i>Exomalopsis (Exomalopsis)</i> sp. 2	1	P55(1)
<b>Meliponini</b>		
<i>Frieseomelitta francoi</i> (Moure, 1946)	1	P44(1)
<i>Geotrigona mombuca</i> (Smith, 1863)	2	P45(1), P55(1)
<i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836	2	P45(1), P47(1)
<i>Nannotrigona testaceicornis</i> (Lepeletier, 1836)	4	P38(1), P44(1), P52(1), P55(1)
<i>Paratrigona incerta</i> Camargo & Moure, 1994	7	P7(1), P8(4), P38(1), P55(1)
<i>Partamona combinata</i> Pedro & Camargo, 2003	2	P47(1), P55(1)
<i>Scaptotrigona aff. postica</i> (Latreille, 1807)	96	P16(1), P17(1), P33(17), P38(7), P43(2), P44(2), P45(1), P52(32), P55(16), P56(7), P58(10)
<i>Tetragonisca</i> sp. 1	1	P43(1)
<i>Trigona hyalinata</i> (Lepeletier, 1836)	32	P8(23), P52(3), P58(6)

<b>ABELHAS COLETADAS *</b>	<b>N</b>	<b>PLANTAS VISITADAS</b>
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	78	P2(3), P6(3), P8(4), P25(1), P27(1), P30(1), P33(3), P34(3), P38(1), P39(1), P40(3), P41(1), P43(7), P47(1), P49(8), P50(2), P51(5), P54(3), P56(3), P58(22), P60(2)
<b>Protepeolini</b>		
<i>Leiopodus abnormis</i> (Jørgensen, 1912)	1	P27(1)
<b>Tapinotaspidini</b>		
<i>Lophopedia nigrispinis</i> (Vachal, 1909)	2	P45(1), P51(1)
<i>Monoeca</i> affs. moure Aguiar	1	P58(1)
<i>Tapinotaspoides</i> sp. 1	1	P5(1)
<i>Tropidopedia nigrocarinata</i> Aguiar & Melo, 2007	9	P8(2), P43(1), P51(5), P58(1)
<i>Urbanapsis diamantina</i> Aguiar & Melo, 2007	9	P8(5), P51(1), P58(3)
<i>Xanthopedia</i> sp	5	P8(4), P51(1)
<b>Tetrapediini</b>		
<i>Tetrapedia amplitarsis</i> Friese, 1899	3	P8(3)
<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug, 1810	4	P43(1), P51(2), P61(1)
<b>Xylocopini</b>		
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.1	10	P4(1), P11(1), P12(1), P37(1), P39(1), P44(4), P45(1)
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.2	1	P29(1)
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.3	1	P26(1)
<i>Xylocopa cearensis</i> Ducke, 1910	4	P9(2), P51(2)
<i>Xylocopa frontalis</i> (Olivier, 1789)	1	P54(1)
<i>Xylocopa (Schonnheria)subcyanea</i> Pérez, 1901	1	P51(1)
<i>Xylocopa</i> sp. 2	1	P9(1)
<b>COLLETIDAE</b>		
<i>Colletes</i> sp.1	5	P51(5)
<b>HALICTIDAE</b>		
<b>Augochlorini</b>		
<i>Augochlora (Oxystoglossella)</i> sp. 2	1	P56(1)
<i>Augochlora (Oxystoglossella)</i> sp. 3	5	P25(1), P51(2), P58(1), P59(1)
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp. 5	1	P52(1)

<b>ABELHAS COLETADAS *</b>	<b>N</b>	<b>PLANTAS VISITADAS</b>
<i>Augochloropsis</i> sp. 3	1	P47(1)
<i>Augochloropsis</i> sp. 4	1	P38(1)
<i>Augochloropsis</i> sp. 5	7	P8(3), P21(1), P24(1), P27(1), P59(1)
<i>Augochloropsis</i> sp. 6	1	P7(1)
<i>Augochloropsis</i> sp. 7	6	P6(1), P8(1), P51(3), P58(1)
<i>Augochloropsis</i> sp. 8	2	P51(1), P52(1)
<i>Pseudaugochlora pandora</i> (Smith, 1853)	1	P51(1)
<i>Pseudaugochlora</i> sp. 1	1	P44(1)
<i>Temnosoma</i> cf. <i>metallicum</i> Smith, 1853	1	P62(1)
<b>Halictini</b>		
<i>Dialictus opacus</i> (Moure, 1940)	5	P8(1), P51(1), P58(3)
<b>MEGACHILIDAE</b>		
<b>Anthidiini</b>		
<i>Dicranthidium</i> sp. 1	1	P3(1)
<b>Megachilini</b>		
<i>Megachile (Pseudocentron)</i> sp. 3	1	P29(1)
<i>Megachile</i> sp. 8	1	P51(1)

\*Baseado na classificação de Moure

Tabela 3. Amplitude (H') e equitatividade (J') dos nichos tróficos das abelhas em uma área de cerrado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. N= Número total de indivíduos

<b>Especies de abelhas</b>	<b>N</b>	<b>H'</b>	<b>J'</b>
<i>Apis mellifera</i>	168	2,45	0,78
<i>Centris moerens</i>	8	1,91	0,98
<i>Centris aenea</i>	121	0,69	0,31
<i>Centris caxienses</i>	18	1,72	0,88
<i>Centris cf. spilopoda</i>	8	0,97	0,89
<i>Centris perforator</i>	17	1,99	0,96
<i>Ceratina (Crewella) sp.1</i>	10	1,75	0,90
<i>Epicharis analis</i>	27	0,89	0,81
<i>Epicharis bicolor</i>	34	0,35	0,32
<i>Melitoma sp.1</i>	8	0,66	0,95
<i>Scaptotrigona aff. postica</i>	96	1,89	0,79
<i>Trigona hyalinata</i>	32	0,77	0,70
<i>Trigona spinipes</i>	78	2,59	0,85
<i>Tropidopedia nigrocarinata</i>	9	1,15	0,83
<i>Urbanapsis diamantina</i>	9	0,94	0,85

Tabela 4. Sobreposição dos nichos tróficos entre espécies de abelhas em uma área de cerrado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **B02** - *Apis mellifera*, **B14** - *Centris moerens*, **B17** - *Centris aenea*, **B18** - *Centris caxienses*, **B19** - *Centris cf. spilopoda*, **B22** - *Centris perforator*, **B27** - *Ceratina (Crewella) sp. 1*, **B34** - *Epicharis analis*, **B35** - *Epicharis bicolor*, **B50** - *Melitoma sp.1*, **B61** - *Scaptotrigona aff. postica*, **B67** - *Trigona hyalinata*, **B68** - *Trigona spinipes*, **B69** - *Tropidopedia nigrocarinata*, **B70** - *Urbanapsis diamantina*.

	<b>B02</b>	<b>B14</b>	<b>B17</b>	<b>B18</b>	<b>B19</b>	<b>B22</b>	<b>B27</b>	<b>B34</b>	<b>B35</b>	<b>B50</b>	<b>B61</b>	<b>B67</b>	<b>B68</b>	<b>B69</b>
<b>B02</b>														
<b>B14</b>	0,11													
<b>B17</b>	0,11	0,26												
<b>B18</b>	0,14	0,25	0,43											
<b>B19</b>	0,05	0,25	0,50	0,39										
<b>B22</b>	0,18	0,24	0,28	0,18	0,18									
<b>B27</b>	0,02	0,00	0,08	0,06	0,00	0,20								
<b>B34</b>	0,06	0,25	0,44	0,37	0,44	0,29	0,10							
<b>B35</b>	0,07	0,25	0,87	0,45	0,50	0,21	0,03	0,40						
<b>B50</b>	0,01	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06					
<b>B61</b>	0,14	0,00	0,02	0,10	0,00	0,01	0,03	0,01	0,07	0,10				
<b>B67</b>	0,06	0,25	0,72	0,50	0,50	0,18	0,00	0,37	0,78	0,19	0,20			
<b>B68</b>	0,21	0,09	0,07	0,21	0,05	0,12	0,01	0,05	0,11	0,28	0,21	0,24		
<b>B69</b>	0,30	0,22	0,22	0,33	0,22	0,29	0,00	0,22	0,28	0,11	0,13	0,33	0,32	
<b>B70</b>	0,16	0,25	0,56	0,50	0,50	0,29	0,00	0,37	0,61	0,33	0,10	0,74	0,40	0,44

## DISCUSSÃO

As espécies de abelhas *A. mellifera* e *S. postica* foram as mais abundantes na comunidade estudada apresentando maior número de interações com espécies de plantas e maior amplitude de nicho trófico. Essas espécies são conhecidas por seu comportamento de forrageamento generalista (politrófico), e por explorarem uma diversidade relativamente ampla de recursos florais, (Cortopassi-Laurino e Ramalho, 1988; Aguiar, 2003; Biesmeijer e Slaa, 2006; Kleinert e Giannini, 2012; Pacheco Filho et al., 2015).

A maior amplitude do nicho trófico entre as abelhas foi registrada para *A. mellifera*, semelhante ao observado em outras fitofisionomias de Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica e Restinga (Martins, 1995; Wilms et al 1996; Aguiar, 2003; Andena et al. 2012, Pacheco Filho et al., 2015). *T. spinipes* também apareceu como uma das espécies com nicho trófico mais amplos no Cerrado (Pedro e Camargo, 1991; Martins, 1995), na caatinga (Aguiar e Santos, 2007) e em ambientes cultivados (Carvalho et al., 2013). Alguns estudos consideram essas espécies como super-generalistas em termos do amplo uso de recursos alimentares (Biesmeijer et al., 2005; Biesmeijer e Slaa, 2006; Santos et al., 2012; Zotarelli et al., 2014).

Dentre as espécies que apresentaram os nichos tróficos mais estreitos (*E. bicolor*, *Melitoma* sp.1 e *C. aenea*), duas delas *C. aenea* e *E. bicolor* ( $J' < 0,30$ ) apresentaram baixa uniformidade na exploração dos recursos alimentares, refletindo a concentração do seu forrageio em flores de *B. sericea*, o que influenciou fortemente a diminuição da largura do nicho trófico. Do mesmo modo, em outra área de savana brasileira, foram registrados nichos estreitos, para espécies de *Centris* e *Epicharis* que também utilizaram um pequeno conjunto de plantas hospedeiras e exploraram principalmente *Byrsonima intermedia*, outra planta de óleo de Malpighiaceae (Gaglianone, 2003; Andena et al., 2012). Em estudos anteriores realizado na mesma área, a abundância de duas espécies de *Byrsonima* foi quantificada, sendo consideradas como plantas localmente abundantes e importantes na produção de óleo (Aguiar et al., 2017A) e apontadas como plantas chave para a manutenção das populações de abelhas coletoras de óleo (Aguiar et al., 2017B). Outros estudos encontraram uma

correlação positiva entre riqueza e abundância de espécies de Centridini, com a abundância de *Byrsonima* (Rosa e Ramalho, 2011; Aguiar et al., 2017A). A interação estabelecida entre abelhas Centridini, *Epicaris* e *Centris* e espécies de Malpighiaceae é conhecida, pois estas abelhas são especializados na coleta de óleos florais a serem utilizados como alimento larval e para o revestimento de células células de cria (Buchmann, 1987; Alves-dos-Santos et al., 2007; Neffa e Simpsonb, 2017). No entanto, a baixa amplitude na largura do nicho, podem ser influenciados por pequenos tamanhos de amostra, pela presença de espécies raras, considerando a baixa probabilidade de captura desses indivíduos, mesmo diante de um considerado esforço de amostragem (Williams et al., 2001).

O padrão encontrado com a análise de índice de sobreposição (padrão de poucos pares com similaridade muito alta), foi similar aos resultados obtidos em outros estudos (Willims et al., 1996; Aguiar e Santos, 2007; Santos et al., 2013; Andena et al., 2012; Aguiar et al., 2017 B). Os resultados também são consistentes ao indicarem que existe uma separação no uso dos recursos, uma vez que, mais de 75% dos pares de espécies apresentaram baixa sobreposição. Isto pode estar relacionado com diferentes graus de preferência por plantas distintas (Wilms et al., 1996), mas outros fatores como diferenças na duração do período de florescimento, abundância de flores, aspectos temporais da disponibilidade de recursos e as atividades sazonais das abelhas solitárias, podem exercer um papel relevante na separação dos nichos tróficos (Aguiar et al., 2003, Aguiar e Santos, 2007).

Apesar dos índices de sobreposição geralmente terem sido baixos, observou-se que quatro pares de abelhas (*E. bicolor* / *C. aenea*, *T. hyalinata* / *E. bicolor*, *U. diamantina* / *T. hyalinata*, *T. hyalinata* / *C. aenea*) apresentaram sobreposição alta, o que decorreu do forrageamento preferencial das espécies nas flores de *Byrsonima*. A exploração simultânea desta fonte de recurso acontece principalmente na época de floração desta planta que na região, coincide com final da estação chuvosa (dezembro a março) (Aguiar et al., 2017 A e B). Embora as espécies, *C. aenea* (84%), *E. bicolor* (91%), *T. hyalinata* (71%), *U. diamantina* (80%), terem concentrado o forrageio nesta planta que apresenta curto período de floração (dados não publicados), ao longo do ano, estas utilizam um conjunto diversificado de fontes de recursos florais. De forma

que, é importante considerar que o grau de sobreposição não é constante ao longo do ano, e deve existir variações temporais nos níveis de sobreposição associadas a mudanças na intensidade de exploração das fontes florais pelas espécies de abelhas (Cortopassi-Laurino e Ramalho, 1988; Camilo e Garófalo, 1989; Wilms e Wiechers, 1997). Nesta perspectiva, compilar todos os dados de visitas as flores em uma única análise poderia influenciar a interpretação dos resultados, sendo interessante realizar as análises separadamente, considerando os meses de coleta ou as diferentes estações, buscando evitar combinar amostras assíncronas.

Dos pares de espécies com maior sobreposição, três deles (*E. bicolor* / *C. aenea*, *T. hyalinata* / *E. bicolor*, *T. hyalinata* / *C. aenea*) envolvam abelhas coletoras de óleo. A estreita relação existente entre abelhas Centridini e *Byrsonima* (Malpighiaceae) tem sido discutido por vários autores (Vogel, 1969, Ramalho e Silva, 2002; Gaglianone, 2003; Alves-dos-Santos et al., 2007; Rosa e Ramalho, 2011; Neffa e Simpsonb, 2017). Estas abelhas são especializadas na coleta de óleo floral, sendo consideradas os polinizadores mais abundantes e eficientes de algumas espécies desse gênero vegetal (Teixeira e Machado, 2000; Sazan et al., 2014; Andena et al., 2012; Aguiar et al., 2017B). Os lipídios produzidos nas glândulas das sépalas das flores de Malpighiaceae (elaióforos) são coletados por estas abelhas e utilizados como alimento larval ou para revestimento de células (Buchmann, 1987; Alves-dos-Santos et al., 2007), além de serem importantes fontes de pólen (Andena et al., 2005).

## CONCLUSÃO

Este estudo apresentou informações relevantes sobre a comunidade de abelhas silvestres da savana brasileira (Cerrado), da Chapada Diamantina. Tais informações, poderão contribuir para a ampliação do conhecimento sobre a apifauna e o modo como as populações utilizam as fontes de recursos florais disponíveis. Nossos resultados apontam uma baixa sobreposição nas dietas das abelhas e sugerem alguns fatores que podem ter relevância na separação dos nichos tróficos, como as diferenças morfológicas e comportamentais,



preferências por determinados recursos, e diversos outros. Além disso, devido a complexidade das interações abelha-planta nas comunidades, considerando a importância dos estudos envolvendo amplitude e sobreposição dos nichos, os dados sugerem a necessidade de estudos mais específicos visando investigar o compartilhamento de recursos entre as espécies, a fim de compreender melhor porque algumas espécies sobrepõem seus nichos mais fortemente que outras e os possíveis fatores que contribuem para estes resultados.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, C.M.L. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia** v.20, p.457–467, 2003.

AGUIAR, C.M.L., SANTOS, G.M.M. Compartilhamento de recursos florais por vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) e abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de Caatinga. **Neotropical Entomology**, v.36, p.836–842, 2007.

AGUIAR, C.M.L., MARTINS, C.F., MOURA, A.C.A. Recursos florais utilizados por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em área de caatinga (São João do Cariri, Paraíba). **Revista Nordestina de Biologia**, v.10, p.101-117, 1995.

AGUIAR, C.M.L., CARAMÉS, J., FRANÇA, F., MELO, E. Exploitation of Floral Resources and Niche Overlap within an Oil-collecting Bee Guild (Hymenoptera, Apidae) in a Neotropical Savannah. **Sociobiology**, v.64, p.78-84, 2017-B

AGUIAR, C. M. L., LUA, S., SILVA, M., PEIXOTO, P. E. C., ALVAREZ, H. M., SANTOS, G. M. The Similar Usage of a Common Key Resource Does Not Determine Similar Responses by Species in A Community of Oil-collecting Bees. **Sociobiology**, v.64, p.69-77, 2017-A.

AGUIAR, C.M.L., SANTOS, G.M.M., MARTINS, C.F., PRESLEY, S.J. Trophic niche breadth and niche overlap in a guild of flower-visiting bees in a Brazilian dry forest. **Apidologie**, v.44, p.153-162, 2013.

ALMEIDA, G.F., GIMENES, M. Abelhas e plantas visitadas em áreas restritas de campo rupestre na Chapada Diamantina, Bahia. **Sitientibus (Série Ciências Biológicas)** v.2, p.11-16, 2002.

ALVES-DOS-SANTOS, I., MACHADO I.C., GAGLIANONE, M.C. História natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecologia Brasiliensis** v.11, p.544-557, 2007.

ANDENA, S.R., BEGO, L.R., MECCHI, M. R. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de Cerrado (Corumbataí, SP) e suas visitas às flores. **Revista Brasileira de Zoociências**, v.7, p.55-59, 2005.

ARAÚJO, V. A., ANTONINI, Y., ARAÚJO, A. P.A. Diversity of bees and their floral resources at altitudinal areas in the Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.35, p.30-40, 2006.

ANDENA, S.R., BEGO, L.R., MECCHI, M.R. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí-SP) e suas visitas às flores. **Revista Brasileira de Zoociências**, v.7, p.55-91, 2005.

ANDENA, S. R., SANTOS, E. F., NOLL, F. B. Taxonomic diversity, niche width and similarity in the use of plant resources by bees (Hymenoptera: Anthophila) in a cerrado area, **Journal of Natural History**, p.241-271, 2012.

BIESMEIJER, JC, SLAA, J. The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. **Apidologie** v.37, p.240–258, 2006.

BIESMEIJER, J.C., SLAA, J., CASTRO, M.S., VIANA, B.F., KLEINERT, M.P., IMPERATRIZ- FONSECA, V.L. Connectance of Brazilian social bee—food plant networks is influenced by habitat, but not by latitude, altitude or network size. **Biota Neotropica**. v.5, p.1–9, 2005.

BUCHMANN, S.L. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology**, v.18, p.343-369, 1987.

CAMILLO, E. e GARÓFALO, C.A. Analysis of the niche of two sympatric species of *Bombus* (Hymenoptera, Apidae). **Journal of Tropical Ecology**, v. 5, p. 81-92, 1989.

CARVALHO, A.M.C. e BEGO, L.R. Exploitation of available resources by bee fauna (Apoidea- Hymenoptera) in the Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, State of Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.41, p.101-107, 1997.

CARVALHO, D.M., AGUIAR, C.M.L., SANTOS, G.M.M. Food Niche Overlap Among Neotropical Carpenter Bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini) in an Agricultural System. **Sociobiology**, v.60, p.283-288, 2013.

CORTOPASSI-LAURINO M., RAMALHO M. Pollen harvest by Africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo: botanical and ecological views. **Apidologie**, v.19, p.1–24, 1988.

CORTOPASSI-LAURINO, M., ZILLIKENS, A., STEINER, J. Pollen sources of the orchid bee *Euglossa annectans* Dressler 1982 (Hymenoptera, Apidae, Euglossini) analyzed from larval provisions. **Genetics and Molecular Research**, v.8, p.546-556, 2009.

DÓREA, M. C., SANTOS, F.A.R., LIMA, L. C. L. E., FIGUEROA, L.E.R., Análise polínica do resíduo pós-emergência de ninhos de *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini). **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 197-202, 2009.

DÓREA, M. C., AGUIAR, C.M.L., FIGUEROA, L.E.R., LIMA, L. C. L. E., SANTOS, F.A.R. Residual pollen in nests of *Centris analis* (hymenoptera, apidae,

centridini) in na area of caatinga vegetation from brazil. **Oecologia brasiliensis**, v. 14, p. 232-237, 2010.

DÓREA, M. C., AGUIAR, C.M.L., FIGUEROA, L.E.R., LIMA, L. C. L. E., SANTOS, F.A.R., A study of pollen residues in nests of *Centris trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in Caatinga vegetation, Bahia, Brazil. **Grana (Stockholm)**, v. 52, p. 122-128, 2013.

FARIA, L.B., ALEIXO, K.P., GARÓFALO, C.A., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., SILVA, C.I. Foraging of *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae) in na urbanized area: seasonality in resource availability and visited plants. **A Journal of Entomology**, p.12, 2012.

FEINSINGER, P., SPEARS, E.E., POOLE, R.W. A simple measure of niche breadth. **Ecology**. v. 62, p.27–32, 1981.

GAGLIANONE, M.C. Abelhas da tribo Centridini na Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio, SP): composição de espécies e interações com flores de Malpighiaceae. In, G.A.R. Melo & I. Alves-dos-Santos (Eds.), **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**, p.279- 284. Criciúma: Edit. UNESCO, 2003.

GAGLIANONE, M.C. Nesting biology, seasonality, and flower hosts of *Epicharis nigrita* (Friese, 1900) (Hymenoptera: Apidae: Centridini), with a comparative analysis for the genus. Studies on Neotropical Fauna Environment. **Tübingen**, v.40, p.191-200, 2005.

GIANNINI, T.C., CORDEIRO, G., FREITAS, B., SARAIVA, A., IMPERATRIZ-FONSECA, V. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology** v.108, p.849–857, 2015.

GONÇALVES, L., SILVA, C.I., BUSCHINI, M.L.T. Collection of pollen grains by *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Apidae: Centridini): is *C. tarsata* an oligolectic or polylectic species? **Zoological Studies** v.51, p.195–203, 2012.

HARLEY, R.M. Introduction. In Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Brazil (B.L. Stannard, ed.). **Royal Botanic Gardens**, Kew, p.1-42, 1995.

JESUS, E.F.R. DE., FALK, F.H., MARQUES, T.M. **Caracterização geográfica e aspectos geológicos da Chapada Diamantina, Bahia**. Centro editorial e didático da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1983.

KLEINERT A.M.P., GIANNINI T.C., Generalist bee species on Brazilian bee–plant interaction networks. **Psyche Article** ID 291519, p 1-7, 2012.

LUDWIG, J.A., REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology: A primer on methods and computing**. John Wiley & Sons, New York, p.339, 1988.

MAIA-SILVA C., LIMÃO A.A.C., HRNCIR M., DA SILVA PEREIRA J., IMPERATRIZ-FONSECA V.L. The Contribution of Palynological Surveys to Stingless Bee Conservation: A Case Study with *Melipona subnitida*. In: Vit P., Pedro S., Roubik D. (eds) **Pot-Pollen in Stingless Bee Melittology**. Springer, Cham p.89-101, 2018.

MARTINS, C. F. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campos rupestres do estado da Bahia, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v.9, p.225-257, 1994.

MARTINS, C.F. Flora apícola e nichos tróficos de abelhas (Hym, Apoidea) na Chapada Diamantina (Lençóis-BA, Brasil). **Revista Nordestina de Biologia**. v.10, p.119–140, 1995.

MICHENER, C.D. **The Bees of the World**. Johns Hopkins, Baltimore, 2007.

MENEZES G. B., GONÇALVES-ESTEVEZ V, BASTOS E. M. A. F., AUGUSTO S. C., GAGLIANONE M. C. Nesting and use of pollen resources by *Tetrapedia diversipes* Klug (Apidae) in Atlantic Forest areas (Rio de Janeiro, Brazil) in different stages of regeneration. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.56, p.86–94, 2012.

MORI, A.S., SILVA, L.A.M., LISBOA, G., CORADIN, L. Manual de manejo do herbário fanerogâmico, CEPLAC-CEPEC, Ilhéus, 1989.

NEFF, J.L., SIMPSON, B.B., Vogel's great legacy: the oil flower and oil-collecting bee syndrome. **Flora**, v.232, p.104–116, 2017.

NEVES, C. M. D. L., CARVALHO, C. A. L., MACHADO, C. S., AGUIAR, C. M. L. E SOUSA, F. S. M., Pollen consumed by the solitary bee *Tetrapedia diversipes* (Apid ae: Tetrapediini) in a tropical agroecosystem, **Grana**, v.53, p.302-308, 2014.

NOGUEIRA-FERREIRA, F.H., AUGUSTO, S.C. Amplitude de nicho e similaridade no uso de recursos florais por abelhas eussociais em uma área de cerrado. **Bioscience Journal**. v.23, p.45–51, 2007.

PACHECO FILHO, A., VEROLA, C.F., LIMA, VERDE L.W., FREITAS, B.M. Bee-flower association in the Neotropics: implications to bee conservation and plant pollination. **Apidologie**, v.46, p.530–541, 2015.

PEDRO, S. R., CAMARGO, J. M. F. Interactions on floral resource between the Africanized honey bee (*Apis mellifera* L.) and native bee community (Hymenoptera: Apoidea) in a natural “cerrado” ecosystem in southeast Brazil. **Apidologie** v.22, p.397-415, 1991.

PINTO R.S., ALBUQUERQUE P.M.C., RÊGO M.M.C. Pollen analysis of food pots stored by *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae) in a Restinga area. **Sociobiology**, v.61, p.461–469, 2014.

PRESLEY, S.J., WILLIG, M.R., CASTRO-ARELLANO, I., WEAVER, S.C. Effects of habitat conversion on temporal activity patterns of phyllostomid bats in lowland Amazonian rain forest. *J. Mammal.* v.90, p.210–221, 2009.

RABELO, L.S., VILHENA, A.M.G.F., BASTOS, E.M.A.F., AUGUSTO, S.C. Larval food sources of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Apidae), an oil-collecting bee. **Journal of Natural History**, v.46, p.1129–1140, 2010.

RABELO, L.S., VILHENA, A.M.G.F., BASTOS, E.M.A.F., AGUIAR, C.L., AUGUSTO, S.C. Oil-collecting bee-flower interaction network: do bee size and anther type influence the use of pollen sources? **Apidologie**, v.46, p.465-477, 2015.

RAMALHO, M., SILVA, M. Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. **Sitientibus, Série Ciências**, v.2, p.34-43, 2002.

RIBEIRO, E.K.M.D., REGO, M.M.C., MACHADO, I.C.S. Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. **Acta Botanica Brasilica**, v.22, p.165-171. 2008.

ROSA, J.F., RAMALHO, M. The spatial dynamics of diversity in Centridini bees: the abundance of oil-producing flowers as a measure of habitat quality. **Apidologie**, v.42, p.669-678, 2011.

SAKAGAMI, S. F., LAROCCA, S., MOURE, J. S. Wild bees biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil preliminary report. **Journal of the Faculty of Science Hokkaido University**. v.16, p.253-291, 1967.

SANTOS, G.M.M., AGUIAR, C.M.L., GENINI, J., MARTINS C.F., ZANELLA F.C.V., MELLO M.A.R. Invasive Africanized honey bees change the structure of native pollination networks in Brazil. **Biological Invasions**, v.14: p.2369–2378, 2012.

SANTOS, G.M.M., AGUIAR, C.M.L., MELLO, M.A.R. Flower-visiting guild associated with the Caatinga flora: trophic interaction networks formed by social bees and social wasps with plants. **Apidologie** v.41, p.466–475, 2010.

SANTOS, G.M.M., CARVALHO, C.A.L., AGUIAR, C.M.L., MACÊDO, L.S.S.R, MELLO, M.A.R. Overlap in trophic and temporal niches in the flower-visiting bee guild (Hymenoptera, Apoidea) of a tropical dry forest. **Apidologie**, v.44, p.64-74, 2013.

SANTOS, R.M., AGUIAR, C.M.L., DÓREA, M.C, ALMEIDA, G.F., SANTOS, F.A.R., AUGUSTO, S.C. The larval provisions of the crop pollinator *Centris analis*: pollen spectrum and trophic niche breadth in an agroecosystem. **Apidologie**, v.44 p.630-641, 2013.

SANTOS, G.M.M., PRESLEY, S. Niche overlap and temporal activity patterns of social wasps in a Brazilian cashew orchard. **Sociobiology**, v.56, p.121– 131, 2010.

SAZAN M.S., SAZAN, BEZERRA, A.D.M. FREITAS, B.M. Oil collecting bees and *Byrsonima cydoniifolia* A. Juss. (Malpighiaceae) interactions: the prevalence of long-distance cross pollination driving reproductive success. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.86, p.347-357, 2014.



SCHOENER, T.W. The *Anolis* lizard of Bimini: Resource partitioning in a complex fauna. **Ecology**, v.49, p.704-726, 1968.

SHANNON, C.E. The mathematical theory of communication, p. 3-91. *In*: C.E. SHANNON, W. WEAVER (Eds). **The mathematical theory of communication**. Urbana, University Illinois Press, p. 117, 1948.

SILVA-PEREIRA, V. D., SANTOS, G. M. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in "campos rupestres", Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.35, p.165-174, 2006.

SILVA, W.P., PAZ, J.R.L. Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica. **Natureza online**, v.10, p.146-152, 2012

TEIXEIRA, L.A.G., MACHADO, I.C. Sistemas de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). *Acta Botanica Brasilica* v.14, p.347-357, 2000.

VILHENA, A.M.G.F., RABELO, L.S., BASTOS, E.M.A.F., AUGUSTO, S.C., Acerola pollinators in the savanna of Central Brazil: temporal variations in oil-collecting bee richness and a mutualistic network. **Apidologie**. v.43, p.51–62, 2012.

VOSSLER, F. Pollen Resources Stored in Nests of Wild Bees *Xylocopa ciliata* Burmeister and *Megachile pusilla* Pérez (Hymenoptera: Anthophila) in a Temperate Grassland-Forest Matrix. **Sociobiology**, v.65, p.784-788, 2018.

VOGEL, S. Flowers offering fatty oil instead of nectar. *In*: XI Proc. Int. Bot. Cong. Abstracts. Seattle. p.229, 1969.

WILLIAMS, N.M., MINCKLEY, R.L., SILVEIRA, F.A. Variation in native bee faunas and its implications for detecting community changes, **Conservation Ecology**, v.5, p.7, 2001.

WILMS, W., WIECHERS B. Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bee in the Brazilian Atlantic rain forest. **Apidologie** v.28, p.339-355, 1997.

WILMS, W., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., ENGELS, W. Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic rainforest. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v.31, p.137-151, 1996.

ZOTARELLI, H.G.S., EVANS, D.M., BEGO. L.R., SOFIA, S.H. A comparison of social bee–plant networks between two urban areas. **Neotropical Entomology**, v.43, p.399-408, 2014

## ARTIGO 2

### **NICHO TRÓFICO DE ESPÉCIES DE ABELHAS (HYMENOPTERA, APOIDEA) EM UMA COMUNIDADE NO CERRADO GRAMÍNEO-LENHOSO COM ELEMENTOS EM CAMPO RUPESTRE<sup>2</sup>**

---

<sup>2</sup>Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico *Apidologie* em versão na língua inglesa.

## **Nicho trófico de espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma comunidade no cerrado Gramíneo-lenhoso com elementos de Campo Rupestre**

**Resumo:** O conhecimento sobre o uso de recursos florais pelas populações de abelhas é fundamental para a definição de estratégias para a conservação dessas populações e para garantir os serviços de polinização. Neste estudo, foi analisado as interações abelha-planta para investigar o modo de uso de recursos vegetais por populações de abelhas em uma comunidade no cerrado gramíneo-lenhoso com elementos de campo rupestre, no entorno do Parque Nacional da Chapada Diamantina. As interações abelha-planta foram registradas quinzenalmente ao longo de um ano. Calculou-se a largura dos nichos tróficos (Índice Shannon-Wiener) e a sobreposição entre os pares de espécies de abelhas, utilizando o índice de Schoener. Além disso, foi calculado o grau geral de sobreposição entre todas as espécies da comunidade usando os índices Pianka e Czechanowski. Para testar se os valores médios de sobreposição encontrados foram diferentes dos esperados pelo acaso, utilizamos uma abordagem de modelo nulo (algoritmo Rosário). As interações foram registradas entre 147 espécies de abelhas e 81 espécies de plantas. A sobreposição entre pares de espécies variou de 0,01 a 0,86. A maior sobreposição foi encontrada entre *Exomalopsis analis* e *Exomalopsis fulvipennis* (NO = 0,86). A sobreposição de nicho foi baixa na maioria dos 253 pares de espécies analisadas, 82% dos quais tinham sobreposição inferior a 0,3. Os valores médios de sobreposição estimados com os índices de Pianka (0,09) e Czechanowski (0,88) foram significativamente diferentes do esperado pelo acaso (ambos  $P < 0,001$ ).

**Palavras-chave:** sobreposição de nicho, dieta, interações abelha-planta, Apoidea

## **Trophic niche of bee species (Hymenoptera, Apoidea) in a community in the cerrado Grassy-woody with Campo Rupestre elements**

**Abstract:** Knowledge about the use of floral resources by bee populations is fundamental for the definition of strategies for the conservation of these populations and for ensuring pollination services. In this study, we analyzed bee-plant interactions in order to investigate the mode of use of plant resources by bee populations in a community in the cerrado Grassy-woody with Campo Rupestre elements, in the surroundings of the Chapada Diamantina National Park. Bee-plant interactions were recorded fortnightly over a year. We calculated the trophic niches width (Shannon –Wiener index) and the overlap between pairs of bee species, using Schoener index. Additionally, we calculated the general overlap degree among all species in the community using the Pianka and Czechanowski indices. In order to test whether the average overlap values found were differed from that expected by chance, we used a null model approach (algorithm Rosario). Interactions were recorded among 147 bee species and 81 plant species. The overlap between pairs of species ranged from 0.01 to 0.86. The highest overlap was found between *Exomalopsis analis* and *Exomalopsis fulvipennis* (NO = 0.86). The niche overlap was low in most of the 253 pairs of species analyzed, 82% of which had overlap less than 0.3. The average overlap values estimated with the indices of Pianka (0.09) and Czechanowski (0.06) were significantly different than expected by chance (both  $P < 0.001$ ).

**Keywords:** Niche overlap, diet, bee-plant interactions, Apoidea

## INTRODUÇÃO

Estudos destinados à identificação dos recursos florais utilizados pelas abelhas compõem uma ferramenta importante na busca de informações sobre a dieta desses insetos (Silva et al., 2014). Estas informações podem nos ajudar a compreender melhor o modo como as espécies utilizam os recursos disponíveis e pode servir como embasamento para os estudos sobre interações abelha-planta, além de subsidiar a elaboração de planos de manejo e conservação da fauna e da flora apoidea, favorecendo a manutenção dos serviços de polinização (Aguiar et al., 2013). Como consequência, facilita a compreensão da dinâmica das interações ecológicas entre plantas e abelhas (Faria et al., 2012). Desta forma, o conhecimento acerca dos recursos florais é fundamental, sendo necessário ampliar e intensificar as amostragens de locais e tipos de vegetações, para melhor caracterizar os nichos realizados e as demandas por recursos destes polinizadores (Aguiar et al., 2013).

A maioria dos estudos sobre nichos realizados pelas abelhas tem se concentrado na diversidade de recursos florais necessários à manutenção das populações (Camillo e Garófalo, 1989; Wilms e Wiechers, 1997; Aguiar et al., 2003; Goulson e Darvill, 2004; Franco et al., 2009; Andena et al., 2012, Aguiar et al., 2013; 2017B).

Na savana brasileira (Cerrado), o conhecimento acerca das interações abelha-planta ainda é restrito e fragmentado, sendo limitado ao levantamento das fontes de recursos alimentares exploradas pela fauna de Apoidea e a polinização de algumas espécies de plantas (Pedro e Camargo, 1991; Martins, 1995; Albuquerque e Mendonça, 1996; Andena et al., 2005; 2012; Nogueira-Ferreira e Augusto, 2007). Alguns estudos tem sido conduzidos em comunidades de cerrado, abordando aspectos da partição de recursos entre abelhas eussociais e solitárias, outros focando também nos recursos utilizados pelas vespas (Martins, 1994; Viana et al., 1997).

Na região do Parque Nacional da Chapada Diamantina, o conhecimento sobre essas interações abelha-planta é ainda mais escasso o que torna necessário investigar melhor estes aspectos, buscando produzir uma base de dados mais consolidada para subsidiar ações de manejo e conservação da fauna

Apoidea local. Neste sentido, o presente estudo, buscou investigar o modo de uso das fontes de recursos florais pelas populações de abelhas em uma comunidade no cerrado gramíneo-lenhoso com elementos de campo rupestre.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O trabalho foi realizado em uma área de entaves no Bioma Caatinga, caracterizada pela presença de formações vegetais com fisionomia e composição florística de cerrado, no município de Lençóis, na localidade de Coqueiros (12°34'S.41°23'W), no entorno do Parque Nacional da Chapada Diamantina (Figura1). O clima da região é Tropical Úmido (Cwb, de acordo com Köppen). O período seco ocorre de quatro a cinco meses, e o período chuvoso geralmente ocorre de outubro a abril (Jesus et al., 1983).

A vegetação predominante é cerrado gramíneo-lenhoso, estando presente também elementos florísticos de Campos Rupestres (Martins, 1995). Apresentando vegetação baixa e aberta encontrada em superfícies rochosas quase contínuas na montanha (geralmente acima de 950 m de altura), o campo rupestre é composta principalmente de arbustos ou subarbustos e pequenas árvores, formando um rico mosaico, ocorrendo principalmente na Cadeia do Espinhaço (MG e BA) (Conceição e Giulietti, 2002; Conceição, 2008; Queiroz et al., 2008; Alves e Kolbek, 2010; Silveira et al., 2016).

O Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) abriga uma grande diversidade de tipos vegetacionais, formando um verdadeiro mosaico, onde predominam os campos rupestres, florestas estacionais semidecíduais ao longo das margens dos rios e nas encostas das montanhas, tendo no seu entorno, áreas de cerrado e caatinga (Funch et al. 2009). O cerrado cobre pequenas áreas no Parque Nacional da Chapada Diamantina, geralmente ocorrendo sobre solos predominantemente arenosos, com altitudes de 1.000 m ou mais e com uma estação seca definida (Queiroz et al, 2008).

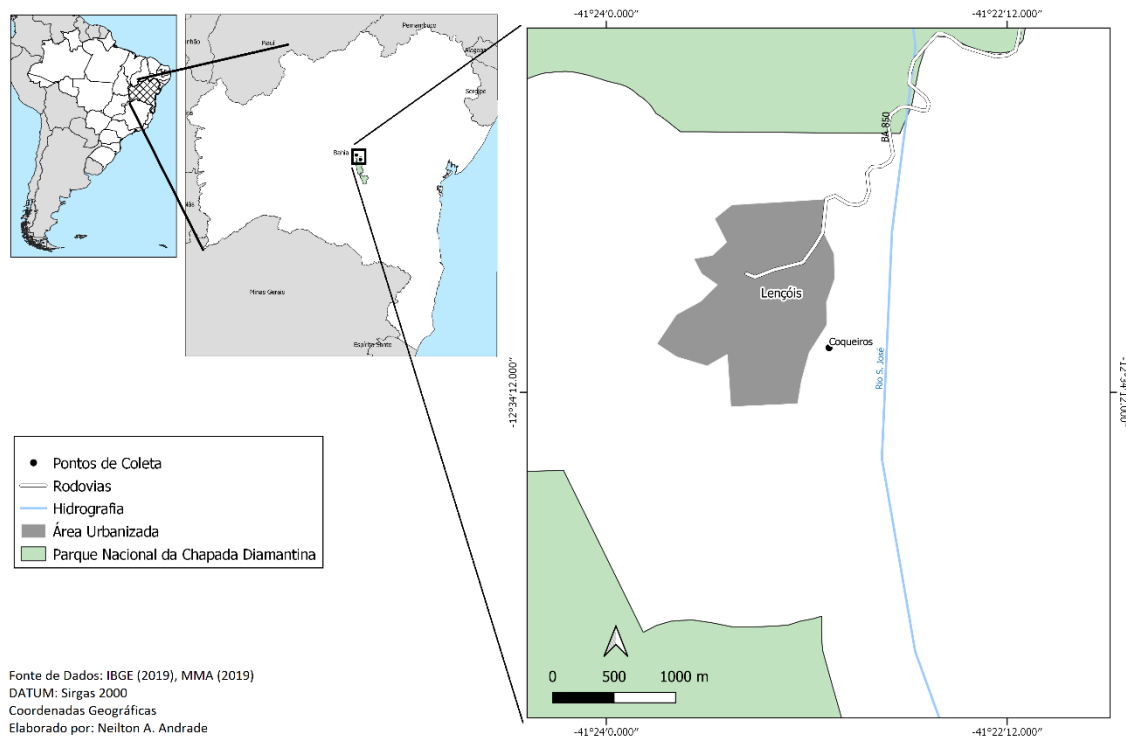


Figura 1. Mapa de localização da Bahia, com destaque para a região da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil e indicando a subáreas onde foi feita a amostragem.

## Amostragem

As amostragens foram realizadas durante um ano (outubro de 1987 a setembro de 1988), em intervalos de 15 dias aproximadamente. Nessa área, foi estabelecido um transecto de aproximadamente 1.500 m de comprimento e cerca de 20 metros de largura para as coletas das abelhas visitantes das plantas, totalizando aproximadamente 3 ha de área amostrada.

A captura das abelhas foi realizada nas flores das espécies de plantas do transecto, seguindo a metodologia de Sakagami et al. (1967). As abelhas foram capturadas com rede entomológica por dois coletores que percorriam o transecto simultaneamente, duas vezes por dia, das 8 às 12h e das 14 às 16h. De cada planta visitada foram coletadas seis amostras (Mori et al., 1989) e as exsiccatas foram depositadas no Herbário do RADAMBRASIL (HBR), administrado pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), localizado no Jardim Botânico de Salvador (JBSSA). Os espécimes de abelhas coletados foram depositados no acervo do Museu de Zoologia da Universidade Federal da



Bahia (MZUFBA) e duplicatas na Coleção Entomológica Pe. Jesus Santiago Moure (DZUP), na Universidade Federal do Paraná.

### **Análise de dados**

A amplitude de nicho trófico foi calculada utilizando o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), calculado por meio da fórmula  $H' = - \sum p_k \times \ln p_k$ , onde  $p_k$ : proporção de indivíduos coletados na planta  $k$  e  $\ln$  é o logaritmo neperiano do valor  $p_k$  (Shannon, 1948). A equitatividade das visitas de cada espécie de abelha às espécies de plantas foi calculada através da fórmula  $J' = H'/H'_{\max}$ .

O Nível de sobreposição dos nichos (NO) entre cada par de espécies foi medido utilizando o índice de Schoener (1968), que varia de 0 a 1, é calculado pela fórmula:  $NO_{ih} = 1 - 1/2 \sum_k |p_{ik} - p_{hk}|$ , em que:  $i$  e  $h$  são as espécies de abelhas comparadas,  $p_{ik}$  e  $p_{hk}$  são as proporções de indivíduos das espécies de abelhas  $i$  e  $h$ , respectivamente, coletados em cada espécie de planta (" $k$ ").  $P_{ik}$  é obtido dividindo-se o número de indivíduos da espécie  $i$  coletado na planta " $k$ " pelo número total de indivíduos da espécie  $i$  coletados em todas as plantas. A sobreposição de nichos foi calculada apenas para as espécies de abelhas representadas por 15 ou mais indivíduos da amostra total.

O valor obtido para a sobreposição de nicho foi considerado como sobreposição baixa para valores maior ou igual a 30%, sobreposição moderada quando o valor foi maior que 30% e igual ou inferior a 70%, e sobreposição alta para valores maiores que 70% (Aguiar et al., 2003; Aguiar et al., 2017).

Foram utilizados os índices de Pianka (1973) e Czechanowski (Feinsinger et al., 1981) para estimar o nível de sobreposição geral entre todas as espécies na comunidade. Uma abordagem de modelo nulo foi utilizada para comparar a sobreposição de nicho geral observada para uma distribuição nula de valores calculados a partir de distribuições de sobreposição de nicho geradas aleatoriamente. Para isso, utilizou-se o algoritmo Rosario (Castro-Arellano et al., 2010), seguindo outros autores que investigam aspectos do nicho trófico e temporal (Presley et al., 2009; Santos e Presley, 2010; Aguiar et al., 2013; Santos et al., 2013). Em cada iteração, o algoritmo Rosário cria aleatorizações da matriz original, calcula o grau de sobreposição de nicho para cada matriz aleatorizada, repetida 10.000 vezes para criar uma distribuição nula de valores de

sobreposição para cada índice (Pianka e Czechanowski). Em seguida, os valores de sobreposição foram comparados para determinar a significância. As análises foram realizadas usando programa TimeOverlap (Castro-Arellano et al. 2010) disponível em <http://hydrodictyon.eeb.uconn.edu/people/willig/Research/activity%20pattern.html>.

## RESULTADOS

A comunidade de abelhas foi composta por 147 espécies, que forragearam em flores de 81 espécies de plantas (Tabelas I e II). *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. (Fabaceae) (n=168), *Sauvagesia sprengelii* A.St.-Hil. (Ochnaceae) (n=121) e *Musa paradisiaca* L. (Musaceae) (n=109) foram as plantas mais visitadas pelas abelhas, reunindo 23,3% de todos os indivíduos capturados em flores (Tabela II). As plantas visitadas por maior número de espécies de abelhas foram *Stylosanthes guianensis*, Fabaceae (43 espécies), *Marsypianthes chamaedrys* (Vahl) Kuntze, Lamiaceae (36), *Cuphea sessilifolia* Mart., Lythraceae (35) e *Sauvagesia sprengelii* A.St.-Hil., Ochnaceae (28) (Tabela II).

Um total de 23 espécies de abelhas foram representadas por mais de 15 indivíduos. A amplitude ( $H'$ ) dos nichos tróficos destas espécies variou de 0,69 a 2,87. As espécies que apresentaram maior amplitude de nicho trófico foram *Apis mellifera*, *Geotrigona mombuca* e *Augochloropsis smithiana*, enquanto que *Hypanthidioides* sp.1 e *Epicharis fasciata* apresentaram nichos tróficos mais estreitos (Tabela III). As espécies apresentaram alta uniformidade ( $J'$ ) na exploração dos recursos, os maiores valores foram encontrados em *Dialictus* sp. 1, *Bombus morio* e *Exomalopsis fulvipennis*.

A sobreposição dos nichos tróficos (NO) em cada um dos 253 pares formados por estas 23 espécies de abelhas (NO) variou de 0,01 a 0,86, sendo mais alta entre *Exomalopsis analis* e *Exomalopsis fulvipennis* (NO= 0,86), entre *Megachile brethesi* e *Megachile paulistana* (NO=0,67), e entre *Hypanthidioides* sp.1 e *Centris tarsata* (NO= 0,64). *Stylosanthes guianensis* foi a espécie de planta que mais contribuiu para esta sobreposição alta. De forma geral, a

sobreposição de nicho no eixo da dieta foi baixa, com 82% dos pares apresentando sobreposição menor que 0,3. (Tabela III).

A análise de sobreposição de nichos em nível de comunidade baseada em modelos nulos sugere uma sobreposição média maior do que a esperada ao acaso. Os valores médios de sobreposição estimados com os índices de Pianka (0,09) e Czechanowski (0,88) foram significativamente diferentes do esperado ao acaso ( $P < 0,001$ ).

**Tabela 1.** Espécies de abelhas e plantas visitadas em uma área de cerrado em Lençóis (Chapada Diamantina, Bahia, Brasil). N=Numero de indivíduos. Código das plantas visitadas conforme tabela 2.

<b>Especies de abelhas</b>	<b>N</b>	<b>Código das abelhas</b>	<b>Código das plantas visitadas</b>
<i>Acamptopoeum prinii</i> (Holmberg, 1884)	1	B01	P69
<i>Agapostemon chapadensis</i> Cockerell, 1900	2	B02	P81, P72
<i>Ancyloscelis apiformis</i> (Fabricius, 1793)	1	B03	P44
<i>Anthodioctes</i> sp. 1	3	B04	P23, P44
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758*	218	B05	P07, P11, P14, P18, P19, P23, P24, P28, P30, P31, P33, P34, P39, P44, P49, P50, P54, P58, P59, P61, P62, P66, P68, P69, P72, P74, P75, P76, P02, P37, P77, P79, P81
<i>Augochlora caeruleior</i> Cockerell, 1900	2	B06	P30
<i>Augochlora esox</i> (Vachal, 1911)	3	B07	P03, P45, P69
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp. 1	2	B08	P44, P54
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp. 2	1	B09	P30
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp. 3	2	B10	P19
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp. 4	4	B11	P22, P30, P27, P78
<i>Augochlora (Oxystoglossella)</i> sp. 1	5	B12	P14, P44, P81
<i>Augochlora thalia</i> Smith, 1879	4	B13	P14, P31, P44, P69
<i>Augochlora morrae</i> Strand, 1910	4	B14	P05, P44, P81
<i>Augochlora neivai</i> (Moure, 1940)	1	B15	P44
<i>Augochlorella ephyra</i> (Schrottky, 1910)	10	B16	P07, P39, P44, P61, P69, P37
<i>Augochloropsis callichroa</i> (Cockerell, 1900)	1	B17	P09
<i>Augochloropsis cleopatra</i> (Schrottky, 1902)	4	B18	P47, P61
<i>Augochloropsis cockerelli</i> Schrottky, 1909	1	B19	P47
<i>Augochloropsis cupreola</i> (Cockerell, 1900)	1	B20	P49
<i>Augochloropsis electra</i> (Smith, 1853)	2	B21	P61, P78
<i>Augochloropsis multiplex</i> (Vachal, 1903)	1	B22	P79
<i>Augochloropsis notophos</i> (Vachal, 1903)	3	B23	P09, P71
<i>Augochloropsis smithiana</i> (Cockerell, 1900)*	28	B24	P06, P07, P23, P43, P47, P59, P61, P64, P68, P69, P72, P73, P79, P80
<i>Augochloropsis</i> sp. 1	10	B25	P09, P49, P61
<i>Augochloropsis</i> sp. 2	2	B26	P39, P61

**Tabela 1.** Espécies de abelhas e plantas visitadas em uma área de cerrado em Lençóis (Chapada Diamantina, Bahia, Brasil). N=Numero de indivíduos. Código das plantas visitadas conforme tabela 2.

<b>Especies de abelhas</b>	<b>N</b>	<b>Código das abelhas</b>	<b>Código das plantas visitadas</b>
<i>Augochloropsis terrestris</i> (Vachal, 1903)	4	B27	P07, P23, P61, P69
<i>Augochloropsis wallacei</i> (Cockerell, 1900)	5	B28	P07, P61, P69, P78
<i>Bombus brevivillus</i> Franklin, 1913	12	B29	P05, P11, P26, P45, P47, P49, P79
<i>Bombus morio</i> (Swederus, 1787)*	23	B30	P03, P23, P39, P44, P47, P50, P57, P61, P64, P69, P72, P79
<i>Centris aenea</i> Lepeletier, 1841*	34	B31	P06, P07, P08, P10, P23, P32, P39, P44, P49, P60, P61, P69
<i>Centris nitens</i> Lepeletier, 1841	2	B32	P44, P81
<i>Centris spilopoda</i> Moure, 1969	9	B33	P08, P23
<i>Centris vittata</i> Lepeletier, 1841	1	B34	P23
<i>Centris tarsata</i> Smith, 1874*	23	B35	P06, P08, P23, P44, P47, P61, P69
<i>Centris analis</i> (Fabricius, 1804)	1	B36	P10
<i>Centris hyptidis</i> Ducke, 1908	1	B37	P69
<i>Centris perforator</i> Smith, F. (1874)	2	B38	P21
<i>Centris longimana</i> Fabricius, 1804	1	B39	P13
<i>Ceratina maculifrons</i> Smith, 1854*	17	B40	P14, P31, P39, P44, P45, P54, P68, P69
<i>Ceratina asuncionis</i> Strand, 1910	1	B41	P44
<i>Ceratina richardsoniae</i> Schrottky, 1909	1	B42	P23
<i>Ceratina</i> sp. 1	3	B43	P31, P51, P69
<i>Coelioxys (Glyptocoelioxys)</i> sp. 1	3	B44	P69, P81
<i>Coelioxys simillima</i> Smith, 1854	2	B45	P01, P81
<i>Coelioxys</i> sp. 2	1	B46	P69
<i>Coelioxys</i> sp. 3	1	B47	P07
<i>Coelioxys</i> sp. 4	1	B48	P68
<i>Coelioxys</i> sp. 5	1	B49	P81
<i>Coelioxys</i> sp. 6	1	B50	P23
<i>Colletes rufipes</i> Smith, 1879	4	B51	P07, P81
<i>Dialictus</i> sp. 5	2	B52	P07

**Tabela 1.** Espécies de abelhas e plantas visitadas em uma área de cerrado em Lençóis (Chapada Diamantina, Bahia, Brasil). N=Numero de indivíduos. Código das plantas visitadas conforme tabela 2.

Especies de abelhas	N	Código das abelhas	Código das plantas visitadas
<i>Dialictus</i> sp. 1 *	30	B53	P01, P04, P07, P12, P15, P30, P40, P49, P59, P61, P62, P67, P68, P69, P73
<i>Dialictus</i> sp. 2 *	21	B54	P01, P07, P30, P31, P40, P44, P61, P69, P72, P80
<i>Dialictus</i> sp. 3	1	B55	P68
<i>Dialictus</i> sp. 4	1	B56	P40
<i>Dialictus opacus</i> (Moure, 1940)	7	B57	P01, P06, P07, P61, P75, P68
Dianthidiini sp. 1	2	B58	P06, P23
Dianthidiini sp. 2	3	B59	P20, P23
<i>Dianthidulum</i> sp. 1	6	B60	P23, P69
<i>Dianthidulum</i> sp. 2	1	B61	P44
<i>Dicranthidium arenarium</i> (Ducke, 1907)	7	B62	P06, P14, P31, P44, P65
<i>Dicranthidium gregarium</i> (Schrottky, 1905)	2	B63	P13, P38
<i>Epanthidium</i> sp. 1	4	B64	P14
<i>Epicharis flava</i> Friese, 1900	1	B65	P34
<i>Epicharis cockerelli</i> Friese, 1900	1	B66	P23
<i>Epicharis fasciata</i> Lepeletier & Serville, 1828*	21	B67	P46, P23, P60, P67
<i>Epicharis analis</i> Lepeletier, 1841	2	B68	P09, P23
<i>Eufriesea (auriceps)</i> sp. 1	1	B69	P23
<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus, 1758)	7	B70	P16, P43, P60, P61
<i>Euglossa melanotricha</i> Moure, 1967	12	B71	P23, P42, P43, P44, P47, P61, P69, P79
<i>Euglossa securigera</i> Dressler, 1982	1	B72	P60
<i>Euglossa townsendi</i> Cockerell, 1904	1	B73	P60
<i>Euglossa (Euglossa)</i> sp. 3	1	B74	P61
<i>Euglossa (Euglossa)</i> sp. 4	1	B75	P23
<i>Euglossa (Euglossa)</i> sp. 1	2	B76	P09, P23
<i>Euglossa (Euglossa)</i> sp. 2	1	B77	P34
<i>Eulaema nigrata</i> Lepeletier, 1841	1	B78	P69

**Tabela 1.** Espécies de abelhas e plantas visitadas em uma área de cerrado em Lençóis (Chapada Diamantina, Bahia, Brasil). N=Numero de indivíduos. Código das plantas visitadas conforme tabela 2.

<b>Especies de abelhas</b>	<b>N</b>	<b>Código das abelhas</b>	<b>Código das plantas visitadas</b>
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)	3	B79	P13, P18, P76
<i>Exomalopsis auropilosa</i> Spinola, 1853 *	18	B80	P23, P49, P54, P61, P69, P72
<i>Exomalopsis fulvipennis</i> Schrottky, 1910 *	16	B81	P17, P47, P49, P61, P69, P75
<i>Exomalopsis</i> ( <i>Exomalopsis</i> ) sp. 1	3	B82	P40, P75
<i>Exomalopsis analis</i> Spinola, 1853 *	29	B83	P19, P47, P49, P61, P69, P75
<i>Florilegus melectoides</i> (Smith, 1879)	1	B84	P44
<i>Florilegus similis</i> Urban, 1970	8	B85	P23, P61
<i>Frieseomelitta francoi</i> (Moure, 1946) *	26	B86	P07, P08, P10, P13, P14, P24, P30, P38, P40, P44, P76
<i>Geotrigona mombuca</i> (Smith, 1863) *	48	B87	P05, P07, P14, P19, P29, P31, P40, P44, P49, P50, P51, P54, P59, P68, P69, P72, P76, P78
<i>Hylaeus rivalis</i> (Schrottky, 1906)	12	B88	P01, P07, P40, P49
<i>Hylaeus</i> sp. 1*	16	B89	P01, P07, P40, P44, P50, P61, P69
<i>Hylaeus</i> sp. 2	7	B90	P01, P07
<i>Hylaeus</i> sp. 3	1	B91	P07
<i>Hylaeus</i> sp. 4	10	B92	P75
<i>Hylaeus</i> sp. 5	1	B93	P49
<i>Hylaeus</i> sp. 6	5	B94	P07, P49
<i>Hylaeus</i> sp. 7	1	B95	P07
<i>Hypanthidioides</i> sp. 1*	40	B96	P07, P14, P23, P30, P44, P61, P69
<i>Hypanthidioides</i> sp. 2	2	B97	P44, P55
<i>Hypanthidium</i> sp. 1	3	B98	P23, P69
<i>Leurotrigona muelleri</i> (Friese, 1900)	3	B99	P04, P06, P31
<i>Megachile</i> ( <i>Acentron</i> ) sp. 1	3	B100	P14, P44, P54
<i>Megachile</i> ( <i>Acentron</i> ) sp. 2	1	B101	P39
<i>Megachile susurrans</i> Haliday, 1836	1	B102	P54
<i>Megachile tupinaquina</i> Schrottky, 1913	5	B103	P01, P23, P80, P81
<i>Megachile orbiculata</i> Mitchell, 1930	1	B104	P39

**Tabela 1.** Espécies de abelhas e plantas visitadas em uma área de cerrado em Lençóis (Chapada Diamantina, Bahia, Brasil). N=Numero de indivíduos. Código das plantas visitadas conforme tabela 2.

Especies de abelhas	N	Código das abelhas	Código das plantas visitadas
<i>Megachile (Leptorachina)</i> sp. 1	1	B105	P77
<i>Megachile (Leptorachina)</i> sp. 2	1	B106	P44
<i>Megachile laeta</i> Smith, 1853	6	B107	P69
<i>Megachile paulistana</i> Schrottky, 1902 *	37	B108	P14, P39, P44, P54, P68, P69, P72, P81
<i>Megachile paulista</i> (Schrottky, 1920)	1	B109	P39
<i>Megachile brethesi</i> Schrottky, 1909 *	21	B110	P01, P21, P39, P44, P49, P54, P69
<i>Megachile (Pseudocentron)</i> sp. 2	4	B111	P14, P44, P68, P80
<i>Megachile (Pseudocentron)</i> sp. 1	12	B112	P29, P39, P69, P79, P80, P81
<i>Megachile cylindrica</i> Friese, 1906	2	B113	P44, P69
<i>Megachile orba</i> Schrottky, 1913	3	B114	P10, P68, P69
<i>Megachile gigas</i> Schrottky, 1908	2	B115	P50, P69
<i>Megachile inquirenda</i> Schrottky, 1913	9	B116	P23, P69
<i>Megachile</i> sp. 1	1	B117	P44
<i>Megachile</i> sp. 2	4	B118	P14, P23, P69
<i>Megachile</i> sp. 3	2	B119	P05, P69
<i>Megachile</i> sp. 4	2	B120	P23
<i>Megachile</i> sp. 5	1	B121	P69
<i>Megachile</i> sp. 6	2	B122	P40
<i>Megachile</i> sp. 7	1	B123	P69
<i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> Lepeletier, 1836	11	B124	P06, P11, P47, P49, P54, P68
<i>Mesocheira bicolor</i> (Fabricius, 1804)	1	B125	P44
<i>Mesoplia simillima</i> Schrottky, 1920	3	B126	P23, P39, P61
<i>Nannotrigona punctata</i> (Smith, 1854)	11	B127	P04, P07, P49, P72
<i>Oxaea flavescens</i> Klug, 1807	1	B128	P39
<i>Paratetrapedia</i> sp. 1	6	B129	P09, P23, P61
<i>Partamona helleri</i> (Friese, 1900) *	26	B130	P10, P11, P49, P50, P62, P69, P72, P79



**Tabela 1.** Espécies de abelhas e plantas visitadas em uma área de cerrado em Lençóis (Chapada Diamantina, Bahia, Brasil). N=Numero de indivíduos. Código das plantas visitadas conforme tabela 2.

Especies de abelhas	N	Código das abelhas	Código das plantas visitadas
<i>Pereirapis rhizophila</i> Moure, 1943 *	278	B131	P01, P06, P07, P14, P23, P29, P31, P40, P44, P49, P50, P51, P61, P68, P69, P72, P80, P81
<i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius, 1804)	7	B132	P34, P39, P47, P60, P69, P73
<i>Pseudaugochlora pandora</i> (Smith, 1853)	3	B133	P07, P49, P79
<i>Pseudagapostemon ochromerus</i> (Vachal, 1904)	5	B134	P81
<i>Pseudoagapostemon</i> sp1	2	B135	P40, P81
<i>Temnosoma metallicum</i> Smith, 1853	2	B136	P07
<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug, 1810	1	B137	P54
<i>Tetrapedia rugulosa</i> Friese, 1899 *	42	B138	P09, P14, P31, P34, P39, P40, P54, P66, P69
<i>Thygater analis</i> (Lepeletier, 1841)	4	B139	P23, P44, P60
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793) *	285	B140	P06, P10, P11, P15, P13, P23, P24, P25, P55, P34, P35, P36, P40, P42, P44, P45, P49, P52, P53, P54, P58, P56, P62, P63, P64, P70, P71, P72, P75, P76
<i>Trigonopedia oligotricha</i> Moure, 1941	1	B141	P61
<i>Xylocopa suspecta</i> Moure & Camargo, 1988	2	B142	P10, P23
<i>Xylocopa carbonaria</i> Smith, 1854	5	B143	P22, P42
<i>Xylocopa frontalis</i> (Olivier, 1789) *	15	B144	P10, P13, P40, P64
<i>Xylocopa griseescens</i> Lepeletier, 1841	3	B145	P11, P13, P79
<i>Xylocopa muscaria</i> (Fabricius, 1775)	1	B146	P81
<i>Xylocopa</i> sp. 1	1	B147	P73

\* Espécies inseridas na análise de nicho (N>15).

**Tabela 2.** Espécies de plantas visitadas por abelhas em uma área de cerrado com elementos de Campo Rupestre, em Lençóis (Chapada Diamantina, Bahia, Brasil). N1 = Número de abelhas (indivíduos) visitantes da planta. N2 = Número de espécies de abelhas visitantes.

Família	Espécie de Planta	Código	N1	N2
Apocynaceae	<i>Ditassa retusa</i> Mart.	P24	4	3
Apocynaceae	<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	P33	1	1
Apocynaceae	<i>Mesechites</i> Müll.Arg.	P46	1	1
Asteraceae	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	P01	14	10
Asteraceae	<i>Albertinia brasiliensis</i> Spreng.	P02	2	1
Asteraceae	<i>Aspilia foliosa</i> (Gardner) Baker	P03	2	2
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	P05	5	4
Asteraceae	<i>Blanchetia heterotricha</i> DC.	P06	18	10
Asteraceae	<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	P14	17	16
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	P20	1	1
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wight	P26	1	1
Asteraceae	<i>Eremanthus brasiliensis</i> (Gardner) MacLeish	P27	1	1
Asteraceae	<i>Eupatorium ballotifolium</i> Kunth	P29	4	3
Asteraceae	<i>Lepidaploa chalybaea</i> (Mart. ex DC.) H.Rob.	P37	2	2
Asteraceae	<i>Paralychnophora bicolor</i> (DC.) MacLeish	P55	4	1
Arecaceae	<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	P70	3	1
Arecaceae	<i>Syagrus</i> Mart.	P71	16	2
Asteraceae	<i>Tagetes minuta</i> L.	P72	73	12
Asteraceae	<i>Vernonia</i> Schreb.	P77	2	2
Asteraceae	<i>Wedelia</i> Jacq.	P81	29	16
Begoniaceae	<i>Begonia grisea</i> A.DC.	P04	3	3
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) DC.	P34	15	5
Bignoniaceae	<i>Jacaranda irwinii</i> A.H.Gentry	P35	3	1
Boraginaceae	<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	P31	104	10
Convolvulaceae	<i>Convolvulaceae</i> Juss.	P19	5	4
Convolvulaceae	<i>Evolvulus glomeratus</i> Nees & Mart.	P30	16	8
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia gabrielii</i> (Choisy) Buril	P36	1	1
Convolvulaceae	<i>Merremia</i> Dennst. ex Endl.	P45	18	4
Cyperaceae	<i>Rhynchospora barbata</i> (Vahl) Kunth	P59	6	4
Cyperaceae	<i>Scleria bracteata</i> Cav.	P62	20	4
Euphorbiaceae	<i>Croton schultesii</i> Müll.Arg.	P22	2	2
Euphorbiaceae	<i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb.	P48	1	1
Fabaceae	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	P10	66	8
Fabaceae	<i>Calliandra calycina</i> Benth	P11	44	6
Fabaceae	<i>Canavalia dictyota</i> Piper	P13	16	6
Fabaceae	<i>Centrosema arenarium</i> Benth.	P15	3	2
Fabaceae	<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	P16	1	1
Fabaceae	<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	P17	1	1
Fabaceae	<i>Crotalaria holosericea</i> Nees & Mart.	P21	3	2
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i> L.	P49	87	20
Fabaceae	<i>Mimosa somnians</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	P50	14	6
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	P52	4	1
Fabaceae	<i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub.	P56	1	1

Família	Espécie de Planta	Código	N1	N2
Fabaceae	<i>Senna cana</i> (Nees & Mart.) H.S.Irwin & Barneby	P63	4	1
Fabaceae	<i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	P64	7	4
Fabaceae	<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	P69	168	43
Gentianaceae	<i>Calolisianthus</i> Gilg	P12	1	1
Humiriaceae	<i>Vantanea obovata</i> (Nees & Mart.) Benth.	P75	35	7
Lamiaceae	<i>Eriope hypenioides</i> Mart. ex Benth.	P28	1	1
Lamiaceae	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	P44	96	36
Lamiaceae	<i>Ocimum gratissimum</i> L.	P54	40	14
Lythraceae	<i>Cuphea sessilifolia</i> Mart.	P23	105	35
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	P08	13	4
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	P09	10	7
Malpighiaceae	<i>Malpighiaceae</i> sp. Juss.	P41	1	1
Malvaceae	<i>Dombeya wallichii</i> (Lindl.) Baill.	P25	2	1
Malvaceae	<i>Sida</i> sp	P65	1	1
Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i> L.	P66	4	3
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	P78	4	4
Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St.-Hil.	P79	14	10
Malvaceae	<i>Waltheria viscosissima</i> A.St.-Hil.	P80	6	6
Melastomataceae	<i>Marcetia</i> DC.	P42	2	2
Melastomataceae	<i>Marcetia taxifolia</i> (A.St.-Hil.) DC.	P43	3	3
Melastomataceae	<i>Microlicia torrendii</i> Brade	P47	19	11
Melastomataceae	<i>Pterolepis glomerata</i> (Rottb.) Miq.	P57	1	1
Melastomataceae	<i>Tibouchina</i> Aubl.	P73	4	4
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.	P51	13	3
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	P53	109	1
Ochnaceae	<i>Sauvagesia sprengelii</i> A.St.-Hil.	P61	121	28
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H.Raven	P40	72	14
Plantaginaceae	<i>Stemodia foliosa</i> Benth.	P68	26	13
Poaceae	<i>Renvoizea trinii</i> (Kunth) Zuloaga & Morrone	P58	9	2
Rubiaceae	<i>Borreria</i> sp	P07	98	24
Rubiaceae	<i>Hexasepalum teres</i> (Walter) J.H. Kirkbr.	P32	1	1
Rubiaceae	<i>Sabicea grisea</i> Cham. & Schtdl.	P60	10	7
Rutaceae	<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle	P18	4	2
Turneraceae	<i>Turnera ulmifolia</i> L.	P74	3	3
Velloziaceae	<i>Vellozia dasypus</i> Seub.	P76	40	6
Verbenaceae	<i>Lippia origanoides</i> Kunth	P38	1	1
Verbenaceae	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br. ex P. Wilson	P39	25	17
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta crassifolia</i> Schrad.	P67	3	2

**Tabela 3.** Sobreposição do nicho trófico ( $NO_{ih}$ ) entre cada par de espécies de abelhas, Amplitude ( $H'$ ) e Equitatividade ( $J'$ ) das visitas em uma área de cerrado em Lençóis (Chapada Diamantina, Bahia, Brasil). Espécies de abelhas representadas por códigos conforme Tabela I. **B05-** *Apis mellifera*. **B24-** *Augochloropsis smithiana*. **B30-** *Bombus morio*. **B31-** *Centris aenea*. **B35-** *Centris tarsata* **B40-** *Ceratina maculifrons*. **B53-** *Dialictus* sp1. **B54-** *Dialictus* sp2. **B67-** *Epicharis fasciata*. **B80-** *Exomalopsis aureopilosa*. **B81-** *Exomalopsis fulvipennis*. **B83-** *Exomalopsis analis*. **B86-** *Frieseomelitta francoi*. **B87-** *Geotrigona mombuca*. **B89-** *Hylaeus* sp1. **B96-** *Hypanthidioides* sp1. **B108-** *Megachile paulistana* **B110-** *Megachile brethesi* **B130-** *Partamona helleri*. **B131-** *Pereirapis rhizophila*. **B138-** *Tetrapedia rugulosa*. **B140-** *Trigona spinipes*. **B144-** *Xylocopa frontalis*.

	B05	B24	B30	B31	B35	B40	B53	B54	B67	B80	B81	B83	B86	B87	B89	B96	B108	B110	B130	B131	B138	B140	$H'$	$J'$	
<b>B05</b>	-																						2,87	0,82	
<b>B24</b>	0,17																							2,44	0,90
<b>B30</b>	0,29	0,35																						2,25	0,91
<b>B31</b>	0,19	0,23	0,42																					1,96	0,82
<b>B35</b>	0,14	0,32	0,26	0,25																				1,42	0,73
<b>B40</b>	0,15	0,13	0,17	0,15	0,20																			1,51	0,90
<b>B53</b>	0,18	0,34	0,11	0,12	0,17	0,16																		2,05	0,93
<b>B54</b>	0,19	0,29	0,22	0,12	0,19	0,21	0,38																	2,04	0,89
<b>B67</b>	0,06	0,07	0,22	0,47	0,04	0,00	0,03	0,00																0,89	0,64
<b>B80</b>	0,35	0,33	0,24	0,20	0,51	0,18	0,20	0,19	0,06															1,62	0,90
<b>B81</b>	0,24	0,39	0,17	0,15	0,51	0,12	0,20	0,14	0,00	0,60														1,63	0,91
<b>B83</b>	0,22	0,35	0,16	0,15	0,58	0,12	0,20	0,14	0,00	0,60	0,86													1,48	0,83
<b>B86</b>	0,16	0,07	0,04	0,10	0,11	0,11	0,18	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00												1,97	0,82
<b>B87</b>	0,32	0,17	0,17	0,07	0,11	0,39	0,19	0,38	0,00	0,14	0,04	0,06	0,30											2,56	0,89
<b>B89</b>	0,14	0,21	0,19	0,12	0,27	0,24	0,39	0,63	0,00	0,19	0,19	0,19	0,26	0,31										1,75	0,90
<b>B96</b>	0,13	0,15	0,12	0,10	0,64	0,17	0,18	0,15	0,02	0,38	0,34	0,44	0,10	0,09	0,20									0,69	0,36
<b>B108</b>	0,20	0,16	0,22	0,14	0,57	0,50	0,15	0,14	0,00	0,50	0,31	0,41	0,10	0,32	0,25	0,54								1,44	0,77
<b>B110</b>	0,17	0,07	0,13	0,15	0,52	0,32	0,17	0,14	0,00	0,55	0,36	0,46	0,07	0,18	0,27	0,45	0,68							1,52	0,78
<b>B130</b>	0,40	0,11	0,16	0,10	0,04	0,04	0,19	0,09	0,00	0,13	0,08	0,08	0,08	0,14	0,04	0,04	0,09	0,08						1,59	0,76
<b>B131</b>	0,19	0,34	0,17	0,20	0,27	0,27	0,30	0,55	0,01	0,27	0,28	0,28	0,26	0,54	0,42	0,11	0,16	0,17	0,07					1,86	0,74
<b>B138</b>	0,08	0,02	0,05	0,05	0,02	0,15	0,19	0,14	0,00	0,19	0,02	0,02	0,10	0,15	0,15	0,05	0,18	0,26	0,02	0,13				1,15	0,55
<b>B140</b>	0,17	0,03	0,03	0,06	0,01	0,06	0,04	0,02	0,00	0,05	0,02	0,02	0,16	0,08	0,01	0,01	0,02	0,04	0,19	0,04	0,02			2,26	0,67
<b>B144</b>	0,00	0,06	0,04	0,03	0,00	0,00	0,17	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,04	0,13	0,00	0,00	0,00	0,04	0,07	0,17	0,21	1,12	0,73	

## DISCUSSÃO

Na comunidade de abelhas estudada, poucos pares de espécies apresentaram alta sobreposição dos nichos tróficos. Os maiores valores para o índice de sobreposição ocorreram entre espécies do mesmo gênero, entre duas espécies de *Exomalopsis* e duas de *Megachile*. De modo semelhante, Andena et al. (2012) ao analisar a influência da proximidade filogenética sobre a sobreposição dos nichos tróficos, observou que espécies de abelhas do mesmo gênero utilizavam recursos alimentares mais semelhantes entre si do que com espécies de outros gêneros, mostrando assim maior similaridade de nicho trófico entre espécies congêneres.

A maioria dos pares de espécies analisados apresentaram baixa sobreposição de nicho trófico ( $NO \leq 30\%$ ). Baixos valores de sobreposição no eixo da dieta também foram estimados pelos índices de Pianka e Czechanowski. Resultados semelhantes foram relatados em outros estudos, que encontraram predominância de baixa sobreposição de nicho trófico em comunidades de abelhas em fitofisionomia de Caatinga (Aguiar, 2003; Aguiar e Santos, 2007; Aguiar et al., 2013; Santos et al., 2013) e na floresta atlântica (Wilms et al., 1996). Para Aguiar e Santos (2007), as dissimilaridades morfológicas e comportamentais entre as abelhas possibilitam a escolha de fontes distintas de recursos florais, embora elas também compartilhem a exploração de um subconjunto de plantas.

Características morfológicas, como a variação no comprimento da probóscide, e comportamentais, como a capacidade de vibrar anteras para extrair pólen e raspagem de elaioforos, são fatores importantes que podem influenciar a escolha das flores visitadas pelas abelhas e, portanto, das fontes de recursos a serem utilizados (Michener, 2007; Alves-dos-Santos et al., 2007). Dentre as variações morfológicas, a presença de uma glossa mais longa possibilita o acesso ao néctar em flores com corolas profundas, cujos nectários são inalcançáveis por espécies com glossa mais curta (Goulson e Darvill, 2004). Desse modo, a baixa sobreposição na dieta das abelhas refletiria a pluralidade nas escolhas de recursos florais por diferentes espécies de abelhas, que utilizaram amplo espectro de fontes alimentares.

A baixa sobreposição de nicho trófico entre espécies de abelhas também pode estar associada com os diferentes graus de preferência por plantas distintas (Wilms et al., 1996), visto que alguns grupos de abelhas têm interações muito fortes com certos táxons de plantas (Rosa e Ramalho, 2011; Mello et al., 2013; Aguiar et al., 2007). Porém, outros fatores também podem ter um papel relevante na separação dos nichos tróficos, como apontado por Aguiar et al. (2013).

## CONCLUSÃO

Na comunidade estudada diversos fatores contribuiriam para a redução dos níveis de sobreposição entre muitas das espécies de abelhas. Dentre eles, a fidelidade floral (constância floral/ oligoletia/ preferências alimentares), oportunidades de forrageamento decorrentes das diferenças na oferta de recursos alimentares ao longo do tempo e na área efetiva de coleta de recursos pelas diferentes espécies de abelhas, e diferenças interespecíficas na capacidade de comunicação e recrutamento de companheiros de ninhos para exploração de recursos alimentares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, C.M.L. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia** v.20, p.457–467, 2003.

AGUIAR, C.M.L., SANTOS, G.M.M. Compartilhamento de recursos florais por vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) e abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de Caatinga. **Neotropical Entomology** v.36, p.836–842, 2007.

AGUIAR, C.M.L., SANTOS, G.M.M., MARTINS, C.F., PRESLEY, S.J. Trophic niche breadth and niche overlap in a guild of flower-visiting bees in a brazilian dry forest. **Apidologie**, v.44, p.153-162, 2013.

AGUIAR, C.M.L., CARAMÉS, J., FRANÇA, F., MELO, E. Exploitation of Floral Resources and Niche Overlap within an Oil-collecting Bee Guild (Hymenoptera, Apidae) in a Neotropical Savannah. **Sociobiology**, v. 64, p.78-84, 2017.

ALBUQUERQUE, P.M.C., J.A.C. MENDONÇA. 1996. Anthophoridae (Hymenoptera; Apoidea) e flora associada em uma formação de cerrado no município de Barreirinhas, MA, Brasil. **Acta Amazonica**, v.26, p.45-54, 1996.

ALVES-DOS-SANTOS, I., MACHADO, I.C., GAGLIANONE, M. C. História natural das abelhas coletoras de óleo. *Oecologia Brasiliensis* v.11, p.544-557, 2007.

ANDENA, S.R., BEGO, L.R., MECCHI, M.R. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí-SP) e suas visitas às flores. **Revista Brasileira de Zoociências**, v.7, p.55-91, 2005.

ANDENA, S. R., SANTOS, E.F., NOLL, F.B. Taxonomic diversity, niche width and similarity in the use of plant resources by bees (Hymenoptera: Anthophila) in a cerrado area. **Journal of Natural History**, v.46, p.1663-1687, 2012.

ALVES RJV, KOLBEK J. Can campo rupestre vegetation be floristically delimited based on vascular plant genera? **Plant Ecology** v.207, p.67-79, 2010

BARÔNIO, G.J., TOREZAN-SILINGARDI, H.M. Temporal niche overlap and distinct bee ability to collect floral resources on three species of Brazilian Malpighiaceae. **Apidologie**, v.48, p.168-180, 2016.

CAMILLO, E., GARÓFALO, C.A. Analysis of the niche of two sympatric species of *Bombus* (Hymenoptera, Apidae) in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** v.5, p.81-92, 1989.

CARVALHO, D.M., AGUIAR, C.M.L., SANTOS, G.M.M. Food Niche Overlap Among Neotropical Carpenter Bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini) in an Agricultural System. **Sociobiology**, v. 60, p.283-288, 2013.

CASTRO-ARELLANO, I., LACHER JR., T.E., WILLI, M.R., RANGEL, T.F. Assessment of assemblage-wide temporal niche segregation using null models. **Methods in Ecology and Evolution**. v.1, p.311–318, 2010.

CONCEIÇÃO, A.A. Campo Rupestre e o Morro do Pai Inácio. In **Serra do Sincorá, Parque Nacional da Chapada Diamantina** (L.S. Funch, R.R. Funch & L.P. Queiroz, orgs.). Radami Editora Gráfica, Feira de Santana, 2008, p. 49-57.

CONCEIÇÃO, A.A., GIULIETTI, A.M. Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Hoehnea**. v.29(1), p.37-48, 2002.

FARIA, L.B., ALEIXO, K.P.; GARÓFALO, C.A., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., SILVA, C.I. Foraging of *Scaptotrigona aff. depilis* (Hymenoptera, Apidae) in an Urbanized Area: Seasonality in Resource Availability and Visited Plants. **Psyche: A Journal of Entomology (Cambridge)**, v.2012, p.1-12, 2012.

FEINSINGER, P., SPEARS, E.E., POOLE, R.W. A simple measure of niche breadth. **Ecology** v.62, p.27–32, 1981.

FRANCO, E.L., AGUIAR, C.M.L., FERREIRA, V.S., REBOUÇAS, P.L.O. Plant use and niche overlap between the introduced honey bee (*Apis mellifera*) and the native bumblebee (*Bombus atratus*). **Sociobiology**. v.53, p. 141–150, 2009.

FREITAS B.M., IMPERATRIZ-FONSECA V.L., MEDINA L.M., KLEINERT A.M.P., GALETTO L., NATES-PARRA G., QUEZADA-EUÁN J.J.G. Diversity, threats and conservation of bees in the Neotropics, **Apidologie**. v.40, p.332–34, 2009.



FUNCH, R., HARLEY, R. AND FUNCH, L. Mapping and evaluation of the state of conservation of the vegetation in and surrounding the Chapada Diamantina National Park, NE, Brazil. **Biota Neotropica**, v.9, p.21-30, 2009.

GOULSON, D., DARVILL, B. Niche overlap and diet breadth in bumblebees; are rare species more specialized in their choice of flowers? **Apidologie**, v.35, p.55-63, 2004.

JESUS, E.F.R. DE, FALK, F.H., MARQUES, T.M. Caracterização geográfica e aspectos geológicos da Chapada Diamantina, Bahia. **Centro editorial e didático da Universidade Federal da Bahia**, Salvador, 1983.

KLINK, C. A., MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v.1, p.147-155, 2005.

MARTINS, C. F. Comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestre do estado da Bahia, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**. v.9, p.225-257, 1994.

MARTINS, C.F. Flora apícola e nichos tróficos de abelhas (Hym, Apoidea) na Chapada Diamantina (Lençóis-BA, Brasil). **Revista Nordestina Biologia**. v.10, p.119–140, 1995.

MELLO, M.A.R., BEZERRA, E.L.S., MACHADO, I.C. Functional roles of Centridini oil bees and Malpighiaceae oil flowers in biome-wide pollination networks. **Biotropica**, v.45, p.45-53, 2013.

MICHENER, C.D. **The bees of the world**, 2nd edn, p.953. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2007.

MORI, A.S., SILVA, L.A.M., LISBOA, G., CORADIN, L. Manual de manejo do herbário fanerogâmico, CEPLAC-CEPEC, Ilhéus, 1989.

NOGUEIRA-FERREIRA, F.H., AUGUSTO, S.C. Amplitude de nicho e similaridade no uso de recursos florais por abelhas eussociais em uma área de cerrado. **Bioscience Journal**. v.23, p.45–51, 2007.

PEDRO, S.R.M., J.M.F. CAMARGO. 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**, v.22, p.397-415, 1991.

PIANKA, E.R. The structure of lizard communities. **Annual Review of Ecology and Systematics**. v.4, p.53–74, 1973.

PIOKER-HARA, F.C., DRUMMOND, M.S., KLEINERT, A.M.P. The influence of the loss of brazilian savanna vegetation on the occurrence of stingless bees nest (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Sociobiology**. v.61, p.393-400, 2014.

PRESLEY, S.J., WILLIG, M.R., CASTRO-ARELLANO, I., WEAVER, S.C. Effects of habitat conversion on temporal activity patterns of phyllostomid bats in lowland Amazonian rain forest. **Journal of Mammalogy**. v.90, p.210–221, 2009.

QUEIROZ, L.P., FUNCH, L.S., FUNCH, R.R. Vegetação da Chapada Diamantina – Ênfase no Parque Nacional da Chapada Diamantina. **In Serra do Sincorá, Parque Nacional da Chapada Diamantina** (L.S. Funch, R.R. Funch & L.P. Queiroz, orgs.). Radami Editora Gráfica, Feira de Santana, p.35-47, 2008.

ROSA, J.F., RAMALHO, M. Spatial Dynamics of Diversity in Centridini Bees: The Abundance of Oil Producing Flowers as a Measure of Habitat Quality. **Apidologie**. 42, 150-158, 2011.

SAKAGAMI, S.F., LAROCCA, S., MOURE, J.S. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR) South Brazil preliminary report. **Journal of the Faculty of Science Hokkaido University**. V.16, p.253-291, 1967.

SANTOS, G.M.M., PRESLEY, S.J. Niche overlap and temporal activity patterns of social wasps in a Brazilian cashew orchard. **Sociobiology**. v.56, p.121-131, 2010.

SANTOS, G.M.M., CARVALHO, C.A.L., AGUIAR, C.M.L., MACÊDO, L.S.S.R., MELLO, M.A.R. Overlap in trophic and temporal niches in the flower-visiting bee guild (Hymenoptera, Apoidea) of a tropical dry forest. **Apidologie**. v.44, p.64–74, 2013.

SCHOENER, T.W. The Anolis lizard of Bimini: resource partitioning in a complex fauna. **Ecology**. v.49, p.704–726, 1968.

SHANNON, C.E. The mathematical theory of communication. In: Shannon, C.E., Weaver, W. (eds.) The mathematical theory of communication, p. 3-91. University Illinois Press, Urbana, 1948.

SILVA-PEREIRA, V., SANTOS, G.M.M. Diversity in bee (Hymenoptera: apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in "Campos Rupestres", Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology**. v.35, p.165-174, 2006.

SILVEIRA F.A.O., NEGREIROS D., BARBOSA N.P.U., BUISSON E., CARMO F.F., CARSTENSEN D.W., CONCEIÇÃO A.A., CORNELISSEN T.G., ECHTERNACHT L., FERNANDES G.W., GARCIA Q.S., GUERRA T.J., JACOBI C.M., LEMOS-FILHO J.P., LE STRADIC S, MORELLATO L.P.C., NEVES F.S., OLIVEIRA R.S., SCHAEFER C.E., VIANA P.L., LAMBERS H. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant and Soil**, v.403, p.129-152, 2016.

VIANA, B.F., KLEINERT, A.M.P., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Abundance and flower visits of bees in cerrado of Bahia, tropical Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. v.32, p.212-219, 1997.

WILMS, W. IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., WOLF, E. Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced Africanized

honey bee on native stingless bees in the Brazilian rain forest. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. v.31, p.37–151, 1996.

WILMS, W., WIECHERS, B. Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bees in the Brazilian Atlantic rain forest. **Apidologie** v.28, p.339–355, 1997.

## ARTIGO 3

### **AMPLITUDE E SOBREPOSIÇÃO DO NICHOS TEMPORAL DE ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EM UMA COMUNIDADE NO CERRADO<sup>3</sup>**

---

<sup>3</sup>Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico *Apidologie* em versão na língua inglesa.

### **Amplitude e sobreposição do nicho temporal de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma comunidade no cerrado**

**Resumo:** Estudos relacionados à sobreposição de nicho de visitantes florais nos ajudam a entender melhor o compartilhamento de recursos na comunidade de abelhas. Entre várias dimensões de nicho, o tempo de atividade é importante, pois indica como as espécies exploram o meio ambiente. Utilizou-se da análise de sobreposição de nicho na dimensão temporal para investigar o uso de recursos florais pelas populações de abelhas, sobretudo as espécies mais abundantes localmente. As interações abelha- planta, foram registradas quinzenalmente ao longo de um ano (de outubro / 1987 a setembro / 1988). Calculamos a amplitude dos nichos temporais (índice de Shannon -Wiener) e a sobreposição entre pares de espécies de abelhas, utilizando o índice de Schoener. Além disso, calculamos a sobreposição geral da comunidade de abelhas usando os índices Pianka e Czechanowski. *Trigona spinipes*, *Pereirapis rhizophila* e *Apis mellifera*, apresentaram o maior período de atividade. Entre as espécies mais abundantes, *Augochloropsis smithiana* e *P. rhizophila* apresentaram a maior largura de nichos temporal ( $H' = 2,28$ ;  $H' = 2,24$ , respectivamente). Embora *A. mellifera* tenha apresentado o maior período de atividade entre as abelhas, seu nicho temporal não era tão amplo ( $H' = 2,19$ ). Entre pares de espécies (índice de Schoener), a sobreposição temporal variou de 0,03 a 0,71. A maior sobreposição foi encontrada entre *Hylaeus* sp. 1 e *Geotrigona mombuca* ( $TeNO = 0,80$ ), *G. mombuca* and *Centris tarsata* ( $TeNO = 0,71$ ) *P. rhizophila* and *G. mombuca* ( $TeNO = 0,71$ ) e entre *Xylocopa frontalis* e *T. spinipes* ( $TeNO = 0,71$ ). Em geral, a sobreposição de nicho no eixo temporal foi intermediária, 73% dos pares apresentaram valores de sobreposição entre 0,3 e 0,7. No nível da comunidade, os valores médios de sobreposição estimados com os índices de Pianka (0,89) e Czechanowski (0,20) foram significativamente diferentes do esperado pelo acaso, para o tempo de forrageamento (ambos  $P < 0,001$ ).

**Palavras-chave:** Interações abelha-planta, período de atividade, comunidade.

**Amplitude and overlap of the temporal niche of bees (Hymenoptera:  
Apoidea) in a community in the cerrado**

**Abstract:** Studies related to floral visitor niche overlap help us understand better the resource-sharing in bee community. Among several niche dimensions, Time of activity it is important, because indicate how species exploit the environment. The analysis of niche overlap in the temporal dimension was used to investigate the use of floral resources by bee populations, especially the most abundant species locally. Bee-plant interactions were recorded fortnightly over a year (from October / 1987 to September / 1988). We calculated the temporal niches width (Shannon –Wiener index) and the overlap between pairs of bee species, using Schoener index. Additionally, we calculated the general overlap da bee community using the Pianka and Czechanowski indices. *Trigona spinipes*, *Pereirapis rhizophila* and *Apis mellifera*, showed the longest activity period. Among the most abundant species, *Augochloropsis smithiana* and *P. rhizophila* showed the highest temporal niches width ( $H' = 2.28$ ;  $H' = 2.24$ , respectively). Although *A. mellifera* showed the longest activity period among the bees in, its temporal niche was not so wide ( $H'=2.19$ ). Among pairs of species (Schoener index), the temporal overlap varied from 0.03 to 0.71. The highest overlap was found between *Hylaeus* sp. 1 and *Geotrigona mombuca* (TeNO= 0,80), *G. mombuca* and *Centris tarsata* (TeNO= 0.71) *P. rhizophila* and *G. mombuca* (TeNO= 0.71) e entre *Xylocopa frontalis* e *T. spinipes* (TeNO= 0.71. In general, niche overlap on time axis was intermediate, and 73% of pairs showed overlap values between 0.3 and 0.7. At the community level, The average overlap values estimated with the indices of Pianka (0.89) and Czechanowski (0.20) were significantly different than expected by chance, for and foraging time (both  $P<0.001$ ).

**Keywords:** Bee-plant interactions, activity period, community

## INTRODUÇÃO

Em uma comunidade ecológica, quando as espécies ocupam o mesmo habitat, utilizando recursos de maneira muito semelhante, elas tendem a diferenciar seus nichos em alguma dimensão, e isso é importante para reduzir a competição interespecífica e assim, facilitar a coexistência entre as espécies (Begon, 2006). As espécies podem diferir em diferentes dimensões do seu nicho, como no eixo da dieta (Aguiar, 2003; Aguiar e Santos, 2007; Aguiar et al., 2013), na ocupação do espaço (Hoehn et al., 2008), e distribuição das atividades no tempo (Stone et al., 1999; Barônio e Torezan-Silingardi, 2017).

Segundo Kronfeld-Schor e Dayan (2003) a diferenciação temporal no uso dos recursos é um mecanismo significativo para reduzir a competição, sobretudo quando os recursos compartilhados são limitantes mas diferem ao longo do tempo de atividade dos consumidores. Assim, o tempo de atividade e os padrões temporais representam uma importante dimensão do nicho, pois indicam como as diferentes espécies exploram os recursos no ambiente (Pianka, 1973).

No contexto temporal, as relações planta-polinizador podem sofrer influência de fatores como período, intensidade e duração de florescimento das plantas, que podem permitir a ocorrência de estratégias para evitar a competição. Enquanto o deslocamento do período de florescimento favorecem a atratividade, diminuem a concorrência por polinizadores e conseqüentemente aumentam o sucesso reprodutivo das plantas. Variações temporais nas comunidades de polinizadores também podem restringir a sua interação com plantas (Cane et al., 2005). Essas variações podem ser resultantes de características como o ciclo biológico das espécies, que incluem o tempo de desenvolvimento do indivíduo imaturo, a longevidade do adulto, a sincronização de machos e fêmeas, os períodos de diapausa e o voltinismo (número de gerações que uma espécie apresenta em um ano), bem como em respostas a fatores como disponibilidade de recursos e características ambientais como temperatura, umidade e duração do dia (Deprá e Gaglianone, 2018), essas diferenças interespecíficas podem ter algum efeito sobre a separação dos nichos das abelhas.



O estudo da dinâmica da sobreposição de nichos é uma abordagem que tem sido amplamente utilizada para explicar o uso de recursos por diferentes espécies que compõem as comunidades (Santos et al., 2013). Grande parte dos estudos sobre os nichos realizados pelas abelhas tem abordado a diversidade e a partição dos recursos florais (eixo da dieta) (Camilo e Garofalo, 1989; Aguiar, 2003; Goulson e Darvil, 2004; Aguiar et al., 2013; Carvalho et al., 2013; Santos et al., 2013; Barônio e Torezan-Silingardi, 2017; Aguiar et al., 2017). No entanto, a sobreposição temporal é outra dimensão importante do nicho (Pianka, 1973) que pode ajudar a compreender a partição de recursos entre as espécies e como as comunidades estão estruturadas (Carvalho et al., 2013; Santos et al., 2013; Barônio e Torezan-Silingardi, 2017). Este relevante aspecto tem sido pouco investigado nas comunidades de visitantes florais (Santos et al., 2013).

No presente estudo, utilizou-se da análise de sobreposição de nicho na dimensão temporal para investigar o uso de recursos florais pelas populações de abelhas, sobretudo as espécies mais abundantes localmente.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi conduzido em uma área de cerrado no município de Lençóis, na localidade de Coqueiros (12°34'S,41°23'W), localizada no entorno do Parque Nacional da Chapada Diamantina. O clima da região é Subtropical de Altitude (Cwb, de acordo com Köppen), com cerca de quatro a cinco meses mais secos no inverno, e o período chuvoso geralmente ocorre de dezembro a abril (Jesus et al., 1983). A amostragem foi iniciada no último mês da estação seca, a qual começou em junho/87. O período chuvoso, no qual a precipitação mensal foi geralmente maior que 100mm, ocorreu de novembro/87 a abril/88, porém, fevereiro/88 foi um mês pouco chuvoso (44 mm). Um novo período seco iniciou-se em maio e perdurou-se até setembro de 1988 (figura 1).

A vegetação predominante é cerrado gramíneo-lenhoso, com a ocorrência também de espécies da flora de Campos Rupestres.

### Amostragem

Nesta área de cerrado, foi estabelecido um transecto de aproximadamente 1.500 m de comprimento e cerca de 20 m de largura para a coleta das abelhas visitantes das plantas, totalizando aproximadamente 3 ha de área amostrada.

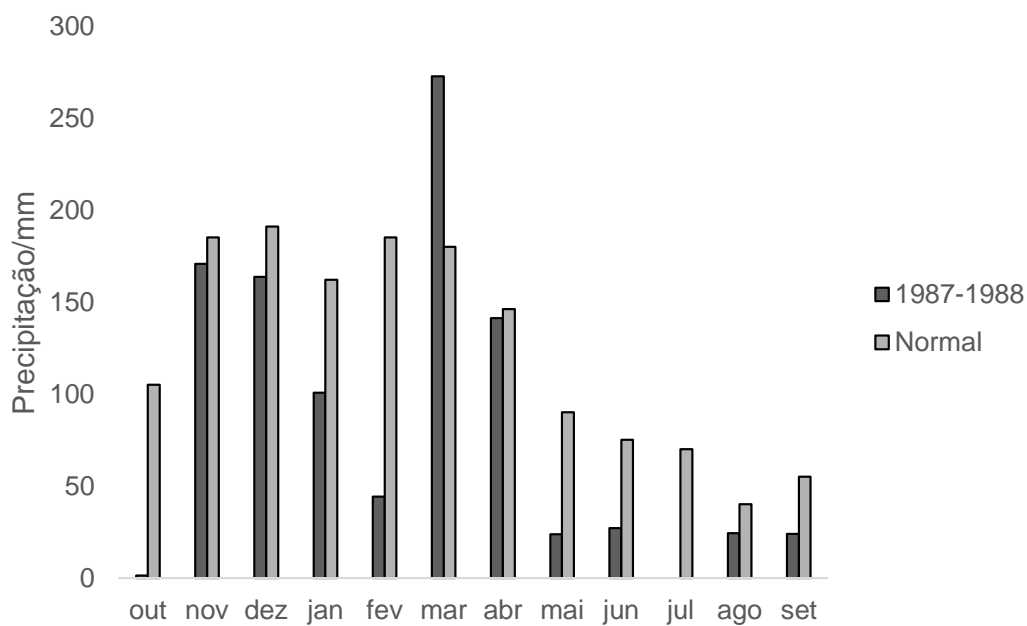
As amostragens foram realizadas durante um ano (outubro de 1987 a setembro de 1988), em intervalos de 15 dias aproximadamente. A captura das abelhas foi realizada nas flores das espécies de plantas do transecto, seguindo a metodologia de Sakagami et al. (1967). As abelhas foram capturadas com rede entomológica, por dois coletores que percorriam o transecto simultaneamente, duas vezes por dia, das 8 às 12h e das 14 às 16h. Os espécimes de abelhas coletados foram depositados no acervo do Museu de Zoologia da Universidade Federal da Bahia (MZUFBA) e duplicatas na Coleção Entomológica Pe. Jesus Santiago Moure (DZUP), na Universidade Federal do Paraná.

## **Análise de dados**

O Nível de sobreposição dos nichos temporal (TeNO) entre cada par de espécies foi medido utilizando o índice de Schoener (1968), que varia de 0 a 1, é calculado pela fórmula:  $NO_{ih} = 1 - 1/2 \sum_k |p_{ik} - p_{hk}|$ , em que: i e h são as espécies de abelhas comparadas,  $p_{ik}$  e  $p_{hk}$  são as proporções de indivíduos das espécies de abelhas i e h, respectivamente, coletados em cada mês de amostragem ("k").  $P_{ik}$  é obtido dividindo-se o número de indivíduos da espécie i coletado no mês "k" pelo número total de indivíduos da espécie i coletados durante todo o período de amostragem. A sobreposição de nichos foi calculada apenas para as espécies de abelhas representadas por 15 ou mais indivíduos da amostra total.

O valor obtido para a sobreposição de nicho foi considerado como sobreposição baixa para valores maior ou igual a 30%, sobreposição moderada quando o valor foi maior que 30% e igual ou inferior a 70%, e sobreposição alta para valores maiores que 70% (Aguiar et al., 2003; Aguiar et al., 2017)

O nível de sobreposição geral entre todas as espécies na comunidade foi estimado pelo índice Pianka (1973) e Czechanowski (Feinsinger et al., 1981). Uma abordagem de modelo nulo foi utilizada para comparar a sobreposição de nicho geral, utilizando o algoritmo Rosario (Castro-Arellano et al., 2010), que já foi utilizado por autores, buscando investigar aspectos do nicho temporal (Martins, 1995, Presley et al., 2009; Santos e Presley, 2010; Brito et al, 2012; Santos et al., 2013; Barônio e Torezan-Sillingardi, 2016). Em cada iteração, o algoritmo Rosário cria aleatorizações da matriz original, calcula o grau de sobreposição de nicho para cada matriz aleatorizada, repetida 10.000 vezes para criar uma distribuição nula de valores de sobreposição para cada índice (Pianka e Czechanowski). Em seguida, os valores de sobreposição foram comparados aos valores calculados para determinar a significância. As análises foram realizadas usando o programa TimeOverlap (Castro-Arellano et al., 2010) disponível em <http://hydrodictyon.eeb.uconn.edu/people/willig/Research/activity%20pattern.html>.



**Fig 1.** Precipitação pluviométrica (mm) da área de estudo de outubro/1987 a setembro/1988. (Fonte: INMET- Instituto Nacional de Meteorologia). Normal - Média histórica dos últimos dez anos.

## RESULTADOS

Das 23 espécies de abelhas mais abundantes, *Trigona spinipes*, *Pereirapis rhizophila* e *Apis mellifera*, todas representadas em 12 meses de amostragem, apresentaram maior período de atividade (Tabela I). A amplitude do nicho ( $H'$ ) temporal destas espécies ao longo do ano variou de 0,55 a 2,27, sendo mais amplo para *Augochloropsis smithiana*, *Pereirapis rhizophila*, *Hypanthidioides* sp. 1, *Apis mellifera*, *Geotrigona mombuca*, *Trigona spinipes*, *Bombus morio* e *Centris tarsata*. Enquanto *Epicharis fasciata*, apresentou baixa amplitude de nicho temporal e menor equitatividade da distribuição temporal ( $J'$ ) ao longo dos meses, ficando evidente uma concentração das atividades no mês de março.

Algumas das espécies de abelhas com maior amplitude de nicho temporal, apresentou concentração das atividades de forrageamento no período chuvoso. *Pereirapis rhizophila*, *Geotrigona mombuca*, *Bombus morio* e *Centris tarsata*, bem como todas as espécies de Centridini que ocorreram no estudo. Por outro lado, *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* estiveram presentes forrageando em todos os meses, com maior abundância no período seco. Para algumas espécies, foi observada ausência de atividade entre o final da estação chuvosa e ao longo de toda a estação seca, incluindo *Centris aenea*, *Epicharis fasciata*.

A sobreposição do nicho no eixo temporal (baseado na ocorrência de espécies nos meses) foi analisada em 253 combinações possíveis de pares, formados pelas 23 espécies de abelhas representadas por mais de 15 indivíduos. A sobreposição do nicho temporal entre os pares de abelhas variou de 0,03 a 0,71, sendo mais alta entre *Hylaeus* sp. 1 e *Geotrigona mombuca* ( $TeNO= 0,80$ ), *Geotrigona mombuca* e *Centris tarsata* ( $TeNO= 0,71$ ) *Pereirapis rhizophila* e *Geotrigona mombuca* ( $TeNO= 0,71$ ) e entre *Xylocopa frontalis* e *Trigona spinipes* ( $TeNO= 0,71$ ). A grande maioria dos pares de espécies analisadas (~73%) apresentou sobreposição moderada, ou seja, entre 0,3 e 0,7. 25% dos pares apresentaram baixa sobreposição, isto é, menos que 0,3. Apenas quatro pares (~1%) apresentaram sobreposição alta, isto é maior que 0,7% (tabela 3).

A comunidade de abelhas nesta área apresentou maior diversidade de espécies na estação chuvosa ( $H'=3,43$ ) do que na na estação seca ( $H'=3,24$ ), porém, não houveram diferenças significativas na diversidade entre as estações

( $T= 2,14$ ,  $P>0,001$ ). No geral, a diversidade foi mais alta no mês de setembro ( $H'=2,99$ ) e novembro ( $H'=2,97$ ) e , coincidindo com o final da estação seca e o início da estação chuvosa e em fevereiro  $h'=3,26$ , que apesar de compor a estação chuvosa, foi um mês atípico, com ocorrência de pouca precipitação (tabela 2). A análise de sobreposição de nichos em nível de comunidade foi feita com base em modelo nulo e os resultados indicam uma sobreposição média maior do que a esperada ao acaso. Os valores médios de sobreposição, estimados com os índices de Pianka e Czechanowski foram 0,20 e 0,89 respectivamente, significativamente diferentes do esperado ao acaso (ambos  $P<0,001$ ).

**Tabela 1.** Amplitude do nicho temporal (H') e Equitatividade (J') da distribuição das atividades de forrageio de espécies de abelhas coletadas em uma área de cerrado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. (Estação chuvosa - nov/87 a abr/88 e estação seca out/87, mai/88 a set/88)

Abelhas	N	H'	J'	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
<b>APIDAE</b>															
<b>Apini</b>															
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	218	2,19	0,88	14	13	5	2	1	24	6	38	17	24	39	35
<b>Bombini</b>															
<i>Bombus morio</i> (Swederus, 1787)	24	2,15	0,93	4	2	2	5	4	-	1	2	1	2	1	-
<b>Centridini</b>															
<i>Centris aenea</i> Lepeletier, 1841	34	1,08	0,78	-	5	1	10	18	-	-	-	-	-	-	-
<i>Centris tarsata</i> Smith, 1874	31	2,08	0,90	5	4	6	1	2	2	1	-	2	-	1	7
<i>Epicharis fasciata</i> Lepeletier & Serville, 1828	23	0,56	0,51	-	-	-	1	3	19	-	-	-	-	-	-
<b>Exomalopsini</b>															
<i>Exomalopsis auropilosa</i> Spinola, 1853	18	1,43	0,80	-	-	1	-	-	9	3	1	3	-	1	-
<i>Exomalopsis fulvipennis</i> Schrottky, 1910	16	1,86	0,96	2	-	-	1	-	-	1	3	3	3	-	3
<i>Exomalopsis analis</i> Spinola, 1853	29	1,74	0,90	2	2	-	3	-	-	3	3	11	-	-	5
<b>Meliponini</b>															
<i>Frieseomelitta francoi</i> (Moure, 1946)	27	1,59	0,82	2	-	1	2	-	12	-	2	-	-	6	2
<i>Geotrigona mombuca</i> (Smith, 1863)	64	2,17	0,90	16	5	9	4	5	10	2	3	3	1	-	6
<i>Partamona helleri</i> (Friese, 1900)	26	1,74	0,84	-	1	-	-	4	1	-	2	10	2	5	1
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	287	2,16	0,87	3	14	1	16	3	30	57	38	44	47	22	12

Abelhas	N	H'	J'	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
<b>Tetrapediini</b>															
<i>Tetrapedia rugulosa</i> Friese, 1899	42	2,14	0,93	-	6	1	2	5	9	-	3	7	2	3	4
<b>Xylocopini</b>															
<i>Ceratina maculifrons</i> Smith, 1854	17	1,79	0,86	4	1	2	-	6	1	1	-	-	1	-	1
<i>Xylocopa frontalis</i> (Olivier, 1789)	19	2,11	0,92	1	1	-	1	1	3	2	4	4	-	1	1
<b>COLLETIDAE</b>															
<b>Hylaeini</b>															
<i>Hylaeus</i> sp. 1	16	1,81	0,93	4	3	3	1	-	3	-	-	1	-	-	1
<b>HALICTIDAE</b>															
<b>Augochlorini</b>															
<i>Augochloropsis smithiana</i> (Cockerell, 1900)	30	2,28	0,92	1	1	2	3	2	1	5	1	1	3	6	4
<i>Pereirapis rhizophila</i> Moure, 1943	280	2,24	0,90	4	18	34	39	53	50	13	10	10	7	13	29
<b>Halictini</b>															
<i>Dialictus</i> (C.) sp. 1	30	1,24	0,64	1	1	1	-	-	-	-	1	1	-	8	17
<i>Dialictus</i> (C.) sp. 2	21	1,82	0,94	2	3	2	-	1	-	-	-	-	4	3	6
<b>MEGACHILIDAE</b>															
<b>Anthidiini</b>															
<i>Hypanthidioides</i> sp. 1	40	2,23	0,97	4	-	4	2	4	2	3	6	5	7	3	-
<b>Megachilini</b>															
<i>Megachile paulistana</i> Schrottky, 1902	37	1,95	0,94	11	-	-	4	2	-	-	3	4	3	5	5
<i>Megachile brethesi</i> Schrottky, 1909	23	1,87	0,85	7	2	1	1	6	1	-	1	-	-	3	1



**Tabela 2.** Diversidade de espécies (H') em uma comunidade de abelhas no cerrado

	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Chuvosa</b>	<b>Seca</b>
<b>H' mensal</b>	2,94	2,97	2,91	2,95	3,26	2,96	2,09	2,69	2,88	2,25	2,79	2,99		
<b>H' estação</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,43	3,27
<b>Nº de espécies</b>	40	32	38	41	58	48	25	37	37	28	37	42		
<b>Nº de indivíduos</b>	121	106	105	134	187	230	113	154	164	120	146	181		

**Tabela3.** Sobreposição do nicho temporal ( $TeNO_{ih}$ ) entre pares de espécies de abelhas em uma área de Cerrado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **B05** - *Apis mellifera*, **B24** - *Augochloropsis smithiana*, **B30** - *Bombus morio*, **B31** - *Centris (C.) aenea*, **B35** - *Centris (Hemisiella) tarsata*, **B40** - *Ceratina (C.) maculifrons*, **B53** - *Dialictus (C.)* sp. 1, **B54** - *Dialictus (C.)* sp. 2, **B67** - *Epicharis (H.) fasciata*, **B80** - *Exomalopsis (E.) aureopilosa*, **B81** - *Exomalopsis (E.) fulvipennis*, **B83** - *Exomalopsis (E.) analis*, **B86** - *Frieseomelitta francoi*, **B87** - *Geotrigona mombuca*, **B89** - *Hylaeus* sp. 1, **B96** - *Hypanthidioides* sp. 1, **B108** - *Megachile (L.) paulistana*, **B110** - *Megachile (N.) brethesi*, **B130** - *Partamona helleri*, **B131** - *Pereirapis rhizophila*, **B138** - *Tetrapedia rugulosa*, **B140** - *Trigona spinipes*, **B144** - *Xylocopa (N.) frontalis*.

	B05	B24	B30	B31	B35	B40	B53	B54	B67	B80	B81	B83	B86	B87	B89	B96	B108	B110	B130	B131	B138	B140
<b>B24</b>	0,64																					
<b>B30</b>	0,44	0,53																				
<b>B31</b>	0,10	0,23	0,49																			
<b>B35</b>	0,51	0,49	0,53	0,26																		
<b>B40</b>	0,35	0,41	0,58	0,44	0,55																	
<b>B53</b>	0,50	0,50	0,21	0,06	0,39	0,16																
<b>B54</b>	0,56	0,56	0,43	0,22	0,63	0,41	0,53															
<b>B67</b>	0,12	0,14	0,17	0,17	0,16	0,19	0,00	0,05														
<b>B80</b>	0,35	0,38	0,24	0,03	0,25	0,17	0,16	0,11	0,50													
<b>B81</b>	0,62	0,46	0,44	0,06	0,44	0,30	0,29	0,47	0,04	0,28												
<b>B83</b>	0,50	0,47	0,41	0,17	0,44	0,25	0,31	0,31	0,04	0,33	0,66											
<b>B86</b>	0,53	0,49	0,30	0,10	0,31	0,23	0,40	0,33	0,49	0,59	0,28	0,29										
<b>B87</b>	0,50	0,50	0,60	0,25	0,71	0,65	0,26	0,43	0,28	0,34	0,42	0,42	0,45									
<b>B89</b>	0,39	0,33	0,44	0,24	0,70	0,53	0,20	0,40	0,23	0,31	0,31	0,33	0,42	0,80								
<b>B96</b>	0,59	0,57	0,63	0,18	0,48	0,47	0,21	0,49	0,19	0,42	0,66	0,42	0,36	0,52	0,36							
<b>B108</b>	0,59	0,60	0,57	0,16	0,48	0,41	0,37	0,49	0,10	0,22	0,59	0,50	0,43	0,57	0,44	0,55						
<b>B110</b>	0,42	0,46	0,59	0,42	0,51	0,69	0,31	0,45	0,22	0,19	0,26	0,27	0,42	0,62	0,51	0,45	0,61					
<b>B130</b>	0,53	0,51	0,43	0,19	0,28	0,33	0,33	0,34	0,17	0,32	0,38	0,53	0,34	0,30	0,18	0,49	0,49	0,44				
<b>B131</b>	0,49	0,60	0,65	0,42	0,57	0,57	0,30	0,40	0,35	0,40	0,32	0,40	0,46	0,71	0,54	0,50	0,42	0,52	0,41			
<b>B138</b>	0,57	0,49	0,48	0,33	0,51	0,37	0,29	0,43	0,38	0,52	0,43	0,45	0,50	0,59	0,53	0,54	0,50	0,48	0,59	0,67		
<b>B140</b>	0,65	0,60	0,42	0,12	0,34	0,29	0,23	0,36	0,16	0,54	0,62	0,52	0,37	0,42	0,33	0,70	0,47	0,32	0,51	0,46	0,60	
<b>B144</b>	0,68	0,48	0,42	0,16	0,44	0,33	0,24	0,26	0,25	0,54	0,60	0,63	0,44	0,54	0,43	0,61	0,45	0,38	0,51	0,55	0,65	0,71

## DISCUSSÃO

Algumas espécies da tribo Melipinini e *Apis mellifera*, apresentaram-se ativas durante quase todo o ano, bem como em outros estudos (Sakagami et al., 1967; Sakagami & Laroca, 1971; Pedro & Camargo, 1991, Andena et al., 2005). Além do comportamento social, alguns autores descrevem o grande período de atividade dessas abelhas, que costumam procurar recursos alimentares o ano inteiro (Pedro & Camargo 1991, Biesmeijer e Slaa, 2006). A ausência de um padrão sazonal mostrada entre Apini e Meliponini (especialmente, *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*), tem sido frequentemente explicada em decorrência da característica eussocial desta família, que comumente constroem ninhos perenes, com grandes números de indivíduos (Sakagami, et al., 1967; Sakagami e Laroca, 1971). Seus picos de forrageamento, por exemplo, se devem provavelmente à concentração pela presença de florações mais atrativas (Viana e Kleinert, 2005), uma vez que, segundo Sakagami et al. (1967) e Sakagami e Laroca (1971) esses dois grupos são independentes de variações sazonais.

Entre as espécies da tribo Centridini, foi observado um padrão particularmente claro na concentração de forrageamento na estação chuvosa. Alguns estudos relacionam o aumento da abundância dessas abelhas ao período de floração das espécies de Malpighiaceae (Gaglionone, 2003; Rosa e Ramalho, 2011; Vilhena, 2012; Andena, 2012; Rabelo et al., 2014; Pacheco filho et al., 2015; Aguiar et al., 2017). O que é justificado, pois segundo a literatura essas abelhas são especializadas na colheita de óleo, justamente pela presença de estruturas morfológicas específicas para recolher esse recurso, essencial para a nidificação (Vogel, 1974; Alves-dos-Santos et al., 2007). Por outro lado, o período seco coincidiu com uma baixa frequência das espécies de Centridini nas flores, similar ao observado em outros habitats, como relatado por Santos et al. (2013) em uma área de Caatinga.

Das espécies de Centridini analisadas, *Centris tarsata*, apresentou maior amplitude do nicho temporal, no entanto, o número de espécies de plantas explorada por *Centris aenea*, sugeriu que esta espécie possivelmente explora um conjunto mais diversificado de fontes alimentares. Estes resultados corroboram com registros anteriores apresentados, na caatinga (Aguiar, 2003; Aguiar e

Gaglianone, 2003) e na savana estudada, porém, ao analisar um banco de dados mais restrito, focando na comunidade de abelhas coletoras de óleo (Aguiar et al., 2017).

Há indícios de que *P. rhizophila* tenha um nicho temporal amplo, representado em vários meses, o que caracteriza claramente um ciclo de vida multivoltina, assim como *Centris tarsata*, por apresentar várias gerações ao ano. Segundo Michener (2007), as espécies desse gênero devem ser eussociais, o que favorece algum grau de generalismo, uma vez que explora uma ampla diversidade de plantas (Ver, Tabela 1, Capítulo 2).

Dentre as espécies solitárias, *Tetrapedia rugulosa*, apresentou ocorrência ampla, visitando uma diversidade relativamente vasta de recursos florais, sendo que a espécie de planta mais visitada, *Ludwigia octovalvis* (Jacq.) P.H.Raven, que estava presente em todo o período. Outra espécie conhecida por seu comportamento generalista é *Xylocopa frontalis*, que mesmo com poucos indivíduos, esteve presente por todo o ano, bem como *Augochloropsis smithiana* que visitou uma grande diversidade de plantas, como observado em outros estudos para os gêneros (Abuquerque e Mendonça, 1996, Andena et al., 2005; Aguiar, 2003; Gonçalves e Melo, 2005; Carvalho et al., 2013; Martins et al. 2013). *Hypanthidioides* sp. 1, foi outra ocorrente, com grande período de atividade, considerando que a planta mais visitada, *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. esteve presente por todo o ano.

A maioria dos pares de espécies analisados apresentaram sobreposição temporal das atividades moderada, ou seja, entre 0,3 e 0,7, divergindo dos resultados encontrados na caatinga, que geralmente apresentam baixa sobreposição de nicho temporal (Carvalho et al., 2013; Santos et al., 2013; Aguiar et al., 2017). De maneira geral, dentre os pares de espécies que apresentaram os maiores níveis de sobreposição, estavam presentes espécies da tribo Meliponini, o que pode ter influenciado os valores encontrados. Segundo Roubik (1989), a tribo Meliponini abriga espécies abundantes, que apresentam hábitos generalistas, longos períodos de forrageamento, elevada densidade populacional, sistema de comunicação sofisticado e baixa exigência para locais de nidificação. Isso favorece a grande abundância das espécies e requer uma grande quantidade de recursos

coletados ao longo do ano, favorecendo a ampla exploração de recursos florais (Pacheco Filho, 2015).

## CONCLUSÃO

Os nichos amplos encontrados no estudo, parecem estar relacionados com a sazonalidade, embora, algumas espécies solitárias apresentaram longos períodos de atividades, estando presentes durante todo o ano, diferentemente do esperado, uma vez que espécies de abelhas solitárias estão, normalmente, em atividade em apenas algum período do ano. Os maiores níveis de sobreposição temporal encontrado, parece ter sido influenciado pela presença de espécies de Meliponini, uma vez que estas abelhas apresentam eficiência na coleta de recursos. Além de apresentarem ninhos perenes, consideradas generalistas ou poliléticas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, C.M.L. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia** v.20, p.457–467, 2003.

AGUIAR, C.M.L., GAGLIANONE, M.C. Nesting biology of *Centris* (*Centris aenea*) Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 20, p. 601–606, 2003.

AGUIAR, C.M.L., SANTOS, G.M.M. Compartilhamento de recursos florais por vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) e abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de Caatinga. **Neotropical Entomology**. v.36, p.836–842, 2007.

AGUIAR, C.M.L., SANTOS, G.M.M., MARTINS, C.F. & PRESLEY, S.J. Trophic niche breadth and niche overlap in a guild of flower-visiting bees in a Brazilian dry forest. **Apidologie**. v.44, p.153-162, 2013.

AGUIAR, C.M.L., CARAMÉS, J., FRANÇA, F., MELO, E. Exploitation of Floral Resources and Niche Overlap within an Oil-collecting Bee Guild (Hymenoptera, Apidae) in a Neotropical Savannah. **Sociobiology**, v. 64, p.78-84, 2017.

ALBUQUERQUE, P.M.C., J.A.C. MENDONÇA. Anthophoridae (Hymenoptera; Apoidea) e flora associada em uma formação de cerrado no município de Barreirinhas, MA, Brasil. **Acta Amazonica**, v.26, p. 45-54, 1996.

ALVES-DOS-SANTOS, I., MACHADO, I.C., GAGLIANONE, M.C. História natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecologia Brasiliensis**. v. 11, p. 554–557, 2007.

ANDENA, S.R., BEGO, L.R., MECCHI, M.R. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí-SP) e suas visitas às flores. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 7, p. 55-91, 2005.

ANDENA, S. R., SANTOS, E.F., NOLL, F.B. Taxonomic diversity, niche width and similarity in the use of plant resources by bees (Hymenoptera: Anthophila) in a cerrado area. **Journal of Natural History**. 46, 1663-1687, 2012.

BARÔNIO, G.J., TOREZAN-SILINGARDI, H.M., Temporal niche overlap and distinct bee ability to collect floral resources on three species of Brazilian Malpighiaceae. **Apidologie**. v. 48, p. 168–180, 2017.

BEGON, M., TOWNSEND, C.R., HARPER, J.L. **Ecology: from individuals to ecosystems**. 4th ed., Malden: Blackwell Publishing, 2006.

BIESMEIJER JC, SLAA EJ. The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. **Apidologie**. v. 37, p. 240–258, 2006.

BRITO, ET AL., BRITO, A.F., PRESLEY, S.J., SANTOS, G.M.M., Temporal and trophic niche overlap in a guild of flower-visiting ants in a seasonal semi-arid tropical environment. **Journal of Arid Environments**. v. 87, p. 161-167, 2012.

CAMILLO, E., GARÓFALO, C.A. (1989) Analysis of the niche of two sympatric species of *Bombus* (Hymenoptera, Apidae) in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**. v. 5, p. 81–92, 1989.

CANE, J. H., MINCKLEY, R., KERVIN, L., ROULSTON, T. Temporally persistent patterns of incidence and abundance in a pollinator guild at annual and decadal scales: the bees of *Larrea tridentate*. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 85, p. 319–329, 2005.

CARVALHO, D.M., AGUIAR, C.M.L., SANTOS, G.M.M. Food Niche Overlap Among Neotropical Carpenter Bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini) in an Agricultural System. **Sociobiology**. v.60, p.283 – 288, 2013.

CASTRO-ARELLANO I., S. J. PRESLEY, M. R. WILLIG, J. M. WUNDERLE, & L. N. SALDANHA. Reduced impact logging and temporal activity of understorey bats in lowland Amazonia. **Biological Conservation**. p. 142, 2009.

DEPRÁ, M.S., GAGLIANONE, M.C. Interações entre plantas e polinizadores sob uma perspectiva temporal. **Oecologia Australis**, v. 22, p. 1-16, 2008.

FEINSINGER, P., SPEARS, E.E., POOLE, R.W. A simple measure of niche breadth. **Ecology**, v. 62, p. 27–32, 1981.

FREITAS B.M., IMPERATRIZ-FONSECA V.L., MEDINA L.M., KLEINERT A.M.P., GALETTO L., NATES-PARRA G., QUEZADA-EUÁN J.J.G. Diversity, threats and conservation of bees in the Neotropics, **Apidologie**. v. 40, p. 332–34, 2009.

GAGLIANONE, M.C. Abelhas da Tribo Centridini na Estação Ecológica de Jataí: composição de espécies e interações com flores de Malpighiaceae. In: Melo. Ganem, R.S., Viana, M.B.. 2006. História Ambiental do Parque Nacional da Chapada Diamantina/BA. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Brasília – DF, 34pp., 2003.

GONÇALVES, R.B., MELO, G.A.R. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae s. l.) em uma área restrita de campo natural no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná: diversidade, fenologia e fontes florais de alimento. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, p. 557–571, 2005.

GOULSON, D., DARVILL, B. Niche overlap and diet breadth in bumblebees; are rare species more specialized in their choice of flowers? **Apidologie**, v. 35, p. 55-63, 2004.

HOEHN, P., TSCHARNTKE, T., TYLIANAKIS, J.M., STEFFAN-DEWENTER, I. Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. **Proceedings of The Royal Society B-Biological Sciences**. v. 275, p. 2283–2291, 2008.

JESUS, E.F.R. DE; FALK, F.H.; MARQUES, T.M. **Caracterização geográfica e aspectos geológicos da Chapada Diamantina, Bahia**. Centro editorial e didático da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1983.

KLINK, C. A., MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, p. 147-155, 2005.

KRONFELD-SCHOR, N., DAYAN, T. Partitioning of time as an ecological resource. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**. v. 34, p. 153-181, 2003.

MARTINS, C.F., Flora apícola e Nichos Tróficos de abelhas (Hym, Apoidea) na Chapada Diamantina (Lençóis-BA, Brasil). **Revista Nordestina de Biologia**. v. 10, p. 119–140, 1995.

MARTINS, A.C., GONÇALVES, R.B., MELO, G.A.R. Changes in wild bee fauna of a grassland in Brazil reveal negative effects associated with growing urbanization during the last 40 years. **Zoologia**, v. 30, p. 157–176, 2013.

MICHENER, C.D. **The bees of the world**. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2nd edn, p. 953, 2007.



PACHECO-FILHO, A.J.D.S., VEROLA, C.F., LIMA VERDE, L.W., FREITAS, B.M. Bee-flower association in the Neotropics: implications to bee conservation and plant pollination. **Apidologie**, v. 46, p. 530–541, 2015.

PEDRO, S.R.M., J.M.F. CAMARGO. 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**, v. 22, p. 397-415, 1991.

PIANKA, E.R. The structure of lizard communities. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**. v. 4, p. 53–74, 1973.

PIOKER-HARA, F.C., DRUMMOND, M.S., KLEINERT, A.M.P. The influence of the loss of brazilian savanna vegetation on the occurrence of stingless bees nest (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Sociobiology**. v. 61, p. 393-400, 2014.

PRESLEY, S.J., WILLIG, M.R., CASTRO-ARELLANO, I., WEAVER, S.C. Effects of habitat conversion on temporal activity patterns of phyllostomid bats in lowland Amazonian rain forest. **Journal of Mammalogy**. v. 90, p. 210–221, 2009.

RABELO, L.S., VILHENA, A.M.G.F., BASTOS, E.M.A.F., AUGUSTO, S.C. Differentiated use of pollen sources by two sympatric species of oil-collecting bees (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Natural History**. v. 48, p. 1-15, 2014.

ROSA, J.F. R., RAMALHO, M., The spatial dynamics of diversity in Centridini bees: the abundance of oil-producing flowers as a measure of habitat quality. **Apidologie**, v. 42, p. 669-678, 2011.

ROUBIK, D.W. Ecology and natural history of tropical bees, **Cambridge University Press**, 514 p.,1989.

SAKAGAMI, S.F., LAROCA, S., MOURE, J.S., Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR) South Brazil—preliminary report. **Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 6, Zoology.** v. 16, p. 253–291, 1967.

SAKAGAMI, S.F., LAROCA, S., Relative abundance, phenology and flower visited of apid bees in eastern Paraná, Southern Brazil (Hymenoptera: Apidae). **Kontyû**, vol. 39, p. 217-230, 1971.

SANTOS, G.M.M., PRESLEY, S.J., Niche overlap and temporal activity patterns of social wasps in a Brazilian cashew orchard. **Sociobiology.** v.56, p. 121-131, 2010.

SANTOS, G.M.M., CARVALHO, C.A.L., AGUIAR, C.M.L., MACÊDO, L.S.S.R., MELLO, M.A.R. Overlap in trophic and temporal niches in the flower-visiting bee guild (Hymenoptera, Apoidea) of a tropical dry forest. **Apidologie.** v. 44, p. 64–74, 2013.

SCHOENER, T.W. The Anolis lizard of Bimini: resource partitioning in a complex fauna. **Ecology.** v. 49, p. 704–726, 1968.

SILVA, J.M.C., BATES, J.M. (2002) Biogeographic patterns and conservation in the South America Cerrado: A tropical savanna hotspot. **BioScience.** v. 52, p. 225–234, 2002.

SILVA, J.F., FARIÑAS, M.R., FELFILI, J.M., KLINK, C.A. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography.** v.33, p.536–548, 2006

STONE, G.N., GILBERT, F., WILLMER, P., POTTS, S., SEMIDA, F., ZALAT, S. Windows of opportunity and the temporal structuring of foraging activity in a desert solitary bee. **Ecological Entomology**, v. 24, p. 208–221, 1999.

VIANA, B.F., A.M.P. KLEINERT. A community of flower-visiting bees (Hymenoptera: Apoidea) in the coastal sand dunes of northeastern Brazil. **Biota Neotropica**. v.5, p. 1-14, 2005.

VILHENA A.M.G.F., RABELO L.S., BASTOS E.M.A.F., AUGUSTO S.C. Acerola pollinators in the savanna of Central Brazil: temporal variations in oil-collecting bee richness and a mutualistic network. *Apidologie*. v. 43, p. 51–62, 2012.

VOGEL, S. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. *Tropische und Subtropische Pflanzenwelt*. v. 7, p. 285–547, 1974.

WILMS, W., WIECHERS, B. Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bees in the Brazilian Atlantic rain forest. **Apidologie**. v. 28, p. 339–355, 1997.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Investigações em comunidades de abelhas baseadas em coletas de indivíduos diretamente nas flores podem nos fornecer bons indícios do grau de sobreposição do nicho trófico e temporal dessas espécies e de toda a comunidade estudada. Entretanto, esse tipo de estudo pode apresentar algumas limitações, geralmente relacionados ao pequeno número de indivíduos amostrados para algumas espécies, sobretudo solitárias, algumas até consideradas raras, impossibilitando maiores interferências sobre o modo de utilização dos recursos.

Apesar dos resultados dos índices de sobreposição não terem sido alto, foi possível observar como as abelhas organiza seus nichos dentro da comunidade estudada. Algumas espécies como por exemplo (*Apis mellifera* e *Trigona spinipes*) mantiveram-se abundantes e ativas durante todo o ano, explorando intensivamente os recursos, confirmando assim um padrão de uso de recursos comum entre abelhas eussociais, embora, em nossos estudos esse comportamento também tenha sido observado entre espécies solitárias.

É importante considerar que o grau de sobreposição entre as espécies não é constante ao longo do ano. Algumas espécies parecem concentrar seu forrageamento no verão, que na comunidade estudada é caracterizada por um período chuvoso. No geral, a baixa sobreposição de nicho encontrada pode estar relacionada a influencia de diversos fatores como; diferenças existente entre a duração do florescimento das plantas, as atividades sazonais das abelhas e a diversos outros fatores diretamente relacionado as diferenças morfológicas e comportamentais apresentados.

Alguns recursos florais apresentaram-se importantes para a comunidade de abelha estudada, pela frequência de visitas por indivíduos ou espécies de abelhas. No entanto, mesmo para as plantas pouco visitadas, é importante considerar seu papel fundamental para a manutenção da diversidade de abelhas, sobretudo as especialistas.

Finalmente, os resultados obtidos neste estudo fornecem subsídios na elaboração de informações sobre a fauna de abelhas e as plantas visitadas nessa região. O conhecimento da flora apícola e melitófila e dos recursos tróficos oferecidos (pólen, néctar e óleo) é essencial para o estabelecimento de programas

de conservação das espécies de abelhas, além de contribuir para o desenvolvimento produtivo da apicultura e meliponicultura, tornando possível, a partir desses dados, o estabelecimento de metas para a exploração racional desta atividade.