



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

**GUILDA DE ABELHAS COLETORAS DE ÓLEO (APOIDEA)
ASSOCIADA À *BYRSONIMA SERICEA* E *BYRSONIMA
CYDONIIFOLIA* (MALPIGHIACEAE)**

SHANTALA LUA

Feira de Santana

2013

SHANTALA LUA

**GUILDA DE ABELHAS COLETORAS DE ÓLEO (APOIDEA)
ASSOCIADA À *BYRSONIMA SERICEA* E *BYRSONIMA
CYDONIIFOLIA* (MALPIGHIACEAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, da Universidade Estadual de Feira de Santana, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Profa. Dra. Cândida Maria L. Aguiar
Orientadora

Profa. Dra. Maise Silva S. dos Santos
Co-orientadora

Feira de Santana

2013

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

L96g Lua, Shantala
Guilda de abelhas coletoras de óleo (Apoidea) associada à *Byrsonima sericea* e *Byrsonima cydoniifolia* (Malpighiaceae) / Shantala Lua. – Feira de Santana, 2013.
42 f. : il.

Orientadora: Cândida Maria Lima Aguiar Mendonça
Co-orientadora: Maise Silva S. dos Santos

Dissertação (Mestrado em Zoologia)– Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Zoologia, 2013.

1. Abelhas coletoras de óleo. 2. Cerrado. 3. Óleo floral. 4. Malpighiaceae. 5. Centridini. I. Mendonça, Cândida Maria Lima Aguiar. II. Santos, Maise Silva S. dos. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Departamento de Ciências Biológicas. V. Título.

CDU: 595.799

BANCA EXAMINADORA

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

Dr. Willian Moura Aguiar
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Dra. Maria Cristina Gaglianone
Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF)

Dedico este trabalho a minha avó (voinha), pelo esforço para que eu pudesse cumprir mais uma etapa da minha vida e que tanto se orgulha das minhas conquistas.

"Para os erros há perdão;
para os fracassos, chance;
para os amores impossíveis, tempo...

Não deixe que a saudade sufoque,
que a rotina acomode,
que o medo impeça de tentar.
Desconfie do destino e
acredite em você.

Gaste mais horas realizando que sonhando,
fazendo que planejando,
vivendo que esperando
Porque, embora quem quase morre esteja vivo,
quem quase vive já morreu."

Luis Fernando Veríssimo

AGRADECIMENTOS

Concretizo mais um sonho, certa de que venci mais uma etapa em minha vida e que ainda me aguardam várias vitórias no futuro. Porém, esta conquista não é só minha e sinto-me lisonjeada em agradecer:

À Deus e ao meu Santinho Expedito, que sempre se mostraram presentes em todos os momentos.

A cada um dos meus familiares, em especial à minha mãe e irmã Irá pela amizade e apoio em minha caminhada; ao meu pai que tanto acredita no meu potencial; à minha tia Vivianne e a Dinda, pessoas maravilhosas e especiais na minha vida; à Voinha, mulher que eu mais admiro no mundo, obrigada pelos ensinamentos passados e por estar presente tanto nos momentos de carinho, “golin-golinho da vovó”, quanto nas horas tristes, “quem tem avó não chora”. Nada seria possível sem o apoio e amor de vocês.

À minha orientadora Prof. Dra. Cândida M. Lima Aguiar por importantes contribuições nas diversas etapas deste trabalho, além da confiança depositada e incentivo sempre.

Um muitíssimo obrigada para minha Co-orientadora Dra. Maise Silva pelas palavras de conforto nas horas de desespero, falar com você sempre me tranquilizava; pela parceria nas viagens de campo além das relevantes contribuições sempre. Devo-lhe imensamente a realização desse sonho.

Ao meu namorado, Alam, e a sua família, pela solicitude e apoio. A amizade, companheirismo e compreensão de vocês foram fundamentais.

Aos meus amigos (e aqui incluo a equipe do LENT), pela cumplicidade, carinho e agradável convivência, muito obrigada pelos momentos divertidos, alegres e engraçados que passamos juntos. Em especial, agradeço a Janete, Ednei, Cláudia Dani e Sofia nas sofridas e divertidas coletas de campo; e a Mazinho e Emerson (LASIS) que sempre me prestaram “socorro” durante esses dois anos de mestrado.

À equipe do Laboratório de Produtos Naturais (LAPRON-UEFS) por todo apoio e ajuda nas etapas químicas do trabalho, em especial à prof. Dra Heiddy, exemplo de competência profissional.

Aos Professores, Dr. Fernando César Vieira Zanella e Dr. Antônio Aguiar, pela identificação das abelhas coletadas.

Ao Sr. Luiz (proprietário do Orquidário de Palmeiras – Chapada Diamantina) e a todos do Orquidário, obrigadíssima pela estadia e por sempre receberem nossa equipe tão bem. A companhia de vocês tornou o trabalho de campo mais leve e divertido.

Aos professores Paulo, Gilberto e “Bojão” (Anderson), pelo socorro com a estatística, obrigada pela paciência comigo.

Agradeço a Daiane, Fernanda e Adrielen, pela importante ajuda no Abstract.

Agradeço também a todos os professores que estiveram presentes em minha trajetória. Faço uma ressalva para Favízia Freitas de Oliveira, Geovana Paim e Washington Franca-Rocha. Os conhecimentos ensinados foram de grande valia para minha formação pessoal e acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da Bolsa. Ao apoio do CNPq e MCT através do Edital MCT/CNPq Nº 59/2009 - Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração – PELD.

À Universidade Estadual de Feira de Santana, pelo suporte logístico e infraestrutura, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho. Faço uma ressalva ao setor de transporte e a PPGZoo, onde conheci pessoas maravilhosas e dedicadas.

Enfim, a todos que de alguma forma me auxiliaram, tanto na minha vida acadêmica quanto na minha formação como ser humano, meu agradecimento.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
APRESENTAÇÃO.....	xi
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUÇÃO.....	14
Guilda de abelhas coletoras de óleos florais e interações mutualísticas entre abelhas Centridini e Malpighiaceae.....	14
Relações entre a riqueza de abelhas e a disponibilidade de recursos.....	18
OBJETIVO GERAL.....	20
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
MATERIAL E MÉTODOS.....	20
Área de Estudo.....	20
Espécies focais de <i>Byrsonima</i> (Malpighiaceae).....	22
Amostragem das Abelhas.....	23
Densidade de indivíduos e flores de <i>Byrsonima</i>	24
Quantidade de óleo em flores de <i>Byrsonima</i>	26
Análise dos Dados.....	28
RESULTADOS.....	28
Riqueza e abundância de espécies de Apoidea	28
Oferta de óleo floral de duas espécies simpátricas de <i>Byrsonima</i> X Riqueza e Abundância local de abelhas coletoras de Óleo.....	31
DISCUSSÃO.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Áreas selecionadas para estudo no município de Palmeiras, Chapada Diamantina –BA, Brasil.....21
- Figura 2.** *Byrsonima sericea*: A = Indivíduo florido; B = Inflorescências em botões; C = Folhas e Inflorescência com flores e botões; D = Inflorescência com flores e botões indicando os elaióforos.....22
- Figura 3:** *Byrsonima cydoniifolia*: A = Indivíduo florido; B = Folhas e Inflorescências com flores; C = Inflorescência com flores; D = flores e botões indicando os elaióforos.....23
- Figura 4.** Procedimentos metodológicos: A = Coleta de abelhas nas flores; B = mensurando quantidade de inflorescências em subamostras de uma “caixa”; C = contagem de indivíduos de *Byrsonima* nos transectos.....26
- Figura 5.** Extração de óleo em flores de *B. sericea* e *B. cydoniifolia*: A = Sistema extrator Soxhlet; B = Sistema Rotaevaporador.....27
- Figura 6:** Curva de rarefação (Mao Tau) e estimadores de riqueza (Chao 2; Jack 1) de espécies de abelhas encontradas em Palmeiras - BA.....29
- Figura 7.** Número de espécimes de abelhas coletados em cada intervalo de hora, em flores de *Byrsonima*, em uma área restrita (Palmeiras) na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.....31
- Figura 8:** Teor de óleo em 100% em amostras de 1g flores de *Byrsonima sericea* e *Byrsonima cydoniifolia*.....32

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Localização, altitude e densidade de *B. sericea* (BS) e *B. cydoniifolia* (BC) em um cada dos transectos de cada área amostrada para riqueza e abundância de abelhas coletoras de óleo em Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.....25
- Tabela 2.** Visitantes florais de *B. sericea* (BS) e *B. cydoniifolia* (BC) em uma área de Cerrado (Palmeiras) na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.....30
- Tabela 3.** Quantidade de flores e de óleo em dez indivíduos de *B. sericea* e *B. cydoniifolia*, indicando a média de óleo por copa florida.....32
- Tabela 4.** Densidade (número de indivíduos) de duas espécies de *Byrsonima* (B.) – *B. sericea* (BS) e *B. cydoniifolia* (BC) em Cerrado na Chapada Diamantina, quantidade de óleo floral disponibilizada em cada transecto, abundância (número de indivíduos) e riqueza de espécies de abelhas coletoras de óleo.....35

APRESENTAÇÃO

A relação ecológica entre abelhas coletoras de óleos florais e espécies oleíferas de Malpighiaceae é o assunto abordado nesta dissertação, na qual é feita uma caracterização da guilda de abelhas coletoras de óleos florais associadas à *Byrsonima sericea* e *Byrsonima cydoniifolia*. O presente trabalho discute comparativamente a distribuição da riqueza e abundância local da guilda de abelhas coletoras de óleo relacionada à quantidade de óleos florais disponíveis em áreas com diferentes densidades do gênero *Byrsonima* (Malpighiaceae), numa vegetação do tipo Cerrado, na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Esta dissertação integra um Estudo Ecológico de Longa Duração (PELD) que está em andamento desde 2009 e tem planejamento até 2016, na Chapada Diamantina, e os resultados aqui apresentados serão utilizados em análises comparativas futuras que visam o monitoramento da riqueza e abundância local de Centridini, e servirão de base para a discussão sobre a variação temporal da riqueza e abundância de espécies de Centridini na região.

RESUMO

As abelhas coletoras de óleos florais apresentam relações bastante estreitas com espécies de Malpighiaceae. Este estudo tem como objetivo caracterizar a guilda de abelhas que visitam duas espécies de *Byrsonima* (Malpighiaceae) e investigar se a variação na oferta de óleo floral influencia na riqueza e abundância local destas abelhas, em uma área na Chapada Diamantina. As abelhas foram coletadas com redes entomológicas durante a visita às flores de *Byrsonima* e a oferta de óleo floral foi estimada em 12 transectos, através das medidas de densidade de *Byrsonima* spp e da quantidade de óleo disponibilizada por flor e por planta. Foi detectada uma grande variação na densidade de *Byrsonima* spp entre os 12 transectos amostrados, o que resultou em diferenças na oferta de óleos florais entre os transectos (1320,4g-16397,2g). Foram amostrados 638 indivíduos, pertencentes a 34 espécies de Apoidea, sendo 24 espécies componentes da guilda de abelhas coletoras de óleo. Centridini foi a tribo com maior representatividade, tanto em riqueza de espécies quanto em abundância. A riqueza e abundância de Centridini estiveram positivamente correlacionadas tanto com a densidade de *Byrsonima* spp quanto com a quantidade de óleo estimada para cada transecto. Entretanto a riqueza e abundância de Tapinotaspidini e Tetrapediini não apresentaram correlação nem com a densidade de *Byrsonima* spp, nem com a quantidade de óleo estimada para cada transecto.

Palavra-chave: Riqueza, Abundância, Centridini, Óleo Floral, Cerrado

ABSTRACT

Floral oil-collecting bees have close relations with Malpighiaceae species. This study aims to characterize the bee guilds that visit two *Byrsonima* (Malpighiaceae) species and investigate if the variation in floral oil supply influences on the richness and local abundance of these bees in an area in Chapada Diamantina. Bees were collected using entomological nets during the visit to *Byrsonima* and the floral oil supply was estimated at 12 transects through the *Byrsonima* spp density and the amount of oil available per flower and per plant. A large variation in *Byrsonima* spp density was detected among the 12 transects sampled what resulted in differences in floral oil supply among transects (1320.4g-16397.2g). The sample was 638 individuals belonging to 34 Apoidea species, being 24 species components of the floral oil-collecting bee guild. Centridini was the tribe with the largest representation of species richness and in abundance. The richness and abundance of Centridini were positively correlated to both *Byrsonima* spp density and the amount of oil estimated to each transect. However, the richness and abundance of Tapinotaspidini and Tetrapediini didn't correlate to *Byrsonima* spp density or the amount of oil estimated to each transect.

Keyword: Richness, Abundance, Centridini, Floral Oil, Cerrado

INTRODUÇÃO

Guilda de abelhas coletoras de óleos florais e interações mutualísticas entre abelhas Centridini e Malpighiaceae

Root (1967) foi o primeiro a sugerir o termo guilda e o definiu como “um grupo de organismos que exploram os mesmos recursos, de maneira semelhante”. Neste sentido, o conceito proposto pelo autor agrupa as espécies em unidades funcionais que apresentam sobreposição de nichos, desconsiderando suas relações taxonômicas. Então uma guilda independe das espécies que as compõem sendo uma unidade conveniente para pesquisas sobre interações entre espécies. Assim, pode ser tratada também como uma unidade funcional na análise de comunidades, tornando desnecessário considerar toda e cada espécie como uma entidade separada (Odum, 2001).

Entretanto, existem diferentes conceitos para o termo “guilda”, que são discutidos por Jaksic (1981), Wilson (1999), Simberloff & Dayan (1991), dentre outros autores. Existem basicamente dois conceitos clássicos para o termo guilda, que diferem quanto à premissa da existência ou não de competição entre os componentes. Na visão de Pianka (1980), guildas são “arenas de competição”, uma vez que as espécies exploram recursos cuja oferta é insuficiente, de modo semelhante. A outra visão argumenta que as espécies convergem na utilização dos recursos sem muita competição entre elas, face à abundância de recursos oferecidos (Connell, 1980).

As abelhas são primariamente consumidores de pólen e de néctar, e são importantes componentes das guildas de visitantes que exploram estes recursos florais. Uma guilda menos diversa, que constitui um subconjunto da guilda de visitantes florais, é a de coletores de óleos florais, na qual as interações abelha-planta são bastante estreitas. As abelhas coletoras de óleos florais utilizam estes recursos na construção dos ninhos, formando o revestimento interno das células de cria, protegendo assim os ninhos das espécies que nidificam em solo, como também no revestimento externo da parede de fechamento do ninho das espécies que nidificam em cavidades preexistentes (Jesus & Garofalo, 2000). Estes óleos também

são misturados ao pólen e depositados nas células de cria como alimento larval (Neff & Simpson, 1981; Pereira *et al.*, 1999; Aguiar *et al.*, 2006; Vinson *et al.*, 2011).

Os visitantes florais que compõem estas guildas de coletores de óleos são exclusivamente abelhas solitárias, distribuídas em seis tribos: Macropidini, Redivivini (Melittidae), Ctenoplectrini, Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini (Apidae), reconhecidas como especialistas na coleta de óleos florais (Buchmann, 1987; Michener, 2007). As tribos Macropidini e Redivivini tem distribuição Holártica e a tribo Ctenoplectrini, Paleotropical e no sudeste asiático. As tribos Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini são exclusivas das Américas, e especialmente diversas na região Neotropical (Silveira *et al.* 2002; Michener, 2007).

A tribo Centridini é reconhecida como o grupo que reúne o maior número de espécies de abelhas coletoras de óleos (Snelling, 1984), reunindo mais de 170 espécies, agrupadas em dois gêneros: *Centris* Fabricius, 1804 e *Epicharis* Klug, 1807. A tribo Tapinotaspidini é composta por 12 gêneros, dentre eles *Monoeca*, *Tapinotaspoides*, *Trigonopedia* e *Paratetrapedia*, que ocorrem no Brasil. Tetrapediini possui apenas dois gêneros: *Tetrapedia*, representado por 18 espécies no Brasil, e *Coelioxoides*, não coletoras de recursos florais, composto apenas por espécies cleptoparasitas de ninhos de *Tetrapedia* (Silveira *et al.*, 2002).

As espécies que compõem a guilda de abelhas capazes de coletar óleos florais possuem estruturas especializadas que atuam na coleta deste recurso. O aparato coletor de óleo é formado ou por cerdas em forma de “pente” ou por tufo de cerdas finas e ramificadas, localizadas principalmente no basitarso das pernas anteriores e/ou medianas (Neff & Simpson, 1981). A morfologia das cerdas permite que estes visitantes florais “raspem” as glândulas ou tricomas produtores de óleo com as pernas anteriores e/ou médias, sendo este recurso transferido para as escovas, onde é transportado (Cocucci *et al.*, 2000).

O aparato coletor de óleo (elaióspato) pode variar entre gêneros de abelhas que integram esta guilda. Na maioria das espécies, as fileiras de cerdas simples ou ramificadas formam uma espécie de ‘pente’, que são estruturas largas nos basitarsos anteriores (ex. *Tetrapedia* e *Paratetrapedia*), médios (*Tapinotaspis*) ou anteriores e médios (ex. *Centris*), voltados para região distal (*Tetrapedia*) ou para proximal (todas as outras) (Roberts & Vallespir 1978, Alves-dos-Santos *et al.*, 2007). Os pentes agem como raspadores, mas podem estar presentes em aparatos coletores do tipo “almofada” de pêlos plumosos e finos, nas superfícies anterior e

ventral dos basitarsos, que agem como estrutura absorvente de óleo, como em *Centris (Wagencknechtia) vardyorum* Roig-Alsina, 2000 e em espécies de *Centris* do grupo *hyptidis*, que apresentam modificações especializadas no elaióspato anterior, como a “perda” do pente secundário. Além disso, *C. hyptidis* possui pernas anteriores desproporcionalmente longas e também tem almofadas (Vogel & Machado, 1991).

A morfologia dessas estruturas possibilita coleta e transporte dos lipídios florais, permitindo assim, que estas espécies de abelhas “raspem” (ou absorvam, no caso das almofadas) o epitélio glandular (ou os tricomas) produtores de óleo com as pernas anteriores e/ou médias, sendo este recurso transferido para as escopas e nelas transportado. Essas estruturas em geral estão relacionadas aos diferentes tipos de elaióforos (as glândulas secretoras de óleo) explorados pelas abelhas: epiteliais ou tricomáticos (Alves-dos-Santos *et al.*, 2007).

Durante a visita às “flores de óleo” estas abelhas podem coletar, além do óleo, o pólen nestas mesmas flores que também ofereçam este recurso (Teixeira & Machado, 2000; Gaglianone, 2003; Benezar & Pessoni, 2006; Bezerra *et al.*, 2009). O comportamento das abelhas na coleta do pólen e do óleo nas “flores de óleo” se distingue facilmente. Rego & Albuquerque (1989) e Teixeira & Machado (2000) descreveram o comportamento dessas abelhas em flores de *Byrsonima*: em flores com elaióforos, as abelhas da tribo Centridini utilizam as pernas anteriores e medianas para a coleta do óleo, explorando todas as glândulas. Ao visitarem flores sem elaióforos e após a tentativa fracassada de coleta de óleo, elas abandonam as flores retornando em seguida para coletar pólen por vibração do corpo, durante a qual realizam a distensão e elevação das pernas posteriores. Em relação às abelhas do gênero *Paratetrapedia* Moure, 1941, os mesmos autores descreveram que a coleta de óleo é feita sempre em botões em fase de pré-antese. As abelhas pousam em cima do botão e com as pernas anteriores raspam as glândulas. Para a coleta de pólen, as abelhas pousam sobre os botões, também em fase de pré-antese, e com as pernas anteriores forçam a abertura das pétalas. Posteriormente o pólen é transferido para as escopas das pernas posteriores.

Malpighiaceae é a principal família de Angiospermas que recompensa seus polinizadores com óleos florais (Alves-dos-Santos *et al.*, 2007). Dos 60 gêneros reconhecidos de Malpighiaceae, 47 são exclusivamente neotropicais (Anderson, 1979; Vogel, 1990). As flores das espécies neotropicais de Malpighiaceae produzem

óleo em elaióforos do tipo epitelial, utilizadas principalmente por fêmeas de abelhas da tribo Centridini (Anderson, 1979), embora representantes das tribos Tapinotaspidini e Tetrapediini também possam a capacidade de coletar este recurso (Neff & Simpson, 1981). Entre as Malpighiaceae, um dos gêneros mais diversos é *Byrsonima* com cerca de 135 espécies descritas. Este gênero destaca-se como atrativo para abelhas coletoras de óleos, em áreas de Caatinga (Bezerra *et al.*, 2009), Cerrado (Barros, 1992; Gaglianone, 2003), Dunas Costeiras (Costa *et al.*, 2006), Floresta Atlântica (Teixeira & Machado, 2000; Gaglianone, 2006; Rosa & Ramalho, 2011), Restingas (Ramalho & Silva, 2002; Gaglianone, 2006; Ribeiro *et al.*, 2008; Dunley *et al.*, 2009; Rosa & Ramalho, 2011) e Savana Amazônica (Benezar & Pessoni, 2006). Dentre as espécies de *Byrsonima* registradas em estudos florísticos na Chapada Diamantina, região onde este estudo foi realizado, estão: *Byrsonima sericea* DC., *B. verbascifolia* (L.) DC., *B. correifolia* A. Juss., *B. coccolobifolia* Kunth e *B. triopterifolia* A. Juss. (Funch *et al.*, 2005; Queiroz *et al.*, 2005; Harley *et al.*, 2005; Conceição *et al.*, 2005).

Neff & Simpson (1981) argumentam que o grande sucesso das Malpighiaceae e Centridini no Novo Mundo seria uma decorrência de uma longa história de interações evolutivas conservadoras entre os dois grupos, que apresentam uma “relação ecologicamente estreita (freqüente e previsível no tempo e espaço)” (Ramalho & Silva, 2002). Nesse contexto do conhecimento sobre a intimidade das interações entre espécies de Centridini e Malpighiaceae, foram realizados estudos sobre a composição e riqueza de espécies de abelhas visitantes de flores de malpigiáceas em diversos ecossistemas brasileiros (Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Restinga, principalmente), os quais mostraram que muitas espécies de abelhas coletoras de óleo estão intimamente associadas a espécies de Malpighiaceae, sendo Centridini a tribo melhor representada (Albuquerque & Mendonça, 1996; Teixeira & Machado, 2000; Ramalho & Silva, 2002; Gaglianone, 2003; Menezes, 2011; Rosa & Ramalho, 2011). Estas descobertas sugerem que é provavelmente promissora a utilização de plantas do gênero *Byrsonima* como plantas focais para o estudo da estrutura da guilda de abelhas coletoras de óleos.

O conhecimento sobre as guildas de abelhas coletoras de óleo na região da Chapada Diamantina, onde este estudo foi desenvolvido, ainda é escasso e pontual. O estudo com maior esforço de amostragem de abelhas foi realizado por Martins (1994), em uma área de Cerrado com elementos de campos rupestres no município

de Lençóis. Estudos de curta duração sobre riqueza da melissofauna da Chapada Diamantina também geraram algum conhecimento sobre a composição de guildas de abelhas coletoras de óleo em áreas de florestas em Lençóis, de Cerrado em Palmeiras e Rio de Contas, e na caatinga de Morro do Chapéu (Aguiar *et al.*, 2005), e em áreas de campo rupestre situadas em Palmeiras (Almeida & Gimenes, 2002; Silva-Pereira & Santos, 2006), no Pico das Almas (município de Rio de Contas) e na Serra do Esbarrancado (município de Mucugê) (Azevedo *et al.*, 2008).

Relações entre a riqueza de abelhas e a disponibilidade de recursos

Vários fatores podem afetar a riqueza de espécies nas comunidades. Fatores abióticos, como temperatura, altitude, dentre outros, podem interferir na quantidade de espécies e no número de indivíduos de numa determinada comunidade. Dentre os fatores abióticos com influência mais direta estão aqueles relacionados à geografia, como a latitude e altitude. Fatores bióticos, como a disponibilidade de recursos e grau de especialização das espécies no uso dos recursos disponíveis, por exemplo, podem interferir no número de espécies e indivíduos (Begon *et al.*, 2007; Peroni & Hernández, 2011).

Há algumas décadas, estudos tem sido desenvolvidos no intuito de descrever e entender as relações existentes entre quantidade de recursos e o número de espécies consumidoras (Abrams, 1995). Alguns concordam que a quantidade de recursos disponíveis deve afetar a diversidade, entretanto diversas explicações teóricas foram propostas sobre as diferenças observadas entre quantidade de recursos e diversidade de espécies (Rosenzweig & Abramsky 1993; Waide *et al.*, 1999; Partel *et al.*, 2007).

Ramalho e Silva (2002) propuseram um modelo de dinâmica entre fluxo de migrantes de abelhas Centridini em porções de habitat distintos que deveria ser mais proporcional ao tamanho das populações locais que, em contrapartida, dependeria da oferta local de óleos florais. Segundo esse modelo, a riqueza de Centridini seria maior quanto maior fosse a proporção da flora oleífera em relação à flora melitófila nas comunidades ecológicas. Esse argumento foi sustentado por duas situações que parecem favorecer a coexistência de elevada riqueza de Centridini nas comunidades locais dos trópicos orientais do Brasil (Ramalho & Silva 2002): 1) maior riqueza de Malpighiaceae no Cerrado, e 2) elevada abundância de flora oleífera,

embora pouco diversificada, na Restinga, ao longo da planície litorânea. Neste contexto, a abundância de óleos florais poderia viabilizar a coexistência de um grande número de espécies de Centridini na Restinga litorânea. A fim de testar esta hipótese, Rosa & Ramalho (2011) analisaram diferentes cenários (porções de hábitat) e observaram correlação positiva entre a oferta de óleo floral e riqueza e abundância local de Centridini.

Considerando que os diferentes hábitats locais (mosaico) na porção centro-oeste da Bahia (Chapada Diamantina), distante muitos quilômetros da faixa litorânea, apresentam elevada riqueza de *Byrsonima* e provavelmente variações locais de oferta de óleo floral, é esperado que a riqueza e abundância espécies de abelhas coletoras de óleo seja maior nas porções de hábitat com maior oferta de óleo floral. Este trabalho teve como objetivo investigar se a variação local na oferta de óleo de *Byrsonima* influencia na riqueza e abundância local de abelhas coletoras de óleos florais. Algumas questões foram formuladas, a fim de facilitar a caracterização da interação riqueza e abundância local de abelhas coletoras e óleo e espécies de Malpighiaceae como: 1) Qual a composição, a riqueza e a abundância de espécies de Apoidea que integram a guilda de abelhas coletoras de óleo floral numa porção de hábitat na Chapada Diamantina? e 2) porções de hábitat com maior oferta de óleos florais apresentam maior riqueza e abundância de abelhas coletoras de óleo?

OBJETIVO GERAL

Caracterizar a guilda de abelhas coletoras de óleo que visitam duas espécies simpátricas de *Byrsonima* e investigar se a variação na oferta da quantidade de óleo floral de *Byrsonima* spp. influencia na riqueza e abundância local de abelhas coletoras de óleo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar a composição, a riqueza e a abundância de espécies de Apoidea que integram a guilda de abelhas coletoras de óleo floral numa porção de hábitat na Chapada Diamantina.
2. Analisar se a abundância local de óleo floral influencia na riqueza e abundância local de abelhas coletoras de óleo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado na região Chapada Diamantina no município de Palmeiras, Bahia, Brasil (12°25'59,7" S / 41°29'24,1" W). O clima local é sub-quento, com verão úmido e quatro a cinco meses secos, concentrados de agosto a novembro, geralmente com chuvas de dezembro a abril (Jesus *et al.*, 1983; Nimer, 1989), classificado também como do tipo *Cwb* de Köppen-Geiger (temperado úmido com Inverno seco e Verão temperado). A temperatura média anual é 22°C, sendo comuns flutuações diárias extremas, e a pluviosidade anual varia entre 600 e 1000mm (CEI, 1994). Grillo (2000) relatou para a região de Palmeiras solos médio-arenosos, fortemente ácidos, com baixo teor de matéria orgânica, baixos valores de concentração de nutrientes e alta concentração de alumínio trocável.

A Chapada Diamantina, parte norte da Cadeia do Espinhaço situada na Bahia, apresenta uma vegetação variada, com fisionomia e composição florística

distintas, constituída por campos rupestres, campos gerais, Cerrado, caatinga, matas e capões, formando um mosaico de ecossistemas (Conceição *et al.*, 2005). Grillo (2000), em trabalho desenvolvido na região de Campos de São João (próxima a área de estudo), classifica a fitofisionomia da área Cerrado do tipo campo limpo. Em geral, nas áreas amostradas neste estudo, a vegetação apresenta característica de Cerrado predominante com espécies vegetais de porte herbáceo-arbustivo e arboretas com até cinco metros de altura.

Em outubro de 2011, foi realizada viagem exploratória a fim de selecionar áreas (porções de hábitat no mosaico) com diferentes densidades de *Byrsonima* (I, II, III e IV) (Figura 1). Em cada área foram demarcados três transectos, em trilha pre-existente, com comprimento igual a um Kilômetro.

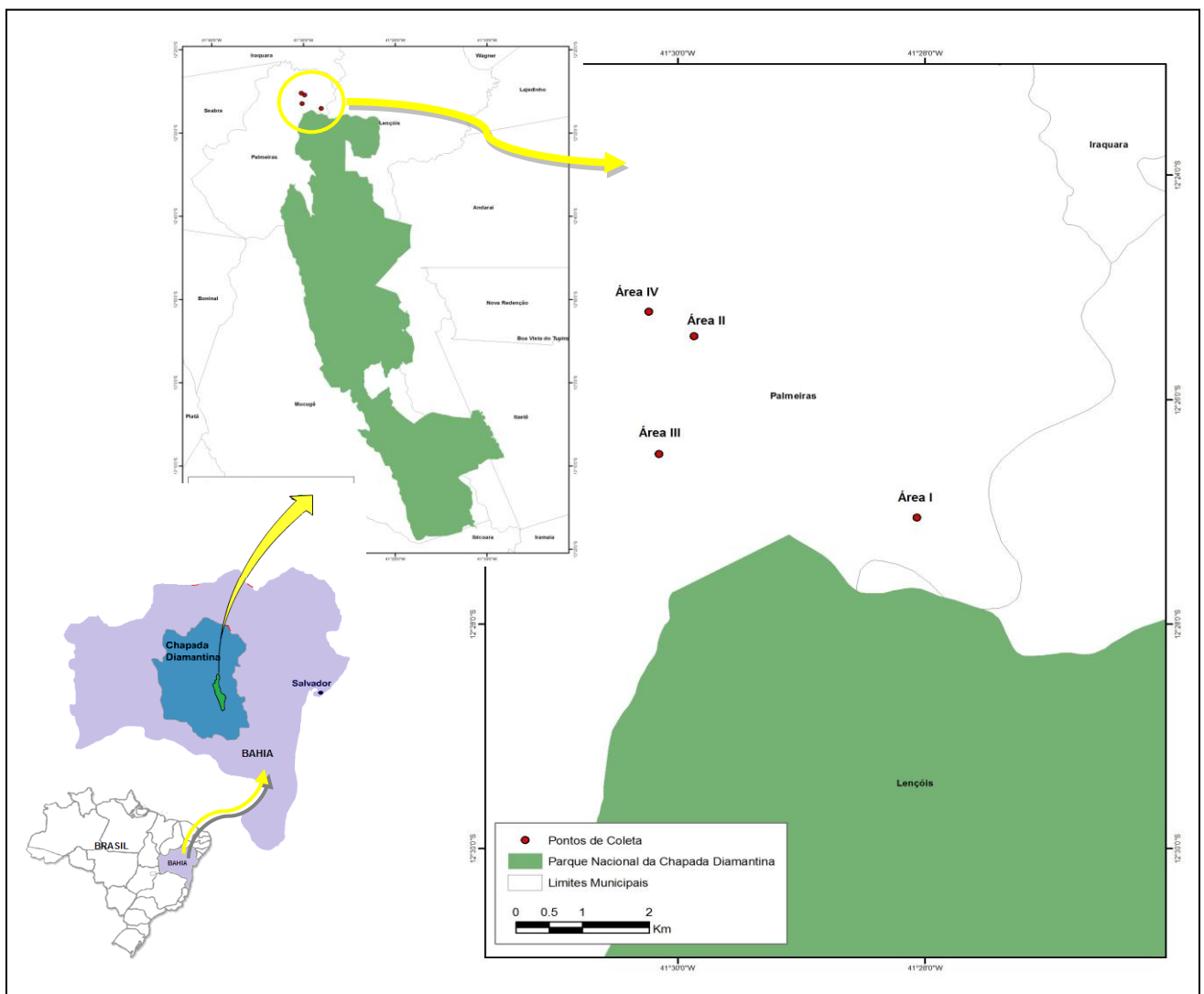


Figura 1. Áreas selecionadas para estudo no município de Palmeiras, Chapada Diamantina –BA, Brasil.

Espécies focais de *Byrsonima* (Malpighiaceae)

Em cada transecto foram coletadas amostras de indivíduos das espécies de *Byrsonima* observadas, com frutos e flores, que foram levadas para o Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana, onde foram preparadas as exsicatas (*B. sericea* = UEFS nº 180090; *B. cydoniifolia* = UEFS nº180938), identificadas por comparação e, posteriormente, confirmada pelo Prof. Dr. André Amorim (Universidade Estadual de Santa Cruz).

Na área de estudo foram identificadas apenas duas espécies de *Byrsonima*: *Byrsonima sericea* DC. (Figura 2) e *Byrsonima cydoniifolia* A.Juss (Figura 3), sendo encontradas em simpatria nas Áreas I e II. Ambas apresentam formas vegetais com e sem glândulas de óleo e flores de cor amarela. *B. sericea* caracteriza-se por apresentar folhas elípticas (9,5-13cm de comprimento; 3-5cm de largura) com faces abaxiais sericeas, pêlos castanhos e brilhantes, e faces adaxiais pouco pilosas a glabras. *B. cydoniifolia* apresenta folhas elípticas, lanceoladas a ovais (11-16cm de comprimento; 3-8cm de largura), com faces abaxiais densamente pilosas e pêlos alvos, e faces adaxiais escuras com pêlos alvos a castanhos (Mamede, 1987).



Figura 2. *Byrsonima sericea*: A = Indivíduo florido; B = Inflorescências em botões; C = Folhas e Inflorescência com flores e botões; D = Inflorescência com flores e botões indicando os elaióforos.



Figura 3: *Byrsonima cydoniifolia*: A = Indivíduo florido; B = Folhas e Inflorescências com flores; C = Inflorescência com flores; D = flores e botões indicando os elaióforos.

Amostragem das Abelhas

A análise de riqueza e abundância de abelhas coletoras de óleo em flores de *Byrsonima* foi realizada através de coleta dos indivíduos de Apoidea em visita às flores, com rede entomológica (Figura 4-A). A amostragem ocorreu uma vez por mês, nos meses de floração das espécies de *Byrsonima*: dezembro/2011, janeiro, fevereiro e dezembro/2012 e janeiro/ 2013. Em cada mês, a coleta das abelhas foi realizada por dois coletores durante quatro dias consecutivos; a cada dia foi amostrado um transecto por área, escolhido por sorteio. O esforço diário de coleta, das 9h às 16h, foi distribuído entre os indivíduos floridos de *Byrsonima* no transecto sorteado. Foram realizadas sete horas de amostragem/dia, totalizando esforço amostral igual a 133 horas. Na coleta de dezembro/2011 não houve amostragem no transecto sorteado da área I, devido a uma forte chuva durante a coleta.

Os espécimes capturados foram sacrificados em câmara mortífera contendo acetato de etila e transferidos para potes plásticos individuais, contendo registro do

horário, data, espécie vegetal e local de coleta. Em laboratório as abelhas foram preparadas para coleção e secas em estufa a 60°C durante 72h.

Todas as abelhas coletadas foram identificadas, no menor nível taxonômico possível, no Laboratório de Entomologia, com auxílio de literatura especializada e comparação com material depositado no acervo da Coleção Entomológica Johann Becker (Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana, MZFS). Espécimes foram enviados para confirmação por especialistas, Dr. Fernando C. V. Zanella (Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA) e Dr. Antônio J. C. Aguiar (Universidade de Brasília), e serão depositados na Coleção Entomológica Prof. Johann Becker, do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MZFS). Parátipos de um gênero que está sendo descrito pelo Dr. Antônio J. C. Aguiar serão depositados nas coleções da Universidade de Brasília, Universidade Federal do Paraná e no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

Densidade de indivíduos e flores de *Byrsonima*

Para estimar a quantidade de indivíduos das espécies focais de *Byrsonima* (*B. sericea* e *B. cydoniifolia*) nos locais onde foram amostradas as abelhas, foram contados todos os espécimes observados em cada transecto (Figura 4-C, Tabela 1), com comprimento igual a 1000m e largura de 20m, categorizando cada indivíduo quanto a presença ou ausência de elaióforo (estrutura floral secretora de óleo nas espécies de *Byrsonima*).

Para cada espécie de *Byrsonima* foram contadas todas as inflorescências contidas em subamostras de uma “caixa” com medida igual a 25cmX25cm e altura variando de acordo com o tamanho do indivíduo amostrado (Figura 4-B). Desta maneira, a distribuição de flores e inflorescências de um indivíduo passou a ser interpretada como a extrapolação da distribuição obtida no volume da “caixa” associada à planta. Em cada indivíduo foram contadas todas as inflorescências contidas na “caixa” associada. Após essa contagem foram retiradas dez inflorescências e contado o número total de flores abertas. Esse procedimento foi realizado dez vezes em dez indivíduos de cada espécie de *Byrsonima* estudada. Mediram-se também, o raio e a altura da copa florida para o cálculo do volume da copa de cada um dos 20 indivíduos. Assim, conhecendo o volume da figura

geométrica (“caixa”) e a medida volumétrica da copa florida, foi calculada a densidade de inflorescências por indivíduo de *Byrsonima* (nº de inflorescências multiplicado pelo resultado da divisão do volume da copa florida pelo volume da “caixa”, obtendo o número de inflorescência por copa florida). Quando estes dados foram relacionados com a média de flores por inflorescência, foi possível calcular o total de flores produzida por indivíduo de *B. sericea* e *B. cydoniifolia*.

Tabela 1. Localização, altitude e abundância de *B. sericea* (BS) e *B. cydoniifolia* (BC) em cada um dos transectos de cada área amostrada para riqueza e abundância de abelhas coletoras de óleo em Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

Área	Transecto	Coordenadas	Altitude (m)	Abundância de BS	Abundância de BC	Abundância total de B.
I	T1	12°27'40,5 S" 41°28'00,6 W"	892	102	7	109
I	T2	12°27'03,5 S" 41°28'04,7 W"	819	20	8	28
I	T3	12°26'27,1 S" 41°28'08,2 W"	747	7	210	217
II	T4	12°25'59,7 S" 41°29'24,1 W"	731	19	135	154
II	T5	12°25'26,5 S" 41°29'52,9 W"	813	20	213	233
II	T6	12°24'49,6 S" 41°28'42,8 W"	734	10	48	58
III	T7	12°26'17,7 S" 41°29'11,1 W"	788	127	0	127
III	T8	12°26'29,9 S" 41°30'09,3 W"	792	57	2	59
III	T9	12°26'33,3 S" 41°30'10,9 W"	793	194	0	194
IV	T10	12°24'47,7 S" 41°30'26,3 W"	832	217	3	220
IV	T11	12°25'13,3 S" 41°30'14,5 W"	780	57	0	57
IV	T12	12°25'05,7 S" 41°30'17,5 W"	819	23	0	23

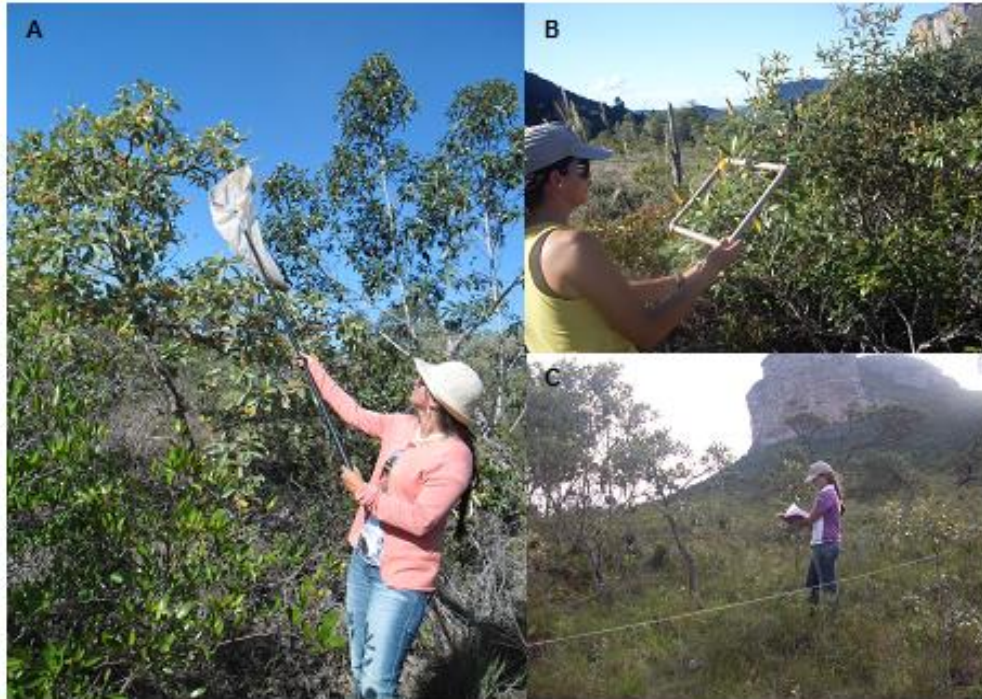


Figura 4. Procedimentos metodológicos: A = Coleta de abelhas nas flores; B = mensurando quantidade de inflorescências em subamostras de uma “caixa”; C = contagem de indivíduos de *Byrsonima* nos transectos.

Quantidade de óleo em flores de *Byrsonima*

Para analisar a produção de óleo floral das espécies de *Byrsonima* (*B. sericea* e *B. cydoniifolia*) foram coletadas inflorescências com botões maduros e flores abertas no mesmo dia e em pré-antese. O material foi acondicionado em sacos de papel devidamente identificados e levados ao laboratório. Após secagem em estufa, foram retiradas as peças florais (pétalas e estruturas reprodutivas) restando apenas parte do receptáculo e os elaióforos. Esse material foi separado em oito amostras pesando 1g, aferido por balança analítica de alta precisão com determinador de umidade.

O óleo floral foi extraído utilizando o sistema Soxhlet, com o solvente hexano (Figura 5). O sistema de extrator soxhlet consiste em um conjunto acoplado com uma manta elétrica, balão de vidro de fundo chato de 125ml, onde foi colocado solvente até sua capacidade máxima, um tubo extrator, e um condensador de bolas ligada a rede hidráulica para resfriamento do vapor e condensação do solvente.

Cada amostra (n=8) foi colocada num disco de celulose (papel filtro) e levada ao sistema extrator por 24h. Esse foi o tempo ótimo observado, em teste preliminar,

para extração total do óleo da amostra. Após extração, a mistura resultante (solvente mais óleo floral) foi submetida a um sistema de baixa pressão, do rotaevaporador, a fim de retirar o excesso de solvente contido no óleo e recuperação do mesmo. O óleo obtido, por amostra, foi pesado em balança analítica de alta precisão e foi calculado o teor de óleo em 100% observando a equação:

$$\text{Teor de óleo em 100\%} = \frac{\text{Massa do Óleo (g)}}{\frac{\text{Bm} - (\text{Bm} * \text{V\%})}{100}}$$

Onde,
 Bm = Biomassa utilizada (g)
 V% = umidade extraída (%)

O óleo extraído foi dividido pela quantidade de flores observada em 1g e multiplicado pela quantidade de flores obtida por indivíduo de *B. sericea* e *B. cydoniifolia*. Desta maneira foi possível estimar a média de óleo floral produzido por flor para cada espécie de *Byrsonima*.

A estimativa de quantidade de indivíduos de *B. sericea* e *B. cydoniifolia* nos transectos, combinadas com a quantidade de flores e a oferta de óleo por flor, permitiram avaliar a quantidade de óleo em cada transecto estudado.

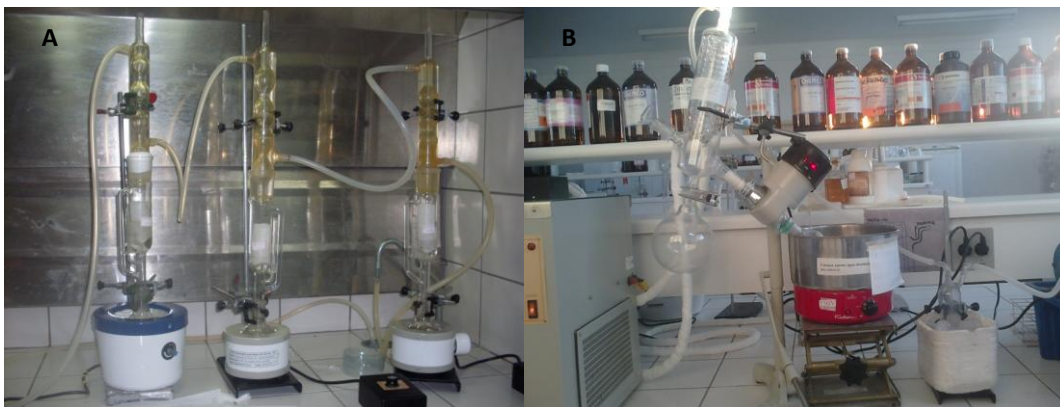


Figura 5. Extração de óleo em flores de *B. sericea* e *B. cydoniifolia*: A = Sistema extrator Soxhlet; B = Sistema Rotaevaporador

Analise dos Dados

Para estimar a riqueza das abelhas coletadas nas flores de *Byrsonima* foram utilizados os estimadores Chao 2 e Jackknife 1, que se baseiam na incidência de espécies (unicatas e duplicatas) e no número de *singletons*, respectivamente, utilizando 150 aleatorizações (Colwell, 2013). Para avaliar se as amostragens realizadas foram suficientes, foi feita a curva de rarefação com base nas espécies observadas (Mao Tau). Estas análises foram feitas com o auxílio do programa EstimateS 8.20.

Para avaliar se a abundância e riqueza das abelhas coletoras de óleo respondem à quantidade de óleo e a densidade de *Byrsonima* spp nos transectos, os dados foram submetidos à análise de regressão linear, realizadas no programa estatístico BioStat 5.0. Para comparar o teor de óleo das duas espécies de *Byrsonima* foi realizado o Teste t, no programa R (R Development Core Team 2004).

RESULTADOS

Riqueza e abundância de espécies de Apoidea

Nas flores das espécies de *Byrsonima* foram amostrados 638 indivíduos, pertencentes a 34 espécies de Apoidea (Tabela 1). Destes, 87% (n=554) corresponderam à guilda de abelhas coletoras de óleo, composta por espécies das tribos Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini, representadas por 24 espécies.

Dentre as espécies incluídas na guilda de abelhas coletoras de óleo, a tribo Centridini foi a mais representativa (56% dos indivíduos e 16 spp.) seguida de Tapinostapidini (25% dos indivíduos e 6 spp.) e Tetrapediini (19% dos indivíduos e 2 spp.). *Centris* (*Centris*) *aenea* (Lepeletier, 1841) foi a mais abundante (161 espécimes; 29% dos indivíduos), seguida *Xanthopedia* sp1 (66 espécimes; 12%) e *Tetrapedia* sp2 (63 espécimes; 11%) (Tabela 1).

Dentre as abelhas coletadas neste estudo, duas espécies incluídas na tribo Tapinotaspidini merecem destaque: 1) affs. *Xanthopedia* sp. nov.; 2) *Monoeca mourei* Aguiar, 2012

A curva de rarefação (número de espécies observadas) de espécies apresentou caráter ascendente com tendência à estabilização, sendo que a riqueza de espécies amostrada correspondeu a 89% e 97% das estimativas fornecidas pelos estimadores Jackknife-1 e Chao-2, respectivamente (Figura 6). Portanto, a grande maioria das espécies existentes na área foi coletada.

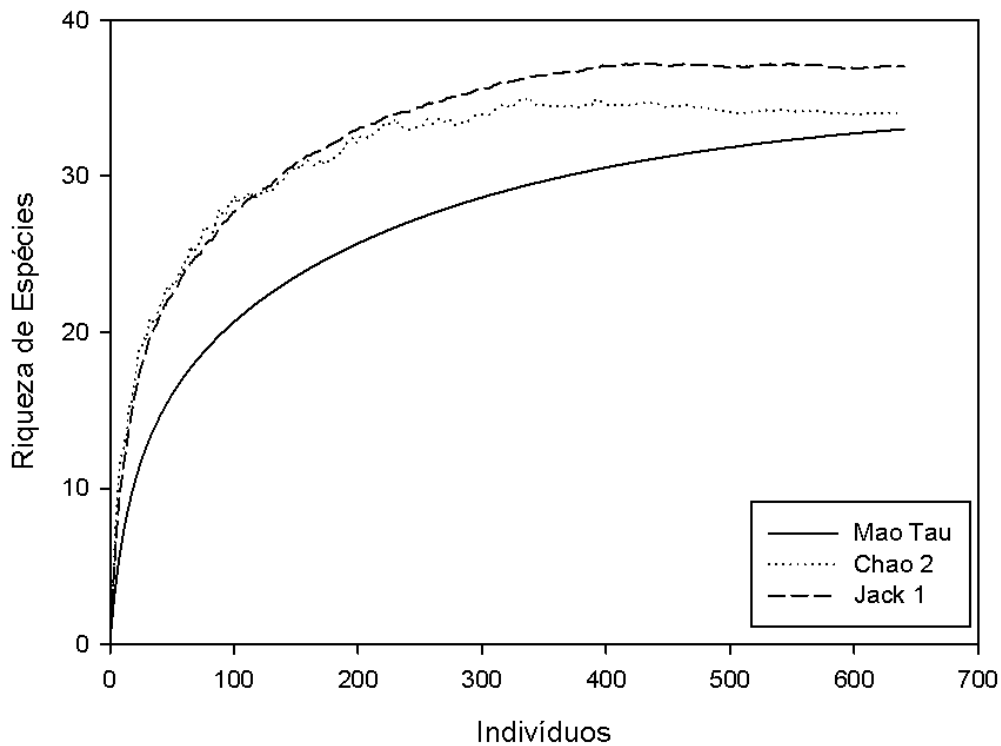


Figura 6: Curva de rarefação (Mao Tau) e estimadores de riqueza (Chao 2; Jack 1) de espécies de abelhas encontradas em Palmeiras - BA

Tabela 2. Visitantes florais de *B. sericea* (BS) e *B. cydoniifolia* (BC) em uma área de Cerrado (Palmeiras) na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil

Tribo/espécies	Nº de indivíduos em BS	Nº de indivíduos em BC	Total de Indivíduos
Centridini	208	100	308
<i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier, 1841	101	60	161
<i>Centris (Trachina) fuscata</i> Lepeletier, 1841	3	0	3
<i>Centris (Centris) nitens</i> Lepeletier, 1841	2	3	5
<i>Centris (Centris) spilopoda</i> Moure, 1969	19	4	23
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	10	2	12
<i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i> Smith, 1854	1	0	1
<i>Centris</i> sp1	1	0	1
<i>Centris</i> sp2	3	0	3
<i>Centris</i> sp3	1	1	2
<i>Epicharis (Epicharis) bicolor</i> Smith, 1854	16	7	23
<i>Epicharis (Hoplepicharis) fasciata</i> Lepeletier & Serville, 1828	29	9	38
<i>Epicharis (Epicharana) flava</i> (Friese, 1900)	9	6	15
<i>Epicharis</i> sp1	2	0	2
<i>Epicharis</i> sp2	4	0	4
<i>Epicharis</i> sp3	5	0	5
<i>Epicharis</i> sp4	2	8	10
Tapinotaspidini	106	32	138
<i>Monoeca mourei</i> Aguiar, 2012	1	0	1
<i>Tropidopedia nigrocarinata</i> Aguiar & Melo, 2007	44	4	48
<i>Paratrapedia punctata</i> Aguiar & Melo, 2011	1	1	2
<i>Lophopedia</i> sp.1	12	0	12
affs. <i>Xanthopedia</i> sp. nov.	8	1	9
<i>Xanthopedia</i> sp1	40	26	66
Tetrapediini	102	6	108
<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug, 1810	43	0	43
<i>Tetrapedia</i> sp	59	6	65
Augochlorini	45	8	53
<i>Augochloropsis</i> sp	35	8	43
<i>Augochlora</i> sp	7	0	7
<i>Pseudaugochlora pandora</i> (Smith, 1853)	3	0	3
Apini	18	0	18
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	5	0	5
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	1	0	1
<i>Paratrigona</i> sp	12	0	12
Exomalopsini	8	1	9
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) analis</i> Spinola, 1853	6	0	6
<i>Exomalopsis</i> sp	2	1	3
Eucerini	2	0	2
Eucerini sp	2	0	2
Ceratinini	1	1	2
<i>Ceratina</i> sp	1	1	2

A abundância de indivíduos variou nos intervalos de hora. No intervalo de 10h-11h obteve-se 119 indivíduos (19%) correspondendo ao maior número, seguido de 11h-12h (106 indivíduos; 17%). Nos intervalos do início e final do período de amostragem (09h-10h e 15h-16h) foram obtidos menor número de indivíduos nas flores. Centridini foi a tribo mais representada durante todos os horários de coleta. No intervalo 12h-13h a tribo apresentou maior abundância (60 indivíduos) (Figura 7).

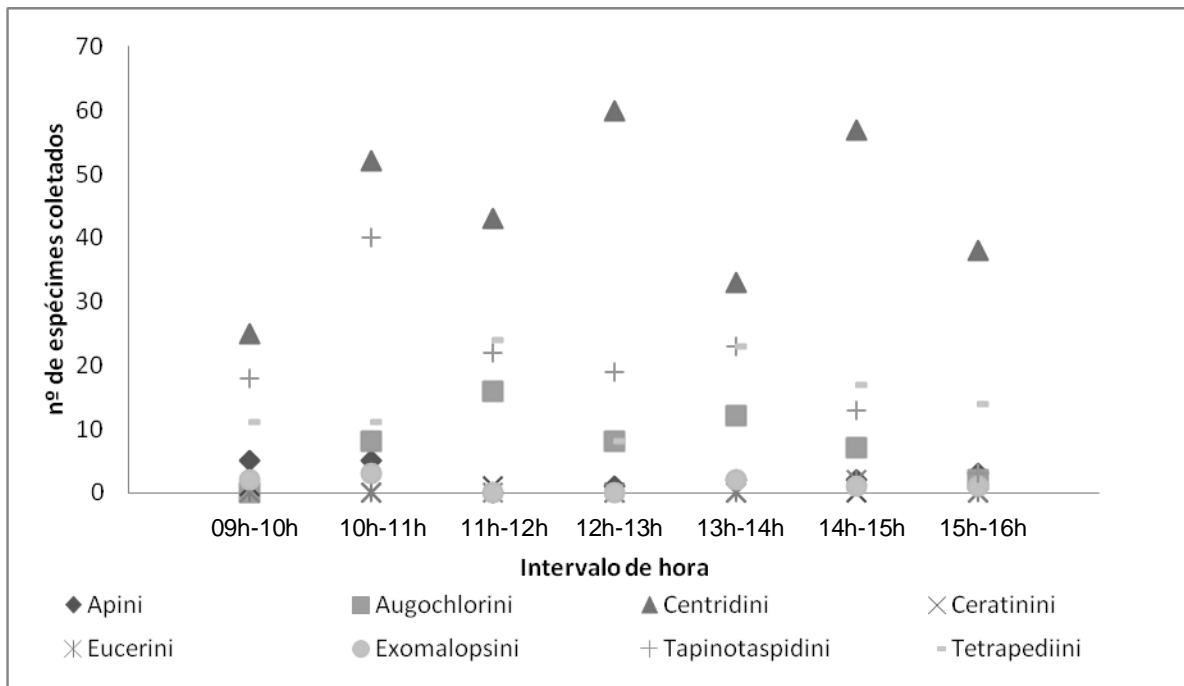


Figura 7. Número de espécimes de abelhas coletados em cada intervalo de hora, em flores de *Byrsonima*, em uma área restrita (Palmeiras) na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

Oferta de óleo floral de duas espécies simpátricas de *Byrsonima* X Riqueza e Abundância local de abelhas coletoras de Óleo

A avaliação da quantidade de óleo floral disponibilizada pelas espécies de *Byrsonima* revelou diferença significativa entre as duas espécies. A partir das amostras de 1g de flores de *B. sericea* obteve-se teor de óleo significativamente maior do que a partir das amostras de 1g de flores de *B. cydoniifolia* ($t = 13,5$; g.l. = 13; $p < 0,001$) (Figura 8). Utilizando o número de flores por copa florida de cada espécie de *Byrsonima* (Tabela 3 e 4) estimou-se que a quantidade de óleo por

indivíduo foi igual a 75,4g de óleo para *B. sericea* e 11,8g de óleo para *B. cydoniifolia* (Tabela 5).

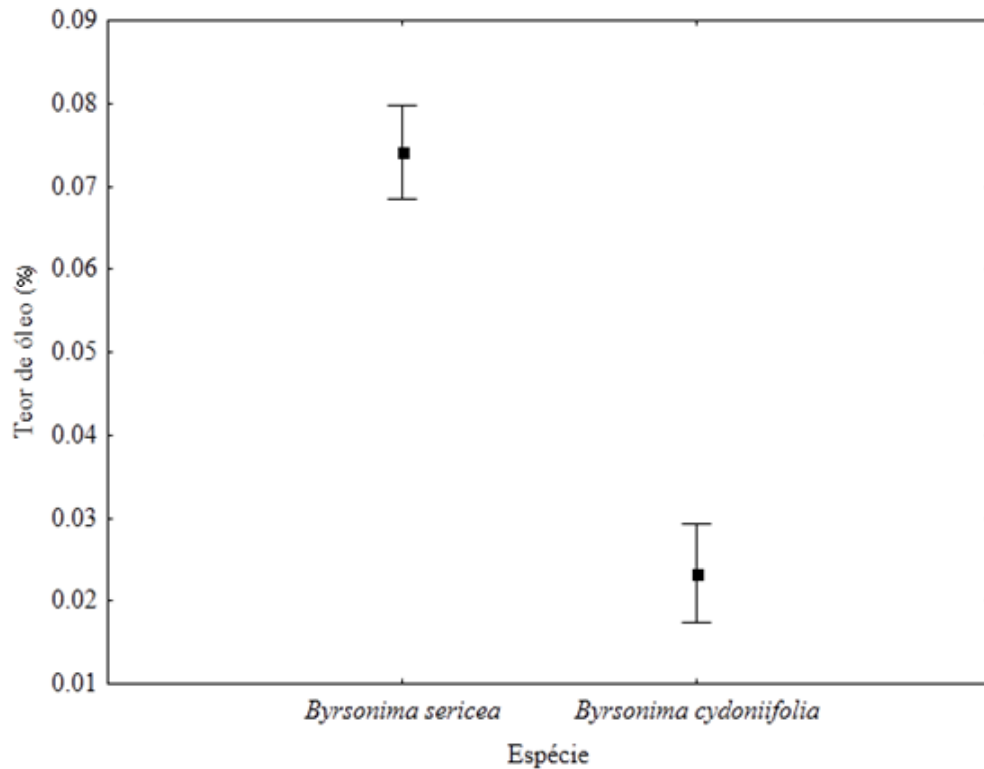


Figura 8: Teor de óleo em 100% em amostras de 1g flores de *Byrsonima sericea* e *Byrsonima cydoniifolia*.

Tabela 3. Quantidade de flores e de óleo estimada em dez indivíduos de *B. sericea* e *B. cydonifolia*, indicando a média de óleo por copa florida.

Indivíduo	<i>Byrsonima sericea</i>			<i>Byrsonima cydoniifolia</i>		
	Nº flores por copa	Média de óleo por flor (g)	Óleo por copa (g)	Nº flores por copa	Média de óleo por flor (g)	Óleo por copa (g)
1	341004,00	0,000533367	181,88	3803,77	0,000215487	0,82
2	51606,53	0,000533367	27,52	13972,95	0,000215487	3,01
3	220912,31	0,000533367	117,83	25162,70	0,000215487	5,42
4	145068,00	0,000533367	77,37	226324,37	0,000215487	48,77
5	5411,45	0,000533367	2,89	47481,72	0,000215487	10,23
6	162225,76	0,000533367	86,52	20216,98	0,000215487	4,36
7	204863,65	0,000533367	109,27	112486,56	0,000215487	24,2
8	98626,34	0,000533367	52,60	79943,49	0,000215487	17,23
9	60345,88	0,000533367	32,19	13975,71	0,000215487	3,01
10	123855,67	0,000533367	66,06	2426,59	0,000215487	0,52
	Média de óleo por copa florida:		75,41	Média de óleo por copa florida:		11,76

Existiu grande variação na densidade de *Byrsonima* spp entre os 12 transectos amostrados, oscilando de 23 à 233 indivíduos o que resultou em diferenças na oferta de óleos florais em cada transecto. A oferta de óleos variou entre 1.320,4g e 16.397,2g por transecto (Tabela 5). As diferenças na quantidade de óleo disponibilizada pelos indivíduos de *B. sericea* e *B. cydoniifolia* também resultaram em diferenças na oferta de óleo entre os transectos. Nos transectos T3 e T5, apesar de uma alta densidade de *Byrsonima* ter sido registrada, houve uma quantidade relativamente pequena de óleo disponível (3.005,8g e 4.021,4g, respectivamente), devido à predominância de *B. cydoniifolia*, espécie que apresentou menor quantidade de óleo disponível por indivíduo florido em relação a *B. sericea*.

Dentre os grupos taxonômicos da guilda de abelhas coletoras de óleo, a tribo Centridini foi amostrada em todos os transectos. A distribuição da riqueza (1 a 11 espécies) e abundância (1 a 98 indivíduos) entre os transectos apresentou grandes variações. Não houve correlação entre a abundância ($R^2 = 0,004$; $r = 0,07$; $p = 0,84$) ou riqueza de espécies ($R^2 = 0,1673$; $r = 0,41$; $p = 0,1867$) de Centridini com o esforço amostral (número de horas) empreendido em cada transecto.

A abundância conjunta das espécies de Centridini foi maior (>40 indivíduos) nos transectos T10, T9 e T3, três dos quatro locais com mais alta densidade de *Byrsonima* (194-220 indivíduos) (Tabela 5). Por outro lado, no transecto T5, também com alta densidade de *Byrsonima*, a abundância de abelhas Centridini foi relativamente baixa ($n=17$). Um dos aspectos peculiares deste transecto é a predominância de *B. cydoniifolia* ($n=213$) sobre *B. sericea* ($n=20$), o que resulta em uma densidade total alta de *Byrsonima*, mas em uma quantidade de óleo disponibilizada relativamente baixa (4.021,4g) comparada a outros transectos (Tabela 3), decorrente da menor produção de óleo por flor, e conseqüentemente, por indivíduo de *B. cydoniifolia* (11,8g). Todavia, esta peculiaridade do transecto T5 sozinha não explica a baixa abundância de Centridini, uma vez que o transecto T3 possui características similares ao T5 quanto à oferta de óleo (Tabela 3) e apresentou elevada abundância de Centridini ($n=50$).

O número de indivíduos de Centridini foi muito baixo ($n=1$) especialmente em dois transectos (T2 e T8), e provavelmente a amostragem não reflete a abundância local destas abelhas, uma vez que ambos foram sorteados para coleta apenas uma vez cada, totalizando 7h de amostragem, e que a amostragem aconteceu em

períodos em que poucos indivíduos de *Byrsonima* estavam em floração. A abundância de Centridini esteve positivamente correlacionada tanto com a densidade de *Byrsonima* spp no transecto ($R^2 = 0,5664$; $r = 0,7526$; $p = 0,0047$), quanto com a quantidade de óleo estimada para o transecto ($R^2 = 0,4829$; $r = 0,6949$; $p = 0,0121$).

A abundância conjunta das espécies de Tapinotaspidini foi maior (> 27 indivíduos) nos transectos T2, T11 e T8, todos com baixa densidade de *Byrsonima* (28-59 indivíduos) e baixa quantidade de óleo (<4.321,4g). Tetrapediini foi mais abundante apenas no transecto T8. A abundância de ambas as tribos não apresentou correlação nem com a densidade de *Byrsonima* spp, nem com a quantidade de óleo estimada para o transecto. Também não houve correlação entre abundância ou riqueza de espécies destas duas tribos e esforço amostral por transecto.

A riqueza de espécies em cada tribo também foi variável entre os transectos, especialmente para Centridini (1 a 11 spp) (Tabela 5). Os transectos com maior quantidade de óleo disponível (T9 e T10; >14.500g) apresentaram maior riqueza de espécies de Centridini (11 espécies), enquanto transectos com disponibilidade de óleo menor (< 4.500g) apresentaram poucas espécies de Centridini (1 a 3), a exceção de T6 (5 espécies) (Tabela 5). Houve correlação significativa entre a quantidade de óleo estimada no transecto e o número de espécies de Centridini ($R^2 = 0,4555$; $r = 0,6749$; $p = 0,0160$). Encontramos ainda correlação significativa entre o número de espécies de Centridini e a densidade de *Byrsonima* spp nos transectos ($R^2 = 0,6456$; $r = 0,8035$; $p = 0,0016$). Não houve correlação significativa entre a riqueza de espécies de Tapinotaspidini e Tetrapediini com a densidade de *Byrsonima* spp ou com a quantidade de óleo estimada no transecto.

Tabela 4. Densidade (número de indivíduos) de duas espécies de *Byrsonima* (B.) – *B. sericea* (BS) e *B. cydoniifolia* (BC) em Cerrado na Chapada Diamantina, quantidade de óleo floral disponibilizada em cada transecto, abundância (número de indivíduos) e riqueza de espécies de abelhas coletoras de óleo.

Transecto	Esforço Amostral (h)	Óleo (g)	Densidade total de B.	Centridini		Tapinotaspidini		Tetrapediini	
				Abund.	Riq.	Abund.	Riq.	Abund.	Riq.
T1	14	7773,4	109	29	4	10	3	14	1
T2	7	1602,4	28	1	1	35	2	6	1
T3	7	3005,8	217	50	7	0	0	0	0
T4	14	3025,6	154	31	3	4	1	2	1
T5	14	4021,4	233	17	7	2	2	0	0
T6	7	1320,4	58	10	5	1	1	0	0
T7	7	9575,8	127	21	2	7	1	1	1
T8	7	4321,4	59	1	1	27	2	41	1
T9	21	14627,6	194	43	11	15	4	13	1
T10	14	16397,2	220	98	11	7	2	13	2
T11	14	4297,8	57	5	3	30	5	13	2
T12	7	1734,2	23	2	1	0	0	5	1

DISCUSSÃO

No presente estudo, foram registradas 34 espécies de Apoidea, sendo 24 destas representantes de abelhas coletoras de óleo. Os resultados indicaram que o esforço de amostragem foi suficiente para representar a riqueza local de espécies de abelhas. Nosso estudo ampliou o conhecimento sobre a distribuição das espécies de abelhas coletoras de óleo, com destaque para amostragem de espécimes de um novo gênero de Tapinotaspidini, affs. *Xanthopedia* sp. nov., coletados na região de Palmeiras (BA), que está sendo descrito pelo Dr. Antônio Aguiar (Universidade de Brasília); e *Monoeca mourei* sendo registrada pela primeira vez para o estado da Bahia (Aguiar, 2012).

O conhecimento sobre a fauna de abelhas da Chapada Diamantina ainda é bastante pontual, com coletas concentradas em poucas localidades e existem poucos estudos com amostragens mais extensivas. O trabalho com maior esforço amostral (26 amostragens quinzenais, 12 meses) foi realizado em uma área de Cerrado em Lençóis (Bahia), onde foram registradas 147 espécies de Apoidea;

destas, 17 espécies representaram abelhas coletoras de óleo (Martins, 1994). Silva-Pereira e Santos (2006) registraram 40 espécies de abelhas, sendo seis espécies especialistas na coleta de óleo. Esse trabalho também foi desenvolvido no município de Palmeiras (BA), em área de campo rupestre na Serra dos Brejões, altitude acima de 900m. As amostragens foram realizadas segundo método de Sakagami *et al.* (1967). Almeida e Gimenes (2002) amostraram 26 espécies de abelhas nas flores de 18 espécies de plantas, sendo quatro espécies de abelhas coletoras de óleo (três dias de coleta mensais, quatro meses) em uma área próxima à deste estudo (município de Palmeiras). Mais recentemente, Azevedo *et al.* (2008) compilou os dados da área e observou ocorrência total de 93 espécies de abelhas para a Chapada Diamantina – BA, sendo 19 espécies de abelhas da tribo Centridini, 25 espécies de Tapinotaspidini e uma espécie pertencente a Tetrapediini. Neste estudo, centrado em coletas nas flores de duas espécies de *Byrsonima* e esforço amostral igual a 133h distribuídas em dois períodos de floração das plantas, foram observadas 16 espécies de Centridini, seis espécies de Tapinotaspidini e duas espécies de Tetrapedinini. Os dados indicam a importância de espécies de *Byrsonima*, em particular *B. sericea*, como modelo para estudos ecológicos e análise de comunidade de abelhas especialistas na coleta de óleos florais. Os dados também reforçam a abordagem da análise planta focal para os estudos de monitoramento da riqueza e abundância de abelhas Centridini em diferentes habitats (Ramalho & Silva, 2002; Menezes, 2011). Assim, nossos resultados corroboram que amostragens de abelhas coletoras de óleo focadas em plantas-alvo produtoras de óleo, como *Byrsonima*, constitui um método efetivo para a avaliação da riqueza e abundância deste grupo de abelhas.

Dentre todos os grupos de visitantes florais de *Byrsonima* spp, a tribo com maior riqueza de espécies foi Centridini. Outros estudos, realizados em diferentes habitats, também registraram dominância de espécies de Centridini em guildas de visitantes florais de malpigiáceas. Por ex., Menezes (2011) utilizou *Byrsonima sericea* como planta alvo para amostragem de abelhas coletoras de óleo na Reserva Biológica União (RJ), e constatou que Centridini foi a tribo mais abundante, reunindo 82% dos indivíduos pertencentes à guilda de coletoras de óleos. Abelhas Centridini também foi dominante (73%) entre as visitantes coletoras de óleo de *B. sericea* em diferentes áreas de Restinga na planície costeira (Rosa & Ramalho, 2011). Albuquerque & Mendonça (1996) registraram que Centridini foi a tribo mais

abundante em flores de *Banisteriopsis* sp e *Byrsonima amoena* no Cerrado de Barreirinhas (MA). Gaglianone (2003) amostrou 23 espécies de *Centris* e 14 de *Epicharis* em flores de 15 espécies de Malpighiaceae em uma área de Cerrado, onde *Byrsonima intermedia* foi a espécie botânica mais visitada pelas abelhas da tribo Centridini. Ramalho & Silva (2002) consideraram a relação *Byrsonima*-Centridini ecologicamente estreita (muito frequente e previsível no tempo) e preferencial, onde outros visitantes são frequentemente menos numerosos.

A elevada abundância de Centridini nas flores de *B. sericea* e *B. cydoniifolia* pode ser decorrente do fato da maioria das espécies desta tribo serem altamente adaptadas à raspagem de elaióforos epiteliais como os de Malpighiaceae (Alves-dos-Santos *et al.*, 2007), além de muitas espécies comprovadamente coletarem também pólen em flores de *Byrsonima*, além do óleo floral (Teixeira & Machado, 2000; Gaglianone, 2003). Algumas espécies, como *Centris aenea*, nidificam em agregações, comum em áreas de Cerrado na Chapada Diamantina (Aguiar & Gaglianone, 2003), o que também pode ter contribuído para o aumento da abundância destas abelhas nas flores de *Byrsonima* spp que são plantas chave para a manutenção de suas populações. Por outro lado, espécies de Tapinotaspidini e Tetrapediini embora também explorem os elaióforos epiteliais de Malpighiaceae, estão mais bem adaptadas para extração de óleos de elaióforos do tipo tricoma, presentes em Scrophulariaceae, Iridaceae, Primulaceae e Cucurbitaceae (Buchmann, 1987; Vogel, 1990; Vogel & Machado, 1991; Michener, 2007).

A riqueza de espécies de Centridini no habitat estudado esteve positivamente correlacionada com a oferta de óleo, quer fosse esta estimada pela quantidade de óleo disponibilizada, quer fosse inferida indiretamente a partir da densidade de *Byrsonima* spp. Esta última variável apresentou maior percentual explicativo sobre a variação na riqueza de espécies de Centridini (64%) em comparação com a quantidade de óleo (46%). Uma das explicações plausíveis é que, além de determinar a oferta de óleo nas porções de habitat, a densidade de *Byrsonima* spp também deve afetar diretamente a qualidade do habitat para as abelhas Centridini já que esta planta também é explorada para coleta de pólen (Teixeira & Machado, 2000; Gaglianone, 2003; Rego *et al.*, 2006; Ribeiro *et al.*, 2008), principal fonte de proteína para as larvas. Considerando que os óleos florais são utilizados como fonte energética para alimentação larval de abelhas Centridini, como *C. aenea* e *Epicharis fasciata* (obs. pess), e na impermeabilização das paredes do ninho (Neff & Simpson

1981), fêmeas que decidam nidificar em áreas próximas a locais com elevada oferta de óleo (maior abundância de *Byrsonima*) investiriam menos tempo e gasto de energia construir e aprovisionar o ninho (p. ex. Krebs & Davies, 1993), Ramalho & Silva (2002) analisaram a relação entre riqueza local de espécies de Centridini e oferta de óleos florais em diferentes biomas na região costeira do Brasil. Eles concluíram que ao menos dois cenários favoreciam a alta riqueza local de Centridini nas comunidades na região tropical oriental do Brasil: alta riqueza de espécies de Malpighiaceae (no Cerrado), ou abundância da flora oleífera e, conseqüentemente, pela qualidade do habitat em termos de oferta de óleo (nas Restingas da planície litorânea). Nesse estudo, realizado em área de Cerrado na Chapada Diamantina, as espécies de *Byrsonima* são localmente abundantes; logo é possível concordar com a generalização de que a qualidade de cada porção de habitat, em termos de oferta de óleos florais é um importante fator regulador da riqueza de Centridini (Ramalho & Silva 2002, p. ex).

Nosso estudo mostrou que em habitat continental, com elevada oferta de óleo, a abundância de Centridini foi correlacionada tanto com a densidade de *Byrsonima* spp nos transectos (microhabitat) quanto com a abundância de óleo em flores de *Byrsonima* spp. Os dados corroboram a análise de Rosa & Ramalho (2011) que encontraram correlação altamente significativa entre abundância de abelhas Centridini e disponibilidade de óleo em habitats da planície costeira. O efeito da densidade de *Byrsonima* spp sobre a abundância de Centridini pode ser atribuído às variações que a densidade promove na oferta de óleo entre os transectos ou ainda pode ser um efeito associado à diferença da quantidade de óleo e pólen disponíveis por área. No último caso, a disponibilidade de recurso proteico para aprovisionar o ninho pode influenciar no maior ou menor deslocamento das abelhas Centridini na paisagem, em certos horários do dia, determinando a abundância local de indivíduos entre as porções de habitat.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMS, P. 1995. Monotonic or unimodal diversity-productivity gradients: what does competition theory predict? **Ecology** **76**: 2019-2027
- AGUIAR, A.J.C. 2012. New bee species of the genus *Monoeca* (Hymenoptera, Apidae, Tapinotaspidini) from Brazil. **Zootaxa** **3564**: 17–32.
- AGUIAR, C.M.L. & GAGLIANONE, M.C. 2003. Nesting biology of *Centris* (*Centris*) *aenea* Lep. (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, **20**: 601-606.
- AGUIAR, C.M.L.; GARÓFALO, C.A.; ALMEIDA, G.F. 2006. Biologia de Nidificação de *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, **23(3)**: 323-330.
- AGUIAR, C.M.L.; GIMENES, M. & REBOUCAS, P.L. de O. 2005. Capítulo 12: Abelhas (Hymenoptera, Apoidea), pp. 260-281. In: F.A. Juncá, L. Funch & W. Rocha (Eds.). **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**, Ministério do Meio Ambiente, Brasília - DF.
- ALBUQUERQUE, P.M.C. & MENDONÇA, J.A.C. 1996. Anthophoridae (Hymenoptera: Apoidea) e flora associada em uma formação de Cerrado no município de Barreirinhas, MA, Brasil. **Acta Amazonica**, **26**: 45-54.
- ALMEIDA, G.F. & M. GIMENES. 2002. Abelhas e plantas visitadas em áreas restritas de campo rupestre na Chapada Diamantina, Bahia. **Sitientibus Série Ciências Biológicas** **2 (1/2)**: 11-16.
- ALVES-DOS-SANTOS, I.; MACHADO, I.C.; GAGLIANONE, M.C. 2007. História natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecologia Brasiliensis**, **11 (4)**: 544-557.
- ANDERSON, W.R. 1979. Floral conservatism in neotropical Malpighiaceae. **Biotropica** **11**: 219-223.
- AZEVEDO, A.A.; SILVEIRA, F.A.; AGUIAR, C.M.L.; PEREIRA, V.S. 2008. Fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço (Minas Gerais e Bahia, Brasil): riqueza de espécies, padrões de distribuição e ameaças para conservação. **Megadiversidade** **4 (1-2)**: 126-157.
- BARROS, M.A.G. 1992. Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de 10 espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* Rich (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, **52**: 343-353.
- BEGON M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND C.R. 2007. **Ecologia - De indivíduos a ecossistemas**. 4ed. Porto Alegre. Artmed. 752p.

- BENEZAR, R.M.C.; PESSONI, L.A. 2006. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. **Acta Amazonica** **36**: 159-168.
- BEZERRA, E.S.; LOPES, A.V.; MACHADO, I.C. 2009. Biologia reprodutiva de *Byrsonima gardnerana* A. Juss. (Malpighiaceae) e interações com abelhas Centris (Centridini) no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, **32 (1)**: 95-108. 19.
- BUCHMANN, S.L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology and Systematics**, **18**: 343-369
- CEI - Centro de Estatística e Informações. 1994. **Informações básicas dos municípios baianos: Região Chapada Diamantina**. Salvador, Secretaria de Planejamento, Governo do estado da Bahia.
- COCUCCI, A.A.; SÉRSIC, A.; ROIG-ALSINA, A. 2000. Oil-collecting structures in Tapinotaspidini: their diversity, function and probable origin. **Mitt. Munch. Ent. Ges.**, **90**: 51-74.
- COLWELL, R.K. 2013. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 8.2. Disponível em: purl.oclc.org/estimates. [Acessado em: 15/01/2013].
- CONCEIÇÃO, A.A.; RAPINI, A.; PIRANI, J.R.; GIULIETTI, A.M.; HARLEY, R.M.; SILVA, T.R.S.; SANTOS, A.K.A.; CORREIA, C.; ANDRADE, I.M.; COSTA, J.A.S.; SOUZA, L.R.S.; ANDRADE, M.J.G; FUNCH, R.R; FREITAS, T.A.; FREITAS, A.M.M.; OLIVEIRA, A.A. 2005. Capítulo 6: Campos Rupestres, pp. 151-166. In: F.A. Juncá, L. Funch & W. Rocha (Eds.). **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**, Ministério do Meio Ambiente, Brasília – DF.
- CONNELL, J.H. 1980. Diversity and the coevolution of competitors, or the ghost of competition past. **Oikos** **35**: 131-138.
- COSTA, C.B.N.; COSTA, J.A.S.; RAMALHO, M. 2006. Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, **29**: 103-114
- DUNLEY, B. S.; FREITAS, L.; GALETTO, L. 2009. Reproduction of *Byrsonima sericea* (Malpighiaceae) in restinga fragmented habitats in southeastern Brazil. **Biotropica** **41**: 692-699.
- FUNCH, L.S.; FUNCH, R.R; HARLEY, R.M.; GIULIETTI, A.M.; QUEIROZ, L.P de.; FRANÇA, F.; MELO, E de.; GONÇALVES, C.N.; SANTOS, T dos. 2005. Capítulo 7: Florestas Estacionais Semidecíduais, pp. 179-191. In: F.A. Juncá, L. Funch & W. Rocha (Eds.). **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**, Ministério do Meio Ambiente, Brasília - DF.
- GAGLIANONE, M.C. 2003. Abelhas da Tribo Centridini na Estação Ecológica de Jataí: composição de espécies e interações com flores de Malpighiaceae. In: Melo,

G.A.R. & Alves dos Santos, I., (orgs.), **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Editora UNESC, Criciúma. 320pp.

GAGLIANONE, M.C. 2006. Centridini em remanescentes de Mata Atlântica: diversidade e interações com flores. *In: Anais do VII Encontro sobre Abelhas*. pp: 335-340.

GRILLO, A.A.S. 2000. **Aspectos pedológicos, ecológicos e florísticos de uma área de Cerrado no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia**. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

HARLEY, R.M.; GIULIETTI, A.M.; GRILLO, A.S.; SILVA, T.R.S.; FUNCH, L. FUNCH, R.R; FRANÇA, F; MELO, E.; GONÇALVES, C.N.; NASCIMENTO, F.H. F do. 2005. Capítulo 5: Cerrado, pp. 119-152. *In: F.A. Juncá, L. Funch & W. Rocha (Eds.). Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina*, Ministério do Meio Ambiente, Brasília - DF.

JAKSIC, F.M. 1981. Abuse and misuse of the term "guild" in ecological studies. **Oikos 37**: 397-400.

JESUS, B.M.V. & GARÓFALO, C.A. 2000. Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brasil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie 31**: 503-515.

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

KREBS, J.R. & DAVIES, N.B. 1993. **Introdução à ecologia comportamental**. 3ª ed. Ateneu Editora, São Paulo.

MAMEDE, M.C.H. 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Malpighiaceae. **Boletim Botânica, Universidade de São Paulo 9**: 157-198.

MARTINS, C.F. 1994. Comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) da caatinga e do Cerrado com elementos de campos rupestres do estado da Bahia, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia, 9**: 225-257. 20.

MENEZES, G.B. 2011. **Abelhas Coletoras de Óleos Florais em Floresta Atlântica Regenerante na Reserva Biológica União-RJ: Estrutura da Guilda, Nidificação em Ninhos-Armadilha e Utilização de Fontes Polínicas**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 109p.

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

NEFF, J.L. & SIMPSON, B.B. 1981. Oil-collecting structures in the Anthophoridae: Morphology, function and use in systematics. **Journal of the Kansas Entomological Society, 54**: 95-123.

- NIMER, E. 1989. **Climatologia do Brasil**. IBGE, Rio de Janeiro. 421p.
- ODUM, E. P. 2001. **Fundamentos de Ecologia**. Lisboa: Gulbenkian. 927p.
- PARTEL, M.; LAANISTO, L.; ZOBEL, M. 2007. Contrasting plant productivity-diversity relationships across latitude: the role of evolutionary history. **Ecology** **88**: 1091-1097.
- PEREIRA, M.; GARÓFALO, C.A.; CAMILLO, E.; SERRANO, J.C. 1999. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) vittata* Lepelletier in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini) **Apidologie**, **30**: 327-338.
- PERONI, N. & HERNANDEZ, M.I.M. 2011. **Ecologia de populações e comunidades**. Florianópolis: CCB/EAD/UFSC. 125p.
- PIANKA, E. R. 1980. Guild structure in desert lizards. **Oikos** **35**: 194-201.
- QUEIROZ, L.P. de. *et al.* 2005. Capítulo 4: Caatinga, pp. 93-120. In: F.A. Juncá, L. Funch & W. Rocha (Eds.). **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**, Ministério do Meio Ambiente, Brasília - DF.
- RAMALHO, M. & SILVA, M. 2002. Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, **2 (1/2)**: 34-43.
- RÊGO, M.M.C.; ALBUQUERQUE, P.M.C. 1989. Comportamento das abelhas visitantes de murici, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, Malpighiaceae. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoologia**, **5 (2)**: 179-193.
- RÊGO, M.M.C.; ALBUQUERQUE, P.M.C.; RAMOS, M.C.; CARREIRA, L.M. 2006. 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** **35 (5)**: 579-587.
- RIBEIRO, E.K.M.D; RÊGO, M.M.C.; MACHADO, I.C.S. 2008. Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima Chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. **Acta Botanica Brasilica**, **22(1)**: 165-171.
- ROBERTS, R.B. & VALLESPER, S.R. 1978. Specialization of hairs bearing pollen and oil on the legs of bees (Apoides: Hymenoptera). **Annals of the Entomological Society of America**, **70**: 619-626.
- ROOT, R.B. 1967. The niche exploitation pattern of the Bluegray Gnatcatcher. **Ecological Monographs**, **37**: 317-350.
- ROSA, J.F.; RAMALHO, M. 2011. The spatial dynamics of diversity in Centridini bees: the abundance of oil-producing flowers as a measure of habitat quality. **Apidologie**, **42**: 669-678.

- ROSENZWEIG, M.L. & ABRAMSKY, Z. 1993. How are diversity and productivity related? In: Ricklefs, R.E.; Schluter, D. (Eds.). **Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives**. The university of Chicago press, Chicago.
- SAKAGAMI, S.F.; LAROCCA, S.; MOURE, J.S. 1967. Wild bees biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil - preliminary report. **Journal of the Faculty of Science Hokkaido University (Ser. 6, Zoology)**. **19**: 253-91.
- SILVA-PEREIRA, V. da. & SANTOS, G.M.M. 2006. Diversity in Bee (Hymenoptera: Apoidea) and Social Wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) Community in "Campos Rupestres", Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology** **35(2)**: 165-174.
- SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B. 2002. **Abelhas Brasileiras - Sistemática de Identificação**. Edição do autor. Belo Horizonte. 253pp.
- SIMBERLOFF, D. & T. DAYAN. 1991. The guild concept and the structure of ecological communities. **Annual Review of Ecology and Systematics** **22**: 115-143.
- SNELLING, R.R. 1984. Studies on the taxonomy and distribution of American Centridini bees (Hymenoptera: Anthophoridae). **Contributions in Science**, **347**: 1-69.
- TEIXEIRA, L.M. & MACHADO, I.C. 2000. Sistemas de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, **14**: 347-357.
- VISON, S.B.; FRANKIE, G.W.; RAO, A. 2011. The Importance of Odor in Nest Site Selection on by a Lodger Bee, *Centris bicornuta* Mocsáry (Hymenoptera: Apidae) in the Dry Forest of Costa Rica. **Neotropical Entomology**, **40(2)**: 176-180.
- VOGEL, S. & MACHADO, I.C.S. 1991. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) by oilcollecting bees in NE Brazil. **Plant Systematic and Evolution**, **178**: 153-178.
- VOGEL, S. 1990. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. Memoir New York **Botanical Garden** **55**: 130-142.
- WAIDE, R.B.; WILLIG, M.R.; STEINER, C.F.; MITTELBAACH, G.; GOUGH, L.; DODSON, S.I.; JUDAY, G.P.; PARMENTER, R. 1999. The Relationship between Productivity and Species Richness. **Annual Review of Ecology and Systematics**, **30**: 257-300.
- WILSON, J.B. 1999. Guilds, functional types and ecological groups. **Oikos** **86**: 507-522.