UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP – DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

Abelhas e vespas solitárias (Hymenoptera, Aculeata) ocupando ninhos-armadilha e recursos alimentares utilizados por *Centris (Heterocentris) analis* e *Centris (Heterocentris) terminata* (Hymenoptera, Centridini) em um fragmento de Mata Atlântica na zona urbana de Salvador, Bahia, Brasil

Reinanda Lima da Cruz

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto- USP, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências - Área: Entomologia.

Ribeirão Preto-SP

2016

REINANDA LIMA DA CRUZ

Abelhas e vespas solitárias (Hymenoptera, Aculeata) ocupando ninhos-armadilha e recursos alimentares utilizados por *Centris (Heterocentris) analis* e *Centris (Heterocentris) terminata* (Hymenoptera, Centridini) em um fragmento de Mata Atlântica na zona urbana de Salvador, Bahia, Brasil

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto- USP, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências - Área: Entomologia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Garófalo

Ribeirão Preto-SP

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Lima, Reinanda

"Abelhas e vespas solitárias (Hymenoptera, Aculeata) ocupando ninhos-armadilha e recursos alimentares utilizados por *Centris (Heterocentris) analis* e *Centris (Heterocentris) terminata* (Hymenoptera, Centridini) em um fragmento de Mata Atlântica na zona urbana de Salvador, Bahia, Brasil". Ribeirão Preto, 2016.109 p.

Dissertação apresentada á Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto- USP, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências - Área: Entomologia.

Orientador: Garófalo, Carlos Alberto.

1.Hymenoptera. 2.Ninhos-armadilha. 3. Abelhas e Vespas solitárias. 4.Mata Atlântica. 5. Abelhas urbanas.

Nome: Lima, Reinanda

Título: “Abelhas e vespas solitárias (Hymenoptera, Aculeata) ocupando ninhos-armadilha e recursos alimentares utilizados por *Centris (Heterocentris) analis* e *Centris (Heterocentris) terminata* (Hymenoptera, Centridini) em um fragmento de Mata Atlântica na zona urbana de Salvador, Bahia, Brasil”

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto- USP, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências - Área: Entomologia.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof (a). Dr (a).: _____

Instituição: _____

Parecer: _____

Assinatura: _____

Prof (a). Dr (a).: _____

Instituição: _____

Parecer: _____

Assinatura: _____

Prof (a). Dr (a).: _____

Instituição: _____

Parecer: _____

Assinatura: _____

Ribeirão Preto, _____ de _____ de 2016.

Dedico este trabalho à Dona Maria Ana Lima, minha mãe. Por todo amor, carinho, incentivo. Mãe, obrigada por ter sido tão fantástica em minha educação.

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos:

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Alberto Garófalo pela oportunidade de orientação, paciência, dedicação, ensinamentos e confiança depositada em mim durante o mestrado.

À minha co-orientadora Prof^{ca}. Dr^a. Favízia Freitas de Oliveira da Universidade Federal da Bahia por todos esses anos de aprendizados, pela amizade e pela identificação das abelhas do meu projeto. Obrigada por tudo.

À minha família, a minha mãe Maria Ana, ao meu pai Raimundo Moreira (*in memoriam*), meus irmãos, sobrinhos, cunhados, primos e minha avó Joana Ana (*in memoriam*), pelo apoio e paciência durante esses anos. Sem vocês nada seria possível!

Aos meus amigos, Rosilene Guimarães, Rose Amorim, Eglia Sara, Ana Verena, Fabiano Oliveira, Anna Carolina, Roseane Vieira, por todo apoio, ensinamentos, carinho e amizade durante todos esses anos.

À Dr^a. Maria Juliana LEAV-USP, por toda ajuda, ensinamentos, conversas, risadas e pela amizade.

Aos queridos amigos, Caroline Tito, Taniele Santana e Josafá Santos, os quais tiveram fundamental importância para o desenvolvimento do presente projeto de pesquisa, meu muito obrigado pela responsabilidade, compromisso, paciência, honestidade, ao longo das coletas de dados do meu projeto.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia e Evolução de Abelhas e Vespas: Diego, Gabriele, Paula, Bruno, Patrícia, Juliana, Tiago, Luene, Elisa, Morgana, Annelise, Marlene Lucia, Ana Luiza, pela amizade, descontração, conversas e aprendizados compartilhados.

À equipe BIOSIS-UFBA, por todo auxílio, em especial Aline Vieira, Mardson Araújo, Janine Oliveira, Ramon Lima, Tércio Matos, Leda Freitas e Matheus Trindade.

Aos amigos, Ana Paula Cipriano, Paola Tokumoto, Fábio Oliveira e Fabiana Spinetti, por terem tornado os meus dias em Ribeirão mais felizes. Obrigada pela amizade! Vocês são demais!

Ao amigo, Thiago Mahlmann (INPA) pelos conselhos, ensinamentos e incentivos.

Aos meus amigos e professores da USP pelos aprendizados compartilhados, em especial a Nathália Santos, Lohan Abreu, Dagmara e Prof. Dr. Marco Del Lama.

Aos amigos do LABEA- UFBA, Jerferson Coutinho, Catalina Angel, Caren Queiroz e Uire Pena, pelos incentivos e amizade.

Às amigas de apartamento Anne Costa, Talita Raminelli e Manoela Rizzo, pelos aprendizados, amizade e convivência harmoniosa em Ribeirão Preto.

Às secretárias da Pós-Graduação, Renata Andrade e Vera Cassia, por toda ajuda e informações.

À Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia, pela formação e contribuição direta para o meu crescimento profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Sr. Gerson Norberto, coordenador geral do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas de Salvador pela autorização para o desenvolvimento do presente trabalho, bem como a disponibilidade de pessoal para nos acompanhar nas coletas.

Ao Sr. José Carlos Serrano, técnico do Setor de Ecologia do Departamento de Biologia da FFCLRP-USP, pela identificação das vespas do meu projeto.

Ao Dr. Marcos da Costa Dórea, Universidade Estadual de Feira de Santana, pela identificação dos grãos de pólen do meu projeto.

À Profa. Dra. Nádia Roque, pelo fornecimento dos dados sobre a flora da Universidade Federal da Bahia e do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas.

Ao Sr. Edílson Simão Ribeiro da Silva, funcionário do Setor de Ecologia do Departamento de Biologia da FFCLRP-USP, pela ajuda na confecção dos ninhos.

RESUMO

Lima, R. “**Abelhas e vespas solitárias (Hymenoptera, Aculeata) ocupando ninhos-armadilha e recursos alimentares utilizados por *Centris (Heterocentris) analis* e *Centris (Heterocentris) terminata* (Hymenoptera, Centridini) em um fragmento de Mata Atlântica na zona urbana de Salvador, Bahia, Brasil**”. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto- Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto- SP, 2016.

O objetivo do presente estudo foi inventariar a diversidade de espécies de abelhas e vespas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes em um fragmento de Mata Atlântica, componente da paisagem urbana de Salvador, Bahia, ocupado pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV) e pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Ondina. Além disso, foi feita a identificação dos recursos florais utilizados por duas espécies de abelhas, *Centris (Heterocentris) analis* e *Centris (Heterocentris) terminata*, para aprovisionamento das suas células de cria. A amostragem foi realizada durante o período de maio de 2014 a outubro de 2015, e os ninhos-armadilha utilizados consistiam de tubos de cartolina preta, blocos de madeira e gomos de bambu. Foram instalados no campo 1.192 ninhos-armadilha, distribuídos em oito suportes, sendo quatro colocados na área do Parque Zoobotânico e quatro colocados na área ocupada pelo *campus* da UFBA. As inspeções aos ninhos foram feitas mensalmente e os ninhos concluídos foram coletados e substituídos por novos ninhos-armadilha vazios. Os ninhos ocupados foram levados para o laboratório. No laboratório, os ninhos foram mantidos à temperatura ambiente e observados diariamente até a emergência dos adultos. Foram amostrados 409 ninhos pertencentes a sete espécies de vespas e cinco de abelhas, sendo 189 coletados no *campus* da UFBA e 220 no PZBGV. Do total de ninhos obtidos, 234 ninhos foram colonizados por cinco espécies de abelhas pertencentes a família Apidae: *Centris analis*, *Centris terminata*, *Xylocopa frontalis*, *Euglossa* sp. e *Tetrapedia diversipes*. As abelhas nidificaram com maior frequência no PZBGV (127 ninhos) do que no *campus* da UFBA (107 ninhos). Em relação às vespas, do total de 175 ninhos, 82 foram coletados na UFBA e 93 no PZBGV, tendo emergido indivíduos de sete espécies pertencentes a três famílias: *Podium denticulatum* e *Podium* sp. (Sphecidae); *Auplopus pratens* e *Auplopus subaurarius* (Pompilidae); *Trypoxylon* sp.1, *Trypoxylon* sp.2 e *Trypoxylon lactitarse* (Crabronidae). Entre as espécies de abelhas, *C. analis* foi a mais abundante, seguida por *C. terminata*. As espécies de vespas mais abundantes foram *Trypoxylon* sp.2 e *P. denticulatum*. As maiores frequências de atividade de nidificação das espécies de abelhas e vespas ocorreram nos meses com temperaturas elevadas e baixos índices pluviométricos (janeiro-março). Das espécies

analisadas, apenas *C. analis*, *P. denticulatum* e *Trypoxylon* sp. 2 apresentaram diferenças significativas na razão sexual, as quais foram enviesadas para machos. A taxa de mortalidade para as espécies de abelhas e vespas foi maior na UFBA (55,08%) do que no PZBGV (44,92%). A mortalidade foi ocasionada, na grande maioria dos casos, por causas desconhecidas. Para identificação das fontes dos recursos florais utilizados por *C. analis* e *C. terminata* foi realizada a análise polínica a partir de 53 ninhos de *C. analis* e 20 ninhos de *C. terminata* fundados durante o período de maio de 2014 a abril de 2015. A análise do conteúdo polínico residual dos ninhos foi realizada pelo método de acetólise convencional. Foram identificados 12 tipos polínicos, pertencentes a sete famílias vegetais: Malpighiaceae, Bignoniaceae, Solanaceae, Fabaceae, Arecaceae, Polygalaceae e Sapindaceae. Destas famílias, Malpighiaceae foi a que teve os tipos polínicos mais frequentes nos ninhos de ambas as espécies de abelhas. Nos ninhos de *C. analis* foram encontrados 12 tipos polínicos e nos ninhos de *C. terminata* 8 tipos polínicos. Os tipos polínicos com as maiores frequências de utilização por *C. analis* e *C. terminata* foram: *Malpighia emarginata*, *Byrsonima sericea*, *Stigmaphyllon cavernulosum* e *Aeschynomene paucifolia*. Os resultados encontrados são de extrema relevância para o conhecimento das plantas fornecedoras de recursos florais utilizados para provisionamento larval, consumo e construção dos ninhos, elaboração de plano de manejo, conservação das abelhas do gênero *Centris* e das plantas visitadas pelas mesmas. Os resultados sugerem que a área estudada funciona como refúgio para espécies de abelhas e vespas solitárias.

Palavras-chave: Abelhas e vespas solitárias, Ambiente urbano, Ninhos-armadilha, Mata Atlântica, Pólen, Recursos florais.

ABSTRACT

Lima, R. **Solitary bees and wasps (Hymenoptera, Aculeata) occupying trap-nests and food resources utilized by *Centris (Heterocentris) analis* and *Centris (Heterocentris) terminata* (Hymenoptera, Centridini) in an Atlantic forest fragment in the urban zone of Salvador, Bahia, Brazil.** Thesis (Master) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP, 2016.

The aim of this study was to inventory the diversity of species of solitary bees and wasps that nest in artificial cavities in an Atlantic Forest fragment in the urban landscape of Salvador, Bahia. This area is occupied by the *campus* of the Universidade Federal da Bahia (UFBA) and by the Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV). We also identified the food resources collected by *Centris analis* and *Centris terminata* females. The samples were collected from May 2014 to October 2015 using artificial cavities made of black cardboard, wooden blocks, and bamboo canes (trap-nests methodology). We installed 1.192 trap-nests in the field, distributed in eight stands, four for each area. Inspections were made monthly and occupied nests were removed and brought to the laboratory. The empty cavities were filled with new nests. In the laboratory, the nests were kept at room temperature and observed daily until adult emergence. We sampled seven wasp species and five bee species in the two areas of this study, in a total of 409 nests: 189 nests in UFBA and 220 in PZBGV. Of these, 234 nests were made by five bee species from four genera of Apidae family: *Centris analis*, *Centris terminata*, *Xylocopa frontalis*, *Euglossa* sp. and *Tetrapedia diversipes*. Bees nest more frequently in PZBGV (127 nests) than on the campus of UFBA (107 nests). In relation to the wasps, we collected 175 nests, 82 were collected in UFBA and 93 in PZBGV, and emerged individuals from seven species of three families: *Podium denticulatum* and *Podium* sp. (Sphecidae); *Auplopus pratens* and *Auplopus subaurarius* (Pompilidae); *Trypoxylon* sp.1, *Trypoxylon* sp.2 and *T. lactitarse* (Crabronidae). Among the bee species, *C. analis* was the most abundant, followed by *C. terminata*. The most abundant wasp species were *Trypoxylon* sp.2, followed by *P. denticulatum*. The highest frequency of nesting activity of the species of bees and wasps occurred in the months with high temperatures and low rainfall (January to March). Only *C. analis*, *P. denticulatum* and *Trypoxylon* sp. 2 showed significant differences in the sex ratio, which were male-bias. The mortality rate was higher in the UFBA (55.08%) than in the PZBGV (44.92%) for both, bees and wasps. Unknown causes were the main causes of mortality. To identify the pollen resource used by *C. analis* and *C. terminata*, we analyzed 53 *C. analis* nests and 20 *C. terminata* nests, collected from May 2014 to April 2015. We found 12 pollen types belonging to seven families:

Malpighiaceae, Bignoniaceae, Solanaceae, Fabaceae, Arecaceae, Polygalaceae and Sapindaceae, where Malpighiaceae was the most common for both species. We found 12 pollen types for *C. analis* and 8 for *C. terminata*, and the highest frequency pollen species were *Malpighia emarginata*, *Byrsonima sericea*, *Stigmaphyllon cavernulosum*, *Aeschynomene paucifolia* for both species analyzed. The results are extremely important for the knowledge of supplier plants of food resources used for larval supply, consumption and construction of nests, preparation of management plan, conservation of the genus *Centris* bees and plants visited by them. The studied forest fragment serve as refuge for species of bees and solitary wasps.

Keywords: Solitary bees and wasps, urban landscape, trap-nests, Atlantic Forest, Pollen, Food resources.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1. Vista aérea de um fragmento urbano de Mata Atlântica em Salvador, Bahia, Brasil. A- Mapa do Brasil com destaque para a localização de Salvador, Bahia; B- Mapa de Salvador e região metropolitana; C- Localização do *campus* da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV) no fragmento estudado. Os círculos vermelhos são os pontos amostrais, numerados de 1 a 4 na UFBA e de 5 a 8 no PZBGV.....17

Figura 2. Temperaturas médias mensais e precipitações mensais no período de abril de 2014 a outubro de 2015, na região de Salvador, Bahia, Brasil. Os dados climáticos foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)(
<http://www.inmet.gov.br>).....19

Figura 3. Suporte com ninhos-armadilha. A- Suporte completo como foi instalado em campo; B- Em detalhe: 1-placas de madeira com os tubos de cartolina; 2- garrafas PET com os gomos de bambu; 3- blocos de madeira. Suportes instalados no *campus* de Universidade Federal da Bahia e no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil.....20

Figura 4. Tipos de ninhos-armadilha utilizados pelas espécies de abelhas e vespas em fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a outubro de 2015.....27

Figura 5. Ninho-armadilha utilizado por *Centris terminata* e *Trypoxylon lactitarse* com a construção de três células de cria por cada uma das fêmeas, coletado em janeiro de 2015 na área ocupada pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas em um fragmento urbano de Mata Atlântica existente em Salvador, Bahia, Brasil.....28

Figura 6. Atividades de nidificação mensal das duas espécies mais abundantes de abelhas e de vespas solitárias no período de maio de 2014 a outubro de 2015, em fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil Os dados climáticos foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)(<http://www.inmet.gov.br>).....29

Figura 7 - Curvas de acumulação de espécies de abelhas e vespas solitárias amostradas no campus da Universidade Federal da Bahia (A) e no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (B), em função do número de coletas realizadas no período de maio de 2014 a outubro de 2015 (cada amostra corresponde a um mês, sendo amostra 1 corresponde a maio de 2014 e a amostra 18 a outubro de 2015), em um fragmento urbano de Mata Atlântica, Salvador, Bahia.....34

Capítulo II

Figura 1. Localização do fragmento urbano de Mata Atlântica em Salvador, Bahia, Brasil. A- Mapa do Brasil com destaque para a localização de Salvador, Bahia; B- Mapa de Salvador e região metropolitana; C- Áreas do *campus* de Universidade Federal da Bahia (UFBA) e do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV) ocupando o fragmento de Mata Atlântica. Os círculos vermelhos são os pontos amostrais, numerados de 1 a 4 na UFBA e de 5 a 8 no PZBGV.....60

Figura 2. Tipos polínicos encontrados em materiais residuais de ninhos de *Centris analis* e *Centris terminata*. A-B: *Malpighia emarginata*. C-D: *Stigmaphyllon cavernulosum*. E-F: *Cesrtum axillare*. G-H: *Handroanthus chrysotrichus*. I-J: *Byrsonima sericea*. L-M: *Aeschynomene paucifolia*. N-O: *Dioclea grandiflora*. P: *Serjania* sp. Q: *Delonix regia*. R: *Securidaca diversifolia*. S: *Amphilophium crucigerum*. T: *Elaeis guineensis*.....71

Figura 3. Espécies de plantas da família Malpighiaceae visitadas por *Centris analis* e *Centris terminata* para a obtenção de recursos florais utilizados no aprovisionamento dos ninhos estabelecidos em um fragmento de Mata Atlântica da zona urbana de Salvador, Bahia. A-B: *Byrsonima sericea*; C-D: *Malpighia emarginata*. E-F: *Stigmaphyllon* sp.72

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

- Tabela 1.** Espécies de abelhas e vespas solitárias ocupando ninhos-armadilha em um fragmento urbano de Mata Atlântica, ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a outubro de 2015.....23
- Tabela 2.** Número de espécies de abelhas e vespas que ocuparam ninhos-armadilha em cada sítio de amostragem e número de ninhos construídos por cada uma delas, na área ocupada pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia (UFBA)(sítios 1 a 4) e no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV)(sítios 5 a 8), em um fragmento urbano de Mata Atlântica em Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a outubro de 2015.....25
- Tabela 3.** Número de indivíduos que emergiram dos ninhos estabelecidos em ninhos-armadilha por fêmeas de abelhas e vespas solitárias no período de maio de 2014 a outubro de 2015 em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV), em Salvador, Bahia.26
- Tabela 4.** Diâmetros dos ninhos-armadilha utilizados por vespas e abelhas solitárias em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a outubro de 2015.28
- Tabela 5.** Número mensal de ninhos fundados por fêmeas das espécies de abelhas e vespas solitárias em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a outubro de 2015.30

Tabela 6. Mortalidade da prole das espécies de abelhas e vespas solitárias por causas desconhecidas e parasitas em diferentes estágios de desenvolvimento, em ninhos-armadilha estabelecidos em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a outubro de 2015 (O= ovo, L= larva, P= pupa, A= adulto pré-emergente).32

Tabela 7- Razão sexual da prole produzida pelas espécies de abelhas e vespas solitárias que ocuparam ninhos-armadilha no período de maio de 2014 a outubro de 2015, em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, em Salvador, BA, Brasil, no período de maio de 2014 a outubro de 2015. (*diferença significativa para $gl = 1$ e $p < 0.05$).....33

Capítulo II

Tabela 1. Ninhos de *Centris analis* utilizados nas análises polínicas, construídos em cada sítio de amostragem em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a abril de 2015.....67

Tabela 2. Ninhos de *Centris terminata* utilizados nas análises polínicas, construídos em cada sítio de amostragem em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a abril de 2015.68

Tabela 3. Frequência de ocorrência (%) dos tipos polínicos encontrado nos ninhos de *Centris analis*, em um fragmento urbano de Mata Atlântica: UFBA, Salvador- BA. O número do ninho é acompanhado pela identificação do sítio de coleta (I a IV). Tipos polínicos encontrados em maior frequência em cada ninho está em negrito.73

Tabela 4. Frequência de ocorrência (%) dos tipos polínicos nos ninhos de *Centris analis*, em um fragmento urbano de Mata Atlântica: PZBGV, Salvador- BA. O número do ninho é acompanhado pela identificação do sítio de coleta (I a IV). Tipos polínicos encontrados em maior frequência em cada ninho está em negrito.75

Tabela 5. Frequência de ocorrência (%) dos tipos polínicos nos ninhos de *Centris terminata* coletados, em um fragmento urbano de Mata Atlântica: UFBA, Salvador- BA. O número do ninho é acompanhado pela identificação do sítio de coleta (I a IV). Tipos polínicos encontrados em maior frequência em cada ninho está em negrito.....77

Tabela 6: Frequência de ocorrência (%) dos tipos polínicos nos ninhos de *Centris terminata* coletados, em um fragmento urbano de Mata Atlântica: PZBGV, Salvador- BA. O número do ninho é acompanhado pela identificação do sítio de coleta (V a VIII). Tipos polínicos encontrados em maior frequência em cada ninho está em negrito.78

SUMÁRIO

1-INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1-Mata Atlântica	1
1.2- Efeitos da urbanização sobre a biodiversidade.....	2
1.3- Abelhas e vespas solitárias	3
1.4-Análise polínica como ferramenta para a identificação das fontes de recursos tróficos para as abelhas	4
2- OBJETIVOS E ORGANIZAÇÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO	5
3-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7

CAPÍTULO I

1-INTRODUÇÃO	15
2.MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1- Área de estudo.....	17
2.2- Utilização de ninhos-armadilha.....	19
2.3- Período de coleta dos dados	21
2.4- Identificação do material	21
2.5- Análises dos dados	21
3-RESULTADOS.....	22
3.1- Espécies de abelhas e vespas solitárias ocupando os ninhos-armadilha.....	22
3.2- Número de ninhos de abelhas e vespas por sítios de amostragem	24
3.3- Ocupação dos ninhos-armadilha	27
3.4- Atividades de nidificação de abelhas e vespas solitárias	29
3.5-Mortalidade e inimigos naturais associados.....	31
3.6- Razão sexual.....	32

3.7- Riqueza, Diversidade, uniformidade e similaridade das espécies nas áreas ocupadas pelo <i>campus</i> da UFBA e pelo PZBGV	33
4- DISCUSSÃO	34
5-CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS	44
6-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

CAPÍTULO II

1-INTRODUÇÃO	58
2.MATERIAL E MÉTODOS	60
2.1-Área de estudo.....	60
2.2-Métodos	61
2.3-Análises polínica	63
2.4- Análises dos dados do nicho trófico	64
3-RESULTADOS.....	66
3.1. Ocupação dos ninhos-armadilha por fêmeas de <i>Centris analis</i> e <i>Centris terminata</i>	66
3.2-Tipos polínicos utilizados para aprovisionamento larval por fêmeas de <i>Centris analis</i>	68
3.3-Tipos polínicos utilizados para aprovisionamento larval por fêmeas <i>Centris terminata</i>	69
3.4- Sobreposição, Amplitude, Equitatividade do Nicho trófico de <i>Centris analis</i> e <i>Centris terminata</i>	79
4.DISSCUSSÃO	80
5.CONSIDERAÇÕES FINAIS E PESPECTIVAS	84
6-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

1-INTRODUÇÃO GERAL

1.1-Mata Atlântica

A Mata Atlântica, bioma brasileiro que possui em sua constituição diversas fitofisionomias tais como Florestas Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta, além de ecossistemas adjacentes como manguezais, restingas e campos de altitude, possuía, originalmente, uma extensão de 1.360.000km² distribuídos por 17 estados brasileiros ao longo da costa litorânea (MMA, 2000). Com a colonização europeia do Brasil, boa parte da cobertura vegetal primitiva foi devastada e, atualmente, após mais de 500 anos da colonização, restam apenas 98.000 km² de extensão. Esses últimos remanescentes continuam sofrendo grandes pressões antrópicas (Morellato & Haddad, 2000). Dado que grandes extensões desse bioma foram ocupadas por cidades e também por áreas de agricultura e pecuária, houve enorme perda de diversidade biológica (Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2013).

O bioma Mata Atlântica ainda é considerado um dos 25 *hotspot* do mundo, por sua rica biodiversidade e com seus altíssimos níveis de endemismo. Temos, como exemplo, a incrível diversidade de plantas (458 espécies) encontradas em um hectare ao norte de Ilhéus, sul da Bahia (MMA, 2000).

No estado da Bahia, a Mata Atlântica apresentava extensão de 17.976.964 ha, o que correspondia a 33% do território baiano. Estudos feitos pelo SOS Mata Atlântica e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) resultaram na elaboração do Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no período de 2011-2012, que mostra os resultados dos desmatamentos em remanescente ao longo dos anos nos 17 estados brasileiros. Naquele período, a cobertura vegetal da Bahia diminuiu para apenas 2.068.468 ha, equivalente a 11.5% de todo território baiano (Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2013).

Na região sul da Bahia e por todo o estado do Espírito Santo localiza-se o Corredor Central da Mata Atlântica. Esse corredor é considerado um dos principais centros de endemismo para vertebrados, insetos e plantas. Um dos remanescentes de Mata Atlântica mais importante desse corredor para a conservação da biodiversidade no planeta está

localizado no extremo sul da Bahia (Franke *et al.*, 2005), com destaque para os municípios de Valença, Ilhéus, Una e Canavieira (MMA, 2000).

Embora os fragmentos de Mata Atlântica localizados em Salvador e região metropolitana estejam entre 182 áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, eles ainda sofrem enormes pressões antrópicas. Entre esses fragmentos podemos destacar o existente no bairro de Ondina, local da realização desse estudo, onde o *campus* da Universidade Federal da Bahia e o Parque Zoobotânico Getúlio Vargas estão instalados.

1.2- Efeitos da urbanização sobre a biodiversidade

O processo de urbanização está ocorrendo de forma acelerada por todo o mundo. Um importante desafio para a conservação da diversidade biológica é entender como esse processo exerce influência sobre a biodiversidade (McKinney, 2002), uma vez que a antropização de áreas naturais modifica a disponibilidade e a qualidade de diversos recursos bióticos, assim como parâmetros físicos e químicos do ambiente.

McKinney (2008) revisou cerca de 105 estudos acerca dos efeitos da urbanização sobre a riqueza e abundância de espécies animais e vegetais. Dentre eles, 30 estudos sobre os invertebrados terrestres demonstraram que a urbanização pode influenciar de forma a diminuir a fauna, e outros trabalhos relatam também a redução da flora local. Os efeitos da urbanização sobre as espécies dependem de vários fatores como: grupo taxonômico, escala espacial de análise, e intensidade da urbanização (McKinney, 2008).

Pouco é conhecido sobre a fauna urbana de abelhas e vespas pois, apenas recentemente, tem sido iniciado o processo de documentação de suas comunidades incluindo diversidade de espécies e abundância (Hernandez *et al.*, 2009). A transformação de habitat natural deve potencialmente afetar as abelhas e vespas diminuindo os recursos a serem forrageados, eliminando locais disponíveis para nidificação, fragmentando habitats e submetendo populações às pressões antropogênicas tais como poluentes, pesticidas, tráfego de pessoas, entre outros efeitos (Hernandez *et al.*, 2009).

Abelhas e vespas podem ser mais sensíveis aos efeitos causados ao ambiente pela urbanização do que os vertebrados. Isso pode estar relacionado ao seu curto período de vida e às mudanças nos fatores abióticos como: temperatura, luminosidade e umidade, os quais podem ser variáveis a depender do grau de urbanização do ambiente (Schüepp *et al.*, 2011).

Estudos mostram que a urbanização está na lista dos principais fatores responsáveis pelo declínio global de abelhas e vespas solitárias (Potts *et al.*, 2010) e enfatizam a necessidade de estudos da ecologia das comunidades desses insetos.

O monitoramento das respostas das abelhas e vespas à urbanização pode identificar causas que atuam moldando a dinâmica das comunidades desses insetos. A elucidação das relações causais entre composição das comunidades e características do habitat pode fornecer informações úteis para a conservação das abelhas e vespas, especialmente quando aplicadas para a construção de habitats urbanos (Hernandez *et al.*, 2009).

Desta maneira, inventários sobre a composição da diversidade de abelhas e vespas solitárias em pequenos fragmentos urbanos têm fundamental importância na coleta de dados úteis para a criação de estratégias para conservação desses insetos e as espécies de plantas ali existentes (Silva-Júnior, 2011).

1.3- Abelhas e vespas solitárias

As abelhas e as vespas pertencem a uma das ordens mais diversas da classe Insecta, a ordem Hymenoptera. As abelhas possuem relevante importância no funcionamento de quase todos os ecossistemas terrestres, incluindo aqueles dominados pela agricultura, por meio de suas atividades como polinizadores. Elas encontram-se na linha de frente da produtividade sustentável atuando sobre a reprodução das plantas (Kevan, 1999). Por sua vez, as vespas, com suas atividades predadoras e parasíticas, atuam regulando os níveis populacionais das suas presas e hospedeiros (O'Neill, 2001). Esses himenópteros podem ser utilizados como bioindicadores de qualidade ambiental (Morato & Campos, 2000).

Espécies de abelhas solitárias (85% das espécies - Batra, 1984) e de vespas solitárias (90% das espécies - Evans & Ebehard, 1970) nidificam, em sua maioria, no solo. Em seguida, o substrato mais utilizado é madeira, com os ninhos sendo construídos em tocos, troncos, galhos ou ramos de árvores. Embora algumas espécies escavem buracos na madeira, cerca de 5% do total das espécies de abelhas e de vespas solitárias apresentam o hábito de nidificar em cavidades preexistentes (Krombein, 1967). Estas cavidades podem ser o interior da medula de plantas, orifícios existentes em árvores, galerias feitas em madeira por besouros ou outros insetos, em gomos de bambu, em orifícios existentes em paredes de construções de alvenaria, em ninhos abandonados de outras espécies, entre outros (Bertoni, 1918; Vesey-Fitzgerald,

1939; Michener & Lange, 1958; Krombein, 1967, Danks, 1970, 1971; Parker, 1977; Linsley *et al.*, 1980; Kimsey, 1982; Laroca *et al.*, 1987). Esse hábito de nidificar em cavidades preexistentes tem facilitado o estudo das espécies de abelhas e de vespas solitárias, visto que as fêmeas são atraídas para construir seus ninhos em espaço tubulares preparados pelo homem, os chamados ninhos-armadilha (Camillo *et al.*, 1995).

O uso da metodologia de ninhos-armadilha possibilita a amostragem de indivíduos que habitam determinada área (Camillo *et al.*, 1995; Garófalo, 2000; Morato & Campos, 2000; Aguiar & Martins, 2002; Alves dos Santos, 2003; Loyola & Martins, 2006), evitando aquelas que estejam apenas transitando pelo local (Camillo *et al.*, 1995; Tscharncke *et al.*, 1998). Além disso, essa metodologia permite o estudo de diversos fatores relacionados à história de vida dos indivíduos nidificantes, tais como comportamento de nidificação, fecundidade, abundância sazonal, mortalidade e os inimigos naturais, dinâmica populacional, razão sexual, estrutura dos ninhos além da identificação dos recursos utilizados para alimentar os imaturos (Morato, 2001; Gazola & Garófalo, 2003).

1.4-Análise polínica como ferramenta para a identificação das fontes de recursos tróficos para as abelhas

Acredita-se que origem das abelhas no planeta Terra tenha sido concomitante ao surgimento das Angiospermas há várias eras geológicas passadas (Proctor *et al.*, 1996). As interações existentes entre as abelhas e as plantas propiciaram às Angiospermas o sucesso na polinização cruzada, sendo um fator essencial para a adaptação evolutiva das mesmas, aumentando a variabilidade genética e a produção de frutos e sementes (Raven *et al.* 2001; Ricketts *et al.*, 2008).

As abelhas interagem com as plantas em busca de recursos florais, utilizados para a sua sobrevivência e reprodução (Simpson & Neff, 1981). Os recursos utilizados pelas abelhas para alimentação são o pólen e néctar, sendo que algumas espécies necessitam também de óleo floral. Para a construção de seus ninhos, as abelhas podem utilizar resinas, óleos, ceras, folhas, pétalas, entres outros (Simpson & Neff, 1981). Buscando por recursos em flores as abelhas promovem a polinização e, como consequência, constituem os principais polinizadores de plantas nativas e cultivadas (Klein *et al.*, 2007).

O conhecimento das espécies de plantas visitadas pelas abelhas para coleta de recursos florais é de fundamental importância para o entendimento das interações existentes entre as

plantas e as abelhas, permitindo assim a compreensão da dieta das abelhas e do processo de polinização (Silva *et al.*, 2010). Por conta disso, além de identificar quais plantas são exploradas pelas abelhas para a obtenção dos recursos florais também é imprescindível o estudo de como as fontes de recursos são utilizadas pelas abelhas (Zanette *et al.*, 2004). Deste modo, estudos com ênfase nessas interações são necessários, pois possibilitam a aquisição de informações para a elaboração de futuros planos de manejo para a conservação e manutenção das abelhas.

A identificação das plantas utilizadas como fontes de recursos florais pelas abelhas pode ser realizada de forma direta utilizando-se de observação em flores ou de forma indireta a partir da análise polínica (Freitas & Silva, 2006). A análise polínica possibilita a identificação dos tipos polínicos aderidos às escopas/corbículas das abelhas e/ou estocados em seus ninhos, a entender os mecanismos da polinização e as atividades de forrageamento (Jones & Jones, 2001). Para identificação dos grãos de pólen é empregado um tratamento químico, a acetólise proposta por Erdtman (1960), pois ele facilita a visualização das características morfológicas e descrição desses grãos.

Pesquisas voltadas para o conhecimento dos recursos florais utilizados por abelhas solitárias a partir dos resíduos alimentares encontrados em ninhos estabelecidos em áreas de Mata Atlântica são ainda escassas. Ainda que muitos estudos de levantamento de abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes já tenham sido feitos nesse bioma, são raros os trabalhos que identificaram as associações entre as espécies de abelhas e as plantas por elas exploradas.

2- OBJETIVOS E ORGANIZAÇÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO

O objetivo geral foi inventariar a diversidade de espécies de abelhas e de vespas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes em um fragmento de Mata Atlântica, componente da paisagem urbana de Salvador, Bahia, ocupada pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas e pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia, Ondina. Além disso, foi realizada também a identificação das fontes dos recursos florais utilizadas por duas espécies de abelhas, *Centris (Heterocentris) analis* e *Centris (Heterocentris) terminata*, para provisionamento das suas células de cria. Dentro desse contexto geral, várias questões foram investigadas:

- I. Qual a riqueza, a composição e a diversidade das espécies de abelhas e vespas solitárias ocupando ninhos-armadilha na área estudada?
- II. Quais as frequências de nidificação ao longo do ano e os tipos de substratos e suas dimensões ocupados pelas espécies de abelhas e de vespas solitárias para o estabelecimento de seus ninhos?
- III. Qual a razão sexual dos indivíduos produzidos por cada uma das espécies que ocuparam os ninhos-armadilha e quais os inimigos naturais associados aos ninhos delas e a taxa de mortalidade imposta por cada um deles?
- IV. Considerando que um trabalho similar a este foi realizado na mesma área de estudo há 12 anos por Drumond (2003), houve alguma alteração na riqueza de espécies, na abundância delas e na composição das assembleias de abelhas e vespas agora ocupando os ninhos-armadilha?
- V. Quais espécies de plantas as fêmeas de *Centris analis* e *Centris terminata* utilizaram para a coleta de recursos florais na área de estudo?
- VI. Quais tipos polínicos apresentaram as maiores frequências de ocorrência nos ninhos de ambas as espécies de abelhas?

Dessa forma, a Dissertação está estruturada em dois capítulos, cada um deles referente há algumas das questões acima:

I- Abelhas e vespas solitárias ocupando ninhos-armadilha em um fragmento de Mata Atlântica na zona urbana de Salvador, Bahia, Brasil.

II- Fontes de recursos florais utilizados no provisionamento da célula de cria por fêmeas de *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) e *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874 nidificando em um fragmento de Mata Atlântica na zona urbana de Salvador, Bahia.

3-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, A. J. C. & Martins, C. F. 2002. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-amadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 19: 101-116.
- Aizen, M.A. & Feinsinger, P. 1994. Forest fragmentation pollination and plant reduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology*, 75:330-351.
- Alves-dos-Santos, I. 2003. Trap-nesting bees and wasps on the University Campus in São Paulo, Southeastern Brazil (Hymenoptera: Aculeata). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 76: 328-334.
- Andren, H. 1997. Population response to landscape changes depends on specialization to different landscape elements. *Oikos*, 80: 193–196.
- Batra, S.W.1984. Solitary bees. *Scientific American*, 250: 86-93.
- Bertoni A.W. 1918. Notas entomológicas, biológicas y sistemáticas, *Anal Científica Paraguayos*, 3: 219-231.
- Buzzi, Z. J. & Miyazaki, R. D. 1993. *Entomologia Didática*. Curitiba: UFPR. 262 p.
- Camillo, E., Garófalo, C.A., Serrano, J.C. & Muccillo, G. 1995. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). *Revista Brasileira de Entomologia*, 39: 459-70.
- Cerqueira, R., Brant, A., Nascimento, M. T. & Pardini, R. 2003. Fragmentação: alguns conceitos. In: Rambaldi, D. M. & Oliveira, D. A. S. (orgs.). *Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Brasília: MMA/SBF, 23-40.
- Danks, H.V. 1970. Biology of some stem-nesting Aculeate Hymenoptera. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 122: 323-329.
- Danks, H.V. 1971. Populations and nesting-sites of some Aculeate Hymenoptera nesting in *Rubus*. *Journal of Animal Ecology*, 40: 63-67.
- Debinski, D.M. & Holt, R.D. 2000. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conservation Biology*, 14:342-355.
- Didham R.K., Ghazoul, J., Stork, N. E. & Davis, A. J. 1996. Insects in fragmented forests: A functional approach, 11: 255-260.
- Ehrlich, P.R., Murphy, D.D., Singer, M.C., Sherwood, C.B., White, R.R. & Brown, I.L. 1980. Extinction, reduction, stability and increase: the response of checker spot butterflies to the California drought. *Oecologia*, 46: 101-105.

- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 39: 561-564.
- Evans, H.E. & Eberhard, M.J.W. 1970. *The Wasps*. Ann. Arbor., The University of Michigan Press, 265 p.
- Faegri, K. & Van Der Pijl, L. 1979. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press, New York, 239 p.
- Faegri, K. & Iversen, J. 1989. *Textbook of pollen analysis*. London, Alden Press, 4th ed., 328 p.
- Franke, C.R., Rocha, P.L.B., Klein, W. & Gomes, S.L. 2005. *Mata Atlântica e Biodiversidade*. Salvador – Edufba. 461 p.
- Freitas, B.M. & Silva, M.S. 2006. Potencial apícola da vegetação do semi-árido brasileiro. In: Santos, F.A.R., ed. *Apium plantae*. Recife, IMSEAR, 3:19-32.
- Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2013. *Atlas dos remanescentes florestais de Mata Atlântica. Período 2011-2012*. São Paulo.
- Garófalo, C.A. 2000. Comunidades de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que utilizam ninhos-armadilha em fragmentos de matas do Estado de São Paulo. *Anais do IV Encontro sobre Abelhas*, Ribeirão Preto, SP, Brasil, 4:121-128.
- Gazola, A.L. & Garófalo, C.A. 2003. Parasitic behavior of *Leucospis cayennensis* Westwood (Hymenoptera, Chalcidoidea, Leucospidae) and rates of parasitism in populations of *Centris* (*Heterocentris*) *analis* Fabricius (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 76: 131-142.
- Hallet, P. E. 2001. Three factors affecting annual yields of solitary bees and wasps. *American Bee Journal*, 141: 209-212.
- Harris, A.C. 1994. *Ancistrocerus gazella* (Hymenoptera: Vespoidea: Eumenidae): a potentially useful biological control agent for leafrollers *Plantortix octo*, *P. excessana*, *Ctenopseustis obliqua*, *C. herana*, and *Epiphyas postvittana* (Lepidoptera: Tortricidae) in New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 22: 235-238.
- Hernandez, J.L., Frankie, G.W. & Thorp, R.W. 2009. Ecology of urban bees: A review of current knowledge and directions for future study. *Cities and the Environment*, 3:15 .
- Jones, B.M.V. & Jones, S.D. 2001. The uses of pollen and its implication for Entomology. *Neotropical Entomology*, 30:314-349.
- Kearns, C. A., Inouye, D. W. & Waser, N. M. 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29: 83-112.
- Kevan, P.G. 1999. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74: 373-393.

- Klein, A. M., Vaissière, B., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremer, C. & Tscharnicke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B, Biological Sciences*, 274:303–313.
- Kimsey, L.S. 1982. Systematics of bees of the genus *Eufriesea* (Hymenoptera, Apidae). *University of California Publications in Entomology*, 95: 1-125.
- Krombein, K.V. 1967. Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates. Washington, Smithsonian Press, 510 p.
- Kruess, A. & Tscharnicke, T. 2002. Grazing intensity and the diversity of grasshoppers, butterflies, and trap-nesting bees and wasps. *Conservation Biology*, 16: 1570-1580.
- Kwak, M.M., Venter, O. & Van Andel, J. 1998. Pollen and gene flow in fragmented habitat. *Applied Vegetation Science*, 1: 37-54.
- Laroca, S., Schwartz Filho, D.L. & Zanella, F.C.V. 1987. Ninho de *Austromegachile habilis* e notas sobre a diversidade de *Megachile* (Apoidea, Megachilidae) em biótopos neotropicais. *Acta Biológica Paranaense*, 16: 93-105.
- Linsley, E.G., MacSwain, J.W. & Michener, C.D. 1980. Nesting biology and associates of *Melitoma* (Hymenoptera, Anthophoridae), *University of California Publications in Entomology*, 90: 1-45.
- Liow, L.H. 2001. Bee diversity along a gradient of disturbance in tropical lowland forest of South-east Asia. *CBMs Skriftserie, Uppsala*, 3: 101-130.
- Loyola, R.D. & Martins, R.P. 2006. Trap-nest occupation by solitary wasps and bees (Hymenoptera: Aculeata) in a forest urban remnant. *Neotropical Entomology*, 35: 41-48.
- Lima-Ribeiro, M.S. & Braberi, M. 2005. Análise palinológica: Fundamentos e perspectivas na pesquisa arqueológica. *Habitus, Goiânia*, 3:261-290.
- Matthies D., Schmid, B. & Schmid-Hempel, P. 1995. The importance of population processes for the maintenance of biological diversity. *Gaia*, 4: 199–209.
- McKinney, M.L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience*, 52:883–890.
- McKinney, M. L. 2008. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, 11:161–176.
- Michener, C.D. & Lange, R.B. 1958. Observations on the ethology of Neotropical Anthophorine bees (Hymenoptera: Apoidea), *The University of Kansas science bulletin*, 39: 69-96.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas.
- Morato, E.F. & Campos, L.A.O. 2000. Efeitos da fragmentação florestal sobre abelhas e vespas solitárias em uma área da Amazônia Central. *Revista Brasileira. Zoologia*, 17: 429-444.

- Morato, E.F. 2001. Efeitos da fragmentação florestal sobre abelhas e vespas solitárias na Amazônia Central. II. Estratificação vertical. *Revista Brasileira. Zoologia*, 18: 737-747.
- Morellato, L.P.C. & Haddad, C.F.B. 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, 32:786 - 792.
- O'Neill, K. M. 2001. Solitary wasps. Behavior and natural history. London: Comstock Publishing Associates, 406 p.
- Parker, F.D. 1977. Biological notes on some Mexican bees (Hymenoptera: Megachilidae, Anthophoridae). *Pan-Pacific Entomologist*, 53: 189-192.
- Plá Júnior, M. A. P., Côrrea, M. V. G., Canceli, R. R., Macedo, R. B. & Bauermann, S. G. Grãos de pólen: usos e aplicações. Canoas: ULBRA, 2006.
- Potts, S., Biesmeijer, J., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. & Kunin, W. 2010. Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25: 345-353.
- Proctor, M., Yeo, P. & A. Lack. 1996. The Natural History of Pollination. London, Haper Collins Publishers, 479 p.
- Rathcke, B. J. & Jules, E. S. 1993. Habitat fragmentation and plant-pollinator interactions. *Current Science*, 65:273-277.
- Raven, P.H., Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. 2001. *Biologia Vegetal*, 6ª ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan 906 p.
- Rech, A. R., Avila Jr., R. S. & Schlindwein, C. 2014. Síndromes de polinização: especialização e generalização. In: *Biologia da Polinização*. A. R. Rech, K. Agostini, P.E. Oliveira & I.C. Machado (Org.). Ed. Projeto Cultural. Rio de Janeiro, Brasil, 171-181.
- Ricketts, T., Regetz, J., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Bogdanski, A., Gemmil-Herren, B., Greenleaf, S.S., Klein, A.M., Mayfield, M.M., Morandin, L.A., Ochieng, A. & Viana, B.F. 2008. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? *Ecology Letters*, 11:499-515.
- Rockström, J. et al. 2009. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14:2- 32.
- Schüepp, C., Herrmann, J.D., Herzog, F. & Schmidt-Entling, M.H. 2011. Differential effects of habitat isolation and landscape composition on wasps, bees, and their enemies. *Oecologia*, 165: 713-721.
- Silva-Júnior, J. L. P. 2011. Diversidade de espécies e aspectos da nidificação de Aculeata (Insecta, Hymenoptera) não sociais em ninhos-armadilha em fragmento de Mata Atlântica e área urbana. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 107 p.

Silva, C.I., Arista, M., Ortiz, P.L., Bauermann, S.G., Evaldt, A.C.P. & Oliveira, P.E. 2010. Catálogo polínico: palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa* no Triângulo Mineiro. Uberlândia: Editora da Universidade Federal de Uberlândia – EDUFU. 59 p.

Simpson, B.B. & Neff, J.L. 1981. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 68: 301-322.

Tscharntke, T., Gathmann, A. & Steffan-Dewenter, I. 1998. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. *Journal of Applied Entomology*, 35: 708-719.

Vesey-Fitzgerald, D. 1939. Observations on bees (Hymenoptera: Apoidea) in Trinidad, BWI, *Proceedings of the Royal Entomological Society of London*, 14: 107-110.

Viana, V.M. & Pinheiro, L.A.F.V. 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF*, 12: 25-42.

CAPÍTULO I

Abelhas e vespas solitárias ocupando ninhos-armadilha em um fragmento de Mata Atlântica na zona urbana de Salvador, Bahia, Brasil

RESUMO

O objetivo desse estudo foi inventariar a diversidade de espécies de abelhas e vespas solitárias que nidificam em ninhos-armadilha (NA) em um fragmento de Mata Atlântica componente da paisagem urbana de Salvador, Bahia, fragmento esse ocupado pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV) e pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia (UFBA). A amostragem foi realizada durante o período de maio de 2014 a outubro de 2015, e os NA utilizados foram tubos de cartolina preta, blocos de madeira e gomos de bambu. Foram colocados no campo 1.192 NA distribuídos em oito suportes, quatro instalados no PZBGV e quatro no *campus* da UFBA. As inspeções dos ninhos foram feitas mensalmente, sendo que os ninhos concluídos foram substituídos por novos NA e levados para o laboratório. No laboratório, os ninhos foram mantidos à temperatura ambiente e observados diariamente até a emergência dos adultos. Foram fundados 409 ninhos, sendo 189 estabelecidos no *campus* da UFBA e 220 no PZBGV. Do total de ninhos obtidos, 234 foram colonizados por cinco espécies de abelhas pertencentes a família Apidae: *Centris analis*, *Centris terminata*, *Xylocopa frontalis*, *Euglossa* sp. e *Tetrapedia diversipes*. As abelhas nidificaram com maior frequência no PZBGV (127 ninhos) do que no *campus* da UFBA (107 ninhos). Em relação às vespas, do total de 175 ninhos, 82 foram coletados na UFBA e 93 no PZBGV, tendo emergido indivíduos de sete espécies pertencentes a três famílias: *Podium denticulatum* e *Podium* sp. (Sphecidae); *Auplopus pratens* e *Auplopus subaurarius* (Pompilidae); *Trypoxylon* sp.1, *Trypoxylon* sp.2 e *Trypoxylon lactitarse* (Crabronidae). Entre as espécies de abelhas, *C. analis* foi a mais abundante, seguida por *C. terminata*. As espécies de vespas mais abundantes foram *Trypoxylon* sp.2 e *P. denticulatum*. As maiores frequências de atividade de nidificação das espécies de abelhas e vespas ocorreram nos meses com temperaturas elevadas e baixos índices pluviométricos (janeiro-março). Das espécies analisadas, apenas *C. analis*, *P. denticulatum* e *Trypoxylon* sp. 2 apresentaram diferenças significativas na razão sexual, as quais foram enviesadas para machos. A taxa de mortalidade para as espécies de abelhas e vespas foi maior na UFBA (55,08%) do que no PZBGV (44,92%). A mortalidade foi ocasionada, na grande maioria dos casos, por causas desconhecidas. Apenas nos ninhos de *C. analis* ocorreram emergências de inimigos naturais sendo eles: *Mesocheira bicolor* (Hymenoptera) e um coleóptero não identificado. Os resultados sugerem que a área estudada funciona como refúgio para espécies de abelhas e vespas solitárias.

Palavras-chave: Hymenoptera, Ninhos-armadilha, Abelhas e Vespas solitárias, Mata Atlântica, Abelhas urbanas.

ABSTRACT

The aim of this study was to inventory the diversity of species of solitary bees and wasps that nesting in artificial cavities in an Atlantic Forest fragment of the urban landscape of Salvador, Bahia. This fragment is occupied by the *campus* of the Universidade Federal da Bahia (UFBA) and by the Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV). The samples were collected from Maio 2014 to October 2015 using trap-nests made of black cardboard, wooden blocks, and bamboo canes. We installed 1.192 trap-nests in the field, distributed in eight stands, four for each area. Inspections were made monthly and occupied nests were removed and brought to the laboratory. The empty cavities were filled with new nests. In the laboratory, the nests were kept at room temperature and observed daily until adult emergence. We sampled seven wasp species and five bee species from 409 nests: 189 nests in UFBA and 220 in PZBGV. Of these, 234 nests were made by five bee species from four genera of Apidae family: *Centris analis*, *Centris terminata*, *Xylocopa frontalis*, *Euglossa* sp. and *Tetrapedia diversipes*. Bees nested more frequently in PZBGV (127 nests) than on the *campus* of UFBA (107 nests). In relation to the wasps, we collected 175 nests, 82 were collected in UFBA and 93 in PZBGV, and emerged individuals from seven species of three families: *Podium denticulatum* and *Podium* sp. (Sphecidae); *Auplopus pratens* and *Auplopus subaurarius* (Pompilidae); *Trypoxylon* sp.1, *Trypoxylon* sp.2 and *T. lactitarse* (Crabronidae). Among the bee species, *C. analis* was the most abundant, followed by *C. terminata*. The most abundant wasp species were *Trypoxylon* sp.2, followed by *P. denticulatum*. The highest frequency of nesting activity of the species of bees and wasps occurred in the months with high temperatures and low rainfall (January to March). *Centris analis*, *P. denticulatum* and *Trypoxylon* sp. 2 were the only species that had significant differences in the sex ratio, which were male-bias. The mortality rate was higher in the UFBA (55.08%) than in the PZBGV (44.92%) for both, bees and wasps. Unknown causes were the main causes of mortality. Only in *C. analis* nests occurred emergencies of natural enemies: *Mesocheira bicolor* (Hymenoptera) and an unidentified beetle. The results suggest that the studied fragment acts as a refuge for species of solitary bees and wasps.

Keywords: Hymenoptera, Trap-nests, solitary bees and wasps, Atlantic Forest, urban bees.

1-INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é considerada um dos biomas mais megadiverso do planeta Terra (MMA, 2000). Sua cobertura vegetal original abrangia 17 estados brasileiros, mas com a degradação causada pela ação antrópica, atualmente resta somente cerca de 7% de sua cobertura original (Primack & Rodrigues, 2001). Os fragmentos de Mata Atlântica ainda sofrem com a destruição ocasionada pelo homem e, com isso, ocorre uma grande perda da diversidade da fauna e flora existentes (Morellato & Haddad, 2000; Cullen Jr. *et al.*, 2009).

Dentre a fauna ameaçada encontram-se as abelhas e as vespas solitárias, as quais pertencem a ordem Hymenoptera. De maneira geral, tanto as abelhas como as vespas possuem ampla distribuição geográfica e grande diversidade morfológica e comportamental (Martins & Pimenta, 1993; O'Neill, 2001). Membros de ambos os grupos desempenham interações ecológicas essenciais para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas terrestres, sendo as abelhas como polinizadoras e as vespas como predadoras (Michener, 2007; O'Neill, 2001).

As abelhas (Apoidea) constituem um grupo com cerca de 20.000 espécies descritas para todo o mundo. Porém, há uma estimativa de que existam muitas espécies a serem ainda descritas (Michener, 2007). Cerca de 85% das abelhas possuem hábito solitário (Batra, 1984). Entre as vespas, mais de 26.000 espécies já foram descritas e aproximadamente 90% delas possuem comportamento solitário (Evans & Ebehard, 1970; Martins & Pimenta, 1993; O'Neill, 2001).

As espécies de abelhas e vespas solitárias apresentam diferentes hábitos de nidificação. A maioria das espécies nidifica no solo; em seguida, a madeira é o substrato mais utilizado com os ninhos podendo ser construídos em tocos, troncos, galhos ou ramos de árvores. Ainda que algumas espécies escavem a madeira, cerca de 5% do total das espécies de abelhas e vespas solitárias (Krombein, 1967) nidificam em cavidades preexistentes. Este hábito das fêmeas em nidificar em cavidades preexistentes tem facilitado o estudo da biologia daquelas espécies, visto que as fêmeas são atraídas a construir seus ninhos em espaço tubulares preparados pelo homem, os chamados ninhos-armadilha (Camillo *et al.*, 1995).

Utilizando a técnica de ninhos-armadilha é possível o estudo de vários aspectos relacionados a história de vida das abelhas e vespas solitárias como: diversidade, abundância sazonal, estrutura dos ninhos, fontes de alimento utilizadas para a criação dos imaturos, dinâmica populacional, taxas de sobrevivência, associação com outros organismos e tempo de forrageio das

fêmeas para a coleta de recursos (Garófalo, 2000; Morato & Campos 2000; Garófalo *et al.*, 1993; Pereira *et al.*, 1999; Vieira de Jesus & Garófalo, 2000; Silva *et al.*, 2001; Gazola & Garófalo, 2003; Aguiar & Garófalo, 2004; Camillo *et al.*, 1995; Aguiar *et al.*, 2005; Pereira & Garófalo, 2010).

No Brasil, nas últimas décadas, foram realizados inúmeros estudos utilizando a técnica de ninhos-armadilha em diferentes biomas para conhecer aspectos relacionados à biologia e composição faunística de abelhas e vespas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes (Garófalo *et al.*, 1993; Pereira *et al.*, 1999; Morato *et al.*, 1999; Vieira-de-Jesus & Garófalo, 2000; Silva *et al.*, 2001; Morato, 2001; Alves-dos-Santos *et al.*, 2002; Gazola & Garófalo, 2003; Freitas & Oliveira-Filho, 2003; Drumond, 2003; Aguiar & Garófalo, 2004; Alves-dos-Santos, 2004; Camarotti-de-Lima & Martins, 2005; Aguiar *et al.*, 2006; Mendes & Rego, 2007; Santos *et al.*, 2008; Cordeiro & Alves-dos-Santos, 2008; Drummont *et al.*, 2008; Woiski, 2009; Alves-dos-Santos, 2010; Pereira & Garófalo, 2010; Aguiar *et al.*, 2010; Mesquita & Augusto, 2011; Silva-Junior, 2011; Oliveira & Garófalo, 2014).

Nas últimas décadas, o homem tem ocupado o ambiente de forma intensa, aumentando o processo de urbanização em áreas de Mata Atlântica e ocasionando grandes impactos sobre a fauna de abelhas e vespas solitárias locais (McKinney, 2002; Gruchowski-w *et al.*, 2011). Essa transformação de habitat natural pode afetar as abelhas e vespas diminuindo os recursos a serem forrageados, eliminando locais disponíveis para nidificação, fragmentando habitats e submetendo populações às pressões antrópicas como poluentes, pesticidas, tráfego de pessoas, entre outros (Hernandez *et al.*, 2009).

Entender como a urbanização afeta a riqueza e a abundância das espécies, é um dos grandes desafios dos pesquisadores da área da conservação (McKinney, 2002). A ecologia de abelhas e vespas solitárias urbanas pouco é conhecida, pois apenas recentemente tem sido iniciado o processo de documentação de suas comunidades incluindo diversidade de espécies e abundância. Esse campo de pesquisa tem como objetivo complementar o conhecimento sobre a dinâmica das comunidades de abelhas e vespas, e promover a conservação das mesmas (Hernandez *et al.*, 2009).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo inventariar a diversidade de espécies de abelhas e vespas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes em um fragmento de Mata Atlântica, componente da paisagem urbana de Salvador, Bahia, ocupado pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas e pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia, Ondina.

2.MATERIAL E MÉTODOS

2.1- Área de estudo

O trabalho foi realizado em um fragmento de Mata Atlântica componente da paisagem urbana de Salvador, Bahia. Esse fragmento é ocupado pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV) e pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Ondina (13°01' S e 38°31' W) (Figura. 1), antes contínuos e atualmente separados por uma avenida. O clima local é classificado como tropical quente e úmido (Af na tipologia climática de Köppen), com temperatura anual média de 25,3°C e com índices pluviométricos alcançando uma média 1800 mm por ano (Conder, 1994).

Figura 1. Vista aérea de um fragmento urbano de Mata Atlântica em Salvador, Bahia, Brasil. A- Mapa do Brasil com destaque para a localização de Salvador, Bahia; B- Mapa de Salvador e região metropolitana; C- Localização do campus da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV) na área estudada. Os pontos vermelhos são os pontos amostrais, numerados de 1 a 4 na UFBA e de 5 a 8 no PZBGV.

O Parque Zoobotânico Getúlio Vargas abrange uma área verde de aproximadamente 240.00 m² (10ha). Possui características fitofisionômicas arbórea-arbustiva pouco densa. Uma parte do Parque é ocupada pelo Jardim Ecológico que mede 160 mil metros de extensão, importante remanescente da mata original preservada, contendo diversas espécies de plantas. Levantamentos realizados no Parque registraram 260 espécies de plantas, como: *Hevea brasiliensis* (seringueira), *Schefflera morototonii* (matataúba), *Cecropia* sp. (embaúba), *Eucalyptus* sp. (eucalipto), *Artocarpus intergrifolia* (jaqueira), *Manikara zapota* (sapoti), *Spondias lutea* (cajazeira), *Mangifera indica* (mangueira), *Monquilia tomentosa* (oitizeiro), *Ficus* sp. (figueira), *Jenipa americana* (jenipapeiro), além de outras espécies pertencentes às famílias Melastomataceae, Arecaceae, Malpigiaceae e Solanaceae (Faria, 1997). No Parque há um grande número de espécies animais em cativeiro e sua estrutura inclui mirante, casa de vegetação, anfiteatro, trilhas interpretativas, vias de acesso para pedestres, carros e etc.

O *campus* da Universidade Federal da Bahia possui área de 302.175,9 m² (20,2 ha). É constituído por uma vegetação classificada como herbácea heterogênea, composta basicamente por ervas, com predomínio de gramíneas, e também manchas de Mata Atlântica secundária arbustiva arbórea (D.A.Geo/UFBA/2000). Distribuídos pelo *campus* há exemplares pertencentes às seguintes famílias: Leguminosae, Arecaceae, Moraceae, Bignoniaceae, Malvaceae, Anacardiaceae, Meliaceae, Myrtaceae e entre outras (Carvalho *et al.*, 2007). Também há jardins com plantas ornamentais, áreas bastantes antropizadas pela presença de diversos prédios e vias de acesso de veículos e pedestres (Carvalho *et al.*, 2007; D.A.Geo /UFBA, 2000).

É importante salientar que no *campus* da UFBA, devido à pressão antrópica, restam atualmente pequenas manchas de mata nativa que, junto com o fragmento “contínuo” protegido do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, formam uma extensão verde dentro do bairro de Ondina (D.A. Geo/UFBA/2000). No entorno do fragmento de mata há uma zona intensamente urbanizada. A vegetação existente nesse fragmento de mata funciona como refúgio para as espécies de animais existentes no local, as quais a utilizam para obter recursos alimentares, abrigo para a sobrevivência e para a reprodução.

Os dados climáticos registrados na área de estudo durante o período de abril de 2014 a outubro de 2015 mostraram que a temperatura média mensal mais baixa foi de 23,3C° e ocorreu no mês de julho de 2014. A temperatura média mensal mais alta foi 27,2C°, registrada em março de 2015 e a maior precipitação foi de 360 mm em junho de 2015 (Figura 2).

Figura 2. Temperaturas médias mensais e precipitações mensais no período de abril de 2014 a outubro de 2015, na região de Salvador, Bahia, Brasil. Os dados climáticos foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)(<http://www.inmet.gov.br>).

2.2- Utilização de ninhos-armadilha

Os ninhos-armadilha (NA) utilizados no presente estudo consistiam de tubos confeccionados com cartolina preta, gomos de bambu e blocos de madeira perfurados e previamente cortados longitudinalmente. Os tubos de cartolina possuíam 6 cm de comprimento e 0,6 cm de diâmetro e 8 cm de comprimento e 0,8 cm de diâmetro e eram fechados em uma das extremidades com o mesmo material. Esses tubos foram introduzidos em orifícios feitos em placas de madeira com 30 cm de comprimento, 12 cm de altura e 5,0 cm de espessura. As placas de madeira continham 40 orifícios com 0,8 cm de diâmetro ou 55 orifícios com 0,6 cm de diâmetro. Os blocos de madeira tinham perfurações com diferentes diâmetros, 0,8 cm, 1,0 cm, 1,5 cm ou 2,0 cm, terminando em fundo cego e os gomos de bambu tinham uma de suas extremidades fechadas pelo próprio nó e possuíam diâmetros e

comprimentos variados. Para mantê-los agrupados, os gomos de bambu foram introduzidos em garrafas PET, parcialmente cortadas, em disposição horizontal. Duas placas de madeira contendo os tubos de cartolina, duas garrafas PET com os gomos de bambu, e os blocos de madeira foram colocados em suportes de madeira e instalados nos sítios de amostragens (Figura 3).

Oito sítios de amostragens foram selecionados, sendo quatro no *campus* da UFBA (sítios I a IV) e quatro no PZBGV (sítios V a VIII). Os sítios de cada área ficavam distantes uns dos outros cerca de 300 m. Em cada sítio foi instalado um suporte de madeira com uma base medindo 40 cm x 14 cm, também de madeira, colocada a uma altura de 1,5 m acima do solo e uma cobertura com telha de fibra medindo 50 cm x 34 cm, a uma altura de 33 cm em relação à base, para proteger os ninhos da chuva e da insolação direta. Em cada suporte foram colocados 40 tubos grandes de cartolina (8,0 x 0,8 cm), 55 tubos pequenos (6,0 x 0,6 cm), 24 blocos de madeira e duas garrafas PET contendo, cada uma delas, de 15 a 20 gomos de bambu (Figura 3). No total, foram instalados no campo 1.192 NA, distribuídos pelos oito sítios de coleta. Os suportes contendo os NA foram instalados no mês de abril de 2014.

Figura 3. Suporte com ninhos-armadilha. A- Suporte completo como foi instalado em campo; B- Em detalhe: 1-placas de madeira com os tubos de cartolina; 2- garrafas PET com os gomos de bambu; 3- blocos de madeira. Suportes instalados no *campus* da Universidade Federal da Bahia e no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil.

2.3- Período de coleta dos dados

As inspeções aos ninhos-armadilha foram feitas mensalmente com o auxílio de lanternas no período de maio de 2014 a outubro de 2015. Os NA contendo ninhos completados foram removidos e substituídos por outros similares a fim de manter o mesmo número de NA disponibilizados por classe de diâmetro e material em campo. Os ninhos coletados foram levados para o Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos da Universidade Federal da Bahia (BIOSIS/UFBA) onde tiveram sacos de *voil* amarrados ao redor das entradas e foram deixados à temperatura ambiente. O monitoramento desses ninhos foi realizado diariamente para detectar as emergências dos indivíduos, com o auxílio da equipe do Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos da Universidade Federal da Bahia.

2.4- Identificação do material

Os adultos emergidos dos NA foram sacrificados em câmara com acetato de etila, montados em alfinetes entomológicos e identificados, sempre que possível, em nível de espécie. As identificações foram feitas pelos especialistas: Prof^a. Dra. Favízia Freitas de Oliveira (Universidade Federal da Bahia) - abelhas e o técnico José Carlos Serrano (Universidade de São Paulo-RP) - vespas, por comparação com espécimes das Coleções de Abelhas e Vespas Solitárias do Laboratório de Ecologia e Evolução de Abelhas e Vespas do Departamento de Biologia da FFCLRP-USP, Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos da Universidade Federal da Bahia e do Museu de Zoologia da Universidade Federal da Bahia.

2.5- Análises dos dados

As diferenças entre os números de ninhos construídos em cada um dos sítios das áreas de amostragens, *campus* da UFBA e PZBGV, foram analisadas pelo teste do Qui-Quadrado (X^2) (Zar, 1984). Para calcular o teste do Qui-quadrado (X^2) foi utilizado o programa R (R Development Core Team, 2011).

Para avaliar se havia relação entre o número de espécies de abelhas e vespas nidificando em cada sítio de coleta e o número de ninhos ali fundado, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman (r) (Zar, 1984). O cálculo do coeficiente foi feito utilizando o programa BIOESTAT 5.0 (Ayres *et al.* 2007).

Para estimar a diversidade e a uniformidade das comunidades de abelhas e vespas solitárias que ocuparam os NA no *campus* da UFBA e no PZBGV foram utilizados o índice de Shannon-Wiener (Pielou, 1975) e o índice de uniformidade (Pielou, 1966), ambos calculados a partir do número de indivíduos emergidos. Para comparar os valores dos índices de diversidade de Shannon-Wiener obtidos para as amostras realizadas foi utilizado o teste t de Hutcheson (1970) (Magurran, 2004). As análises foram realizadas com auxílio do programa PAST versão 2.17 (Hammer *et al.*, 2001).

Para verificar a suficiência de amostragem das espécies de abelhas e vespas no *campus* da UFBA e no PZBGV foram confeccionadas as curvas de acumulação de espécies e também realizados os cálculos dos estimadores de riqueza Chao 2 e Jackknife 1 (Magurran, 2004). As curvas de acumulação de espécies foram feitas utilizando o programa BIOESTAT 5.0 (Ayres *et al.* 2007). Para o cálculo dos estimadores de riqueza foi utilizado o programa PAST versão 2.17 (Hammer *et al.*, 2001).

Para medir a similaridade entre as amostragens feitas no *campus* da UFBA e no PZBGV foram utilizados o índice de Sorensen (Sorensen, 1948) e o índice de Morisita (Morisita, 1959). O índice de Sorensen mede a similaridade a partir da composição das espécies entre as amostras dos dois locais e o índice de Morisita foi utilizado para comparar quantitativamente a similaridade entre os dois locais, com base na abundância relativa dos ninhos e dos indivíduos. Para calcular os índices de similaridade foi utilizado o programa PAST versão 2.17 (Hammer *et al.*, 2001).

O Teste do Qui-Quadrado (X^2) (Zar, 1984) foi utilizado para verificar se entre as espécies mais abundantes de vespas e de abelhas havia: 1- diferença significativa nas taxas de mortalidade das células de cria dos ninhos coletados no *campus* da UFBA e no PZBGV; 2- diferenças significativas nas proporções de machos e fêmeas emergidos. Para calcular o teste do Qui-quadrado (X^2) foi utilizado o programa R (R Development Core Team, 2011).

3-RESULTADOS

3.1- Espécies de abelhas e vespas solitárias ocupando os ninhos-armadilha

Foram coletados 409 ninhos sendo 189 deles provenientes do *campus* da UFBA e 220 do PZBGV. Do total de ninhos obtidos, 234 foram estabelecidos por fêmeas de cinco espécies de abelhas pertencentes a família Apidae: *Centris analis* (n=209 ninhos), *Centris terminata* (n=22

ninhos), *Xylocopa frontalis* (n=1 ninho), *Euglossa* sp. (n=1 ninho) e *Tetrapedia diversipes* (n=1 ninho). As abelhas nidificaram com maior frequência no PZBGV (127 ninhos) do que no *campus* da UFBA (107 ninhos) (Tabela 1). Em relação às vespas, do total de 175 ninhos, 82 coletados na UFBA e 93 no PZBGV, emergiram indivíduos de sete espécies distribuídas por três famílias: *Podium denticulatum* (n= 56 ninhos) e *Podium* sp. (n=5 ninhos) (Sphecidae); *Auplopus pratens* (n =11 ninhos) e *Auplopus subaurarius* (n=6 ninhos) (Pompilidae); *Trypoxylon* sp.1 (n=20 ninhos), *Trypoxylon* sp.2 (n=64 ninhos) e *Trypoxylon lactitarse* (n=13 ninhos) (Crabronidae). (Tabela 1).

Tabela 1- Espécies de abelhas e vespas solitárias ocupando ninhos-armadilha em um fragmento urbano de Mata Atlântica, ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoológico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a outubro de 2015.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Nº DE NINHOS	
		Locais de nidificação	
		UFBA	PZBGV
Apidae	<i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)	99	110
	<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith, 1874	6	16
	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis</i> Olivier, 1789	0	1
	<i>Euglossa</i> sp.	1	0
	<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug, 1810	1	0
Subtotal		107	127
Sphecidae	<i>Podium denticulatum</i> (Smith, 1856)	40	16
	<i>Podium</i> sp.	5	0
Pompilidae	<i>Auplopus pratens</i> (Dreisbach, 1963)	9	2
	<i>Auplopus subaurarius</i> Dreisbach, 1963	3	3
Crabronidae	<i>Trypoxylon</i> sp.1	15	5
	<i>Trypoxylon</i> sp. 2	3	61
	<i>Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse</i> (Saussure, 1867)	7	6
Subtotal		82	93
Total		189	220

3.2- Número de ninhos de abelhas e vespas por sítios de amostragem

O número de espécies nidificando em cada sítio variou de quatro a nove, no *campus* da UFBA, e de cinco a sete, no PZBGV. Em relação ao número de ninhos estabelecidos em cada sítio, houve diferença significativa entre os sítios tanto naqueles distribuídos pelo *campus* da UFBA ($X^2 = 59,21$; $p > 0,05$) como entre aqueles distribuídos pela área do PZBGV ($X^2 = 62,84$; $p > 0,05$). Podemos também observar pelos dados da Tabela 2 que não houve relação alguma entre o número de espécies nidificando em um sítio e o número de ninhos que ali foram construídos ($r = 0,570$; $p > 0,05$). Entre as abelhas, *C. analis*, foi a espécie mais abundante em número de ninhos, ocupou NA em todos os sítios mostrando, contudo, maior frequência de nidificação em um dos sítios de cada área, sítio 3, com 78,8% dos ninhos estabelecidos no *campus* da UFBA ($X^2 = 156,23$; $p < 0,05$), e sítio 7, com 69,0% dos ninhos estabelecidos na área do PZBGV ($X^2 = 115,67$; $p < 0,05$). Entre as vespas, *Trypoxylon* sp2, uma das espécies mais abundantes em número de ninhos, utilizou dois sítios na UFBA e três no PZBGV e não apresentou preferência de nidificação em qualquer um deles ($X^2 = 2,39$; $p > 0,05$). *Podium denticulatum*, a segunda espécie mais abundante em número de ninhos, utilizou seis sítios para a instalação de seus ninhos; nos sítios da UFBA houve uma maior frequência de nidificação no sítio 2 ($X^2 = 38,62$; $p < 0,05$) enquanto que nos sítios do PZBGV não ocorreu diferenças significativas entre as frequências de nidificação ($X^2 = 5,09$; $p > 0,05$). Com exceção das espécies que ocuparam apenas um NA durante o período de estudo, *Podium* sp. estabeleceu seus cinco ninhos em apenas dois sítios do *campus* da UFBA. O sítio de amostragem com maior número de nidificações na UFBA foi o sítio 3 com 89 ninhos e no PZBGV foi o sítio 7 com 105 ninhos (Tabela 2).

Tabela 2- Número de espécies de abelhas e vespas que ocuparam ninhos-armadilha em cada sítio de amostragem e número de ninhos construídos por cada uma delas, na área ocupada pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia (UFBA) (sítios 1 a 4) e no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV) (sítios 5 a 8), em um fragmento urbano de Mata Atlântica em Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a outubro de 2015.

Espécie nidificante	Nº de ninhos/Sítios UFBA				Nº de ninhos/Sítios PZBGV				TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>Centris analis</i>	14	1	78	6	15	13	76	6	209
<i>Centris terminata</i>	0	1	4	1	4	0	12	0	22
<i>Euglossa</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tetrapedia diversipes</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Xylocopa frontalis</i>	0	0	0	0	1	0	0		1
<i>Podium denticulatum</i>	0	29	3	3	0	7	13	1	56
<i>Podium</i> sp.	2	0	0	3	0	0	0	0	5
<i>Trypoxylon</i> sp.1	0	0	0	15	2	2	0	1	20
<i>Trypoxylon</i> sp.2	0	0	2	1	17	26	0	18	64
<i>Trypoxylon lactitarse</i>	0	0	0	7	0	3	2	1	13
<i>Auplopus pratens</i>	2	3	1	3	0	2	0	0	11
<i>Auplopus subaurarius</i>	0	1	0	2	0	1	2	0	6
Total de ninhos	19	35	89	41	39	54	105	27	409
Total de espécies	4	5	6	9	5	7	5	5	

No total, 777 indivíduos emergiram dos 409 ninhos coletados. Desses indivíduos, 437 (56,24%) eram de espécies de abelhas e 340 (43,76%) de espécies de vespas. Das cinco espécies de abelhas amostradas, *C. analis* foi a que teve maior número de indivíduos emergidos (354 indivíduos) enquanto *Euglossa* sp. e *X. frontalis* tiveram apenas um indivíduo produzido (Tabela 3). Entre as vespas, *Trypoxylon* sp.2 foi a espécie com maior número de indivíduos emergidos (146 indivíduos), enquanto *A. subaurarius* (9 indivíduos) e *Podium* sp. (4 indivíduos) foram as espécies que produziram os menores números de representantes (Tabela 3). Além das espécies nidificantes, emergiram dois inimigos naturais associados aos ninhos, sendo um indivíduo da espécie *Mesocheira bicolor* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Apinae) e um indivíduo da ordem Coleoptera, cuja espécie não pôde ser identificada.

Tabela 3- Número de indivíduos que emergiram de ninhos estabelecidos em ninhos-armadilha por fêmeas de abelhas e vespas solitárias no período de maio de 2014 a outubro de 2015 em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV), em Salvador, Bahia.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Nº DE INDIVÍDUOS EMERGIDOS		TOTAL
Locais de nidificação				
		UFBA	PZBGV	
Apidae	<i>Centris analis</i>	130	224	354
	<i>Centris terminata</i>	27	51	78
	<i>Xylocopa frontalis</i>	0	1	1
	<i>Euglossa</i> sp.	1	0	1
	<i>Tetrapedia diversipes</i>	3	0	3
Subtotal		161	276	437
Sphecidae	<i>Podium denticulatum</i>	68	19	87
	<i>Podium</i> sp.	4	0	4
Pompilidae	<i>Auplopus pratens</i>	22	6	28
	<i>Auplopus subaurarius</i>	4	5	9
Crabronidae	<i>Trypoxylon</i> sp. 1	32	2	34
	<i>Trypoxylon</i> sp. 2	6	140	146
	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	25	7	32
Subtotal		161	179	340
TOTAL		322	455	777

3.3- Ocupação dos ninhos-armadilha

Dos ninhos disponibilizados no *campus* da Universidade Federal da Bahia e no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, todos os tipos de substratos (madeira, cartolina e bambu) foram usados por alguma espécie. Os NA mais utilizados nos dois locais foram os tubos de cartolina (n = 320 ninhos), seguidos pelos gomos de bambu (n = 66) e os blocos de madeira (n = 23) (Figura 4).

Figura 4. Tipos de ninhos-armadilha utilizados pelas espécies de abelhas e vespas solitárias em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a outubro de 2015.

As fêmeas das espécies de abelhas e vespas utilizaram NA com diferentes diâmetros porém, os mais ocupados foram aqueles com diâmetro interno de 0,6 cm (n=181) e os menos ocupados aqueles com diâmetro interno de 2,0 cm (n=8 ninhos) (Tabela 4). As espécies que ocuparam predominantemente os NA com diâmetro de 0,6 cm foram *C. analis*, *Trypoxylon* sp. 2, *P. denticulatum* e *Trypoxylon* sp.1, ao passo que *C. terminata*, *A. pratensis* e *T. lactitarse* fundaram a maioria dos seus ninhos em NA com diâmetros que variaram de 1,0 até 2,0 cm. Embora tenha nidificado com maior frequência em NA com diâmetro de 0,6 cm, *P. denticulatum* foi a única espécie que ocupou NA de todos os diâmetros e apresentou também uma ocupação significativa em NA com 1,5 cm de diâmetro (Tabela 4).

Em um único caso foi observado um NA de gomo de bambu medindo 1,0 cm de diâmetro e 15 cm de comprimento ser utilizado por uma fêmea de *C. terminata* e uma fêmea de *T. lactitarse*. A

análise do ninho revelou que a fêmea de *C. terminata* foi a primeira a ocupar a cavidade, construindo três células de cria a partir do fundo do NA; em seguida, a cavidade foi ocupada por *T. lactitarse*, que também construiu três células de cria em sequência àquelas construídas pela abelha. O espaço ocupado com os ninhos foi 13,1 cm do comprimento total (Figura 5).

Tabela 4 - Diâmetros dos ninhos-armadilha utilizados por vespas e abelhas solitárias em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a outubro de 2015.

ESPÉCIES	DIÂMETROS DOS NINHOS-ARMADILHA (cm)					
	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	TOTAL
<i>Centris analis</i>	90	119	0	0	0	209
<i>Centris terminata</i>	0	2	20	0	0	22
<i>Xylocopa frontalis</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Euglossa</i> sp.	0	0	0	1	0	1
<i>Tetrapedia diversipes</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Podium denticulatum</i>	26	2	6	18	4	56
<i>Podium</i> sp.	0	0	4	1	0	5
<i>Auplopus pratens</i>	0	0	5	6	0	11
<i>Auplopus subaurarius</i>	0	1	1	1	3	6
<i>Trypoxylon</i> sp.1	20	0	0	0	0	20
<i>Trypoxylon</i> sp.2	60	4	0	0	0	64
<i>Trypoxylon lactitarse</i>	3	2	6	2	0	13
Total	200	130	42	29	8	409

Figura 5. Ninho-armadilha utilizado por *Centris terminata* e *Trypoxylon lactitarse* com a construção de três células de cria por cada uma das fêmeas, coletado em janeiro de 2015 na área ocupada pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas em um fragmento urbano de Mata Atlântica existente em Salvador, Bahia, Brasil.

3.4- Atividades de nidificação de abelhas e vespas solitárias

No período de maio a dezembro de 2014, as maiores frequências de nidificação ocorreram nos meses de maio para as abelhas e em julho para as vespas (Tabela 5), meses com temperatura média de 24,6 e 23,5° C e índices pluviométricos de 247 mm e 242 mm, respectivamente (Figura 6). Para o ano de 2015, as maiores atividades de nidificação ocorreram nos meses de janeiro a março (Tabela 5), meses com temperatura média variando de 26,5° C a 27,2° C e com índices pluviométricos variando de 31 mm a 60 mm (Figura 6).

Das duas espécies de abelhas mais abundantes, *C. analis* apresentou maiores frequências de nidificação nos meses de janeiro e março de 2015 enquanto *C. terminata* esteve mais ativa no mês de janeiro de 2015. Das espécies de vespas, as duas mais abundantes, *P. denticulatum* e *Trypoxylon* sp.2, fundaram um maior número de ninhos em julho de 2014 e fevereiro de 2015, respectivamente (Tabela 5; Figura 6). Os meses com menor atividade de nidificação das espécies de abelhas e vespas foram os meses de agosto, setembro, novembro e dezembro de 2014. Já nos meses de agosto e setembro de 2015 não houve fundação de ninhos pelas fêmeas tanto no *campus* da UFBA como no PZBGV.

Figura 6- Atividades de nidificação mensal das duas espécies mais abundantes de abelhas e de vespas solitárias no período de maio de 2014 a outubro de 2015, em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, em Salvador, BA. Os dados climáticos foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (<http://www.inmet.gov.br>).

Tabela 5- Número mensal de ninhos fundados por fêmeas das espécies de abelhas e vespas solitárias em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a outubro de 2015.

ESPÉCIES	MESES																			
	2014								2015											
	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Total	
<i>C. analis</i>	6	-	-	-	-	2	2	2	47	38	56	12	17	12	6	-	-	9	209	
<i>C. terminata</i>	1	-	-	-	-	1	-	-	8	5	5	-	-	-	-	-	-	2	22	
<i>Euglossa</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	
<i>X. frontalis</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>T. diversipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	
Sub-total	8	-	-	-	-	3	2	2	55	43	61	12	17	14	6	-	-	11	234	
<i>P. denticulatum</i>	2	13	29	1	1	2	-	-	1	-	1	-	3	2	-	-	-	-	55	
<i>Podium</i> sp.	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
<i>T. lactitarse</i>	2	1	3	-	1	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	12	
<i>Trypoxylon</i> sp.1	1	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	16	
<i>Trypoxylon</i> sp.2	0	1	2	-	2	-	-	2	14	18	15	-	9	1	-	-	-	-	64	
<i>A. pratens</i>	4	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	0	4	11	
<i>A. subaurarius</i>	2		3	1	2	1	-	-	2	1	-	-	-	-	1	-	-	-	13	
Sub-total	11	21	41	3	6	4	-	2	19	22	16	-	12	12	2	-	0	4	175	
TOTAL	19	21	41	3	6	7	2	4	74	65	78	12	29	25	8	0	0	15	409	

3.5-Mortalidade e inimigos naturais associados

Do total de 1.292 células de cria provenientes dos 409 ninhos obtidos, 305 células (23,6%) pertencentes a 212 ninhos continham imaturos mortos. A mortalidade dos imaturos em 303 células (99,34%) foi por causas desconhecidas e em duas delas (0,66%) os imaturos haviam sido parasitados (Tabela 6).

Das 305 células com imaturos mortos, 168 (55,08%) delas eram de ninhos provenientes da UFBA e 137 (44,92%) de ninhos estabelecidos no PZBGV. Não houve diferença significativa na taxa de mortalidade entre os dois locais de amostragem ($\chi^2 = 3.15$, gl = 1, $p < 0.05$).

Do total de 305 células com imaturos mortos, 264 (86,56%) eram das espécies de abelhas e 41 (13,44%) das espécies de vespas. As 264 células de cria com proles mortas pertenciam as espécies de *C. analis* (252 células) e *C. terminata* (12 células). Nas células de cria das outras espécies de abelhas, *X. frontalis*, *Euglossa* sp. e *Tetrapedia diversipes*, não houve mortalidade.

A taxa de mortalidade para *C. analis* foi alta, sendo 56,75% (143) dos indivíduos na UFBA e 43,25% (109) no PZBGV. Com exceção de duas células que foram atacadas por parasitas, uma em um ninho na UFBA e outra em um ninho no PZBGV, nas células restantes o fator que levou os imaturos à morte ocorreu devido a causas desconhecidas. Os inimigos naturais responsáveis pela morte de dois imaturos foram: a abelha *Mesocheira bicolor* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Apinae) e um Coleoptera não identificado. O estágio de ovo foi o que apresentou maior taxa de mortalidade nas células de cria provenientes de ninhos dos dois locais de amostragem (Tabela 6).

Nas 12 células de cria de *C. terminata*, houve mortalidade por causas desconhecidas em uma única célula proveniente de ninho estabelecido na UFBA e em 11 células de ninhos provenientes do PZBGV. O estágio de adulto pré-emergente apresentou a maior taxa de mortalidade (Tabela 6).

Em 41 células de cria provenientes de 36 ninhos de vespas ocorreu mortalidade por causas desconhecidas. Esses ninhos tinham sido estabelecidos nos dois locais amostrados e eram das espécies: *T. lactitarse*, *Trypoxylon* sp.1, *Trypoxylon* sp.2, *P. denticulatum*, *A. pratensis* e *A. subaurarius*. Das 41 células, 22 (53,66%) eram de ninhos estabelecidos na UFBA e 19 (46,34%) células nos ninhos estabelecidos no PZBGV. A mortalidade foi maior para adultos pré-emergentes, seguido pelo estágio de pupa, nos dois locais do estudo (Tabela 6).

Tabela 6- Mortalidade da prole das espécies de abelhas e vespas solitárias por causas desconhecidas e parasitas em diferentes estágios de desenvolvimento, em ninhos-armadilha estabelecidos em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a outubro de 2015. (O= ovo, L= larva, P= pupa, A= adulto pré-emergente).

ESPÉCIES	UFBA				PZBGV				Total de imaturos mortos
	Nº de imaturos mortos				Nº de imaturos mortos				
	O	L	P	A	O	L	P	A	
<i>Centris analis</i>	61	35	30	17	60	15	4	30	252
<i>Centris terminata</i>	1	-	-	1	3	-	1	6	12
Sub-total	62	35	30	18	63	15	5	36	264
<i>Trypoxylon lactitarse</i>	-	-	-	5	-	-	-	2	7
<i>Trypoxylon</i> sp.1	1	-	1	3	-	-	-	2	7
<i>Trypoxylon</i> sp.2	-	-	-	-	-	1	2	8	11
<i>Podium denticulatum</i>	-	-	-	8	2	-	-	1	11
<i>Auplopus pratens</i>	-	-	4	-	-	-	-	-	4
<i>Auplopus subaurarius</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Sub-total	1	-	5	17	2	1	2	13	41
TOTAL	63	35	35	35	65	16	7	49	305

3.6- Razão sexual

Dos ninhos das espécies de abelhas *C. analis* e *C. terminata* e das espécies de vespas *A. pratens*, *P. denticulatum* e *Trypoxylon* sp.2 emergiram um maior número de machos (Tabela 7). Porém, apenas *C. analis*, *P. denticulatum* e *Trypoxylon* sp.2 apresentaram diferenças significativas entre os números de machos e fêmeas, conferindo a essas espécies uma razão sexual enviesada para machos. Para as demais espécies, as diferenças entre os números de machos e fêmeas não foram significativas indicando, assim, uma razão sexual de 1 macho: 1 fêmea (Tabela 7). Nos ninhos das espécies *Podium* sp., *T. diversipes*, *X. frontalis* e *Euglossa* sp. emergiram apenas fêmeas. Já dos ninhos de *Trypoxylon* sp.1 e *T. lactitarse*, embora o número de fêmeas tenha sido superior ao número de machos, as diferenças não foram estatisticamente significantes (Tabela 7).

Tabela 7- Razão sexual da prole produzida pelas espécies de abelhas e vespas solitárias que ocuparam ninhos-armadilha no período de maio de 2014 a outubro de 2015, em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, em Salvador, BA. (*diferença significativa para $gl = 1$ e $p < 0.05$).

Espécie	Total de indivíduos	Machos	Fêmeas	Razão sexual
<i>Xylocopa frontalis</i>	1	0	1	
<i>Centris analis</i>	355	240	115	2,1♂: 1,0♀ ($X^2=44,01$)*
<i>Centris terminata</i>	78	47	31	1,5♂: 1,0♀ ($X^2=3,28$)
<i>Euglossa</i> sp.	1	0	1	
<i>Tetrapedia diversipes</i>	3	0	3	
<i>Podium denticulatum</i>	87	68	19	3,5♂: 1,0♀ ($X^2=29,07$)*
<i>Podium</i> sp.	4	0	4	
<i>Auplopus pratens</i>	28	16	12	1,3♂: 1,0♀ ($X^2=1$)
<i>Auplopus subaurarius</i>	9	6	3	
<i>Trypoxylon</i> sp.1	34	14	20	0,7♂: 1,0♀ ($X^2=1,05$)
<i>Trypoxylon</i> sp.2	145	90	55	1,6♂: 1,0♀ ($X^2=8,44$)*
<i>Trypoxylon lactitarse</i>	32	12	20	0,6♂: 1,0♀ ($X^2=2$)
Total	777	493	284	

3.7- Riqueza, Diversidade, uniformidade e similaridade das espécies nas áreas ocupadas pelo *campus* da UFBA e pelo PZBGV

As curvas de acumulação de espécies para as amostragens realizadas no *campus* da Universidade Federal da Bahia e no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas revelaram uma estabilização no número de espécies muito mais consistente nas amostras provenientes do PZBGV. Na sequência das amostragens realizadas no PZBGV, o número de espécies ocupando os NA se estabilizou a partir 7ª coleta. O número de espécies ($n = 9$) observado nessa área foi igual ao número de espécies revelado pelos estimadores de riqueza Jakknife 1= 9,94 e Chao 2 = 9 espécies. O número de espécies ($n = 11$) amostradas no *campus* da UFBA foi muito próximo à riqueza esperada segundo os estimadores Jakknife 1= 12,89 e Chao 2 = 11,47 espécies (Figura 7).

Figura 7 - Curvas de acumulação de espécies de abelhas e vespas solitárias amostradas no *campus* da Universidade Federal da Bahia (A) e no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (B), em função do número de coletas realizadas no período de maio de 2014 a outubro de 2015 (cada amostra corresponde a um mês, sendo amostra 1 corresponde a maio de 2014 e a amostra 18 a outubro de 2015), em um fragmento urbano de Mata Atlântica, Salvador, Bahia.

Assim como a riqueza de espécies de abelhas e vespas foi maior no *campus* da UFBA, a diversidade medida pelo índice de Shannon-Wiener também mostrou a mesma tendência, ou seja, diversidade significativamente maior no *campus* da UFBA, com $H' = 1,782$, do que no PZBGV, com $H' = 1,298$ ($t = 6,57$; $p < 0,05$). Similarmente, a uniformidade, medida pelo índice de Pielou (J'), foi maior na amostragem realizada no *campus* da UFBA, com $J'_{UFBA} = 0,743$, do que na amostragem proveniente do PZBGV com o índice de uniformidade sendo $J'_{PZBGV} = 0,591$.

A similaridade das espécies de abelhas e vespas entre as duas áreas foi relativamente alta quer seja pelo índice de Sorensen (0,703), comparando apenas a presença/ausência das espécies, quer seja pelo índice de Morisita (0,767), levando em consideração a abundância das espécies.

4- DISCUSSÃO

De maneira geral, a maioria dos trabalhos mostram que os efeitos da fragmentação de habitat e da urbanização tem influência negativa sobre a biodiversidade (Fahrig, 2003; McKinney, 2006; McKinney, 2008; Hernandez *et al.*, 2009). Alguns autores, exemplificando os efeitos da fragmentação dos habitats, registraram maior diversidade de espécies de abelhas e vespas nos fragmentos urbanos maiores em relação aos fragmentos menores (Cane *et al* 2006; Hinnert 2008). Por outro lado, os efeitos da urbanização podem atuar de modo a diminuir ou aumentar a riqueza e abundância de espécies dentro de cada cidade, indicando

assim que os diferentes níveis de urbanização têm efeitos distintos sobre a fauna local de insetos (Owen & Owen, 1975; e Frankie & Koehler, 1978; Zapparoli, 1997; McIntyre, 2000; McIntyre *et al.*, 2001; Fortel *et al.*, 2014). Segundo Savard *et al.* (2000), os efeitos da urbanização vão atuar de diferentes formas a depender do grupo em estudo, escala da paisagem, níveis de urbanização, entre outros. Alguns autores (Zanette *et al.*, 2005; Cane *et al.*, 2006; Hinnners, 2008; Matteson *et al.*, 2008; Fortel *et al.*, 2014) relataram que a ocorrência de um grande número de cavidades naturais em áreas urbanizadas propicia uma maior riqueza de espécies de vespas e abelhas que utilizam essas cavidades, em comparação à riqueza encontrada em áreas do entorno ou em ambientes naturais.

De modo geral, comparando-se a composição faunística da comunidade de abelhas e vespas que ocuparam os ninhos-armadilha no presente trabalho com os dados reportados por Drumond (2003), obtidos no período de novembro/2001 a janeiro/2003 (15 meses) na mesma área estudada, ficou evidenciado um aumento na riqueza de espécies. O número de espécies nidificando no *campus* da UFBA em relação ao número de espécies encontrados no PZBGV foi maior (11 e 9 espécies, respectivamente). Já Drumond (2003) encontrou um número maior de espécies na área do PZBGV em relação ao número encontrado na UFBA (5 e 4 espécies, respectivamente). Tal resultado pode ser decorrente da intensa pressão antrópica ocorrida no *campus* da UFBA ao longo desses 13 anos com o aumento do número de edificações e consequentemente a diminuição da cobertura vegetal. Esse incremento na antropização do *campus* possibilitou um aumento no número de cavidades preexistentes que foram ocupadas por um maior número de espécies de abelhas e vespas, corroborando assim as observações de Zanette *et al.* (2005); Cane *et al.* (2006); Hinnners (2008); Matteson *et al.* (2008) e Fortel *et al.* (2014).

Drumond (2003) coletou um maior número de ninhos de abelhas e vespas no PZBGV, assim como observado no presente estudo. Segundo a autora, ocorreram diferenças significativas entre os números de ninhos coletados nos sítios amostrais, tanto no *campus* da UFBA (7 sítios), como no PZBGV (7 sítios). Do mesmo modo, no presente trabalho, embora o número de sítios e suas localizações tenham sido diferentes daqueles de Drumond (2003), também foram encontradas diferenças entre os números de ninhos nos sítios amostrais. Drumond (2003) sugeriu que o principal fator responsável por tais diferenças foi o gradiente de antropização dos locais onde os sítios estavam instalados, tornando evidente o efeito da estrutura local do microhabitat (cobertura vegetal, incidência solar). Tais efeitos podem

interferir de forma direta sobre a abundância de ninhos coletados. Independente dos fatores que possam estar influenciando no número de nidificações em cada sítio, estudos voltados exatamente para tal objetivo deveriam ser realizados.

Além das diferenças entre os números de espécies amostradas no presente trabalho e aquele relatado por Drumond (2003), as identidades delas também diferiram em sua maioria. As cinco espécies de abelhas agora amostradas pertencem à família Apidae enquanto as duas do estudo anterior pertencem às famílias Apidae e Megachilidae, famílias essas amplamente distribuídas e que possuem grande número de espécies ocupando ninhos-armadilha nas diversas regiões do país (Garófalo *et al.*, 2004; Aguiar *et al.*, 2005; Buschini, 2006; Loyola & Martins, 2006; Krug & Alves-dos-Santos, 2008). Em relação às espécies de abelhas, *C. analis*, *X. frontalis*, *T. diversipes* e *Euglossa* sp., que ocuparam ninhos-armadilha no presente estudo, não foram amostradas por Drumond (2003) ao passo que *Megachile* sp. que ocupou cavidades no estudo anterior, não nidificou no período do presente trabalho. Assim, a única espécie comum em ambos os estudos foi *C. terminata*.

Surpreendentemente, *C. analis*, a espécie de abelha mais abundante em nidificações assim como no número de indivíduos produzidos no presente trabalho, não foi amostrada por Drumond (2003). Esta espécie possui uma ampla distribuição geográfica, ocorrendo do México até o Brasil (Moure, 1960), e tem sido também abundante em trabalhos feitos em várias regiões do nosso país como por exemplo, Camillo *et al.* (1995); Aguiar & Martins (2002); Buschini (2006); Gazola & Garófalo (2009); Mesquita & Augusto (2011); Pina & Aguiar (2011); Martins *et al.* (2012). *Centris analis* tem sido também amostrada em diferentes frequências, ocupando ninhos-armadilha, em alguns trabalhos realizados em áreas urbanas (Alves-dos-Santos, 2003; Miashike, 2010; Cantuária, 2010; Aguiar *et al.*, 2013).

Conforme observado nesse estudo, *C. analis* nidificou em todos os sítios de amostragens do *campus* da UFBA e do PZBGV com a diferença nos números totais de nidificações entre os dois locais sendo pequena. Contudo, um dos sítios de cada local teve uma maior ocupação dos ninhos-armadilha o que sugere que aqueles locais possuem características bióticas e/ou abióticas mais favoráveis à nidificação por essa espécie. Em trabalho realizado na Amazônia, Morato *et al.* (1999) observaram *C. analis* nidificando com maior frequência em locais de derrubada da mata do que em área de mata contínua. Na Costa Rica, Frankie *et al.* (1993) verificaram que o habitat preferido por *C. analis* foi florestas de carvalho com características de estarem sempre verdes, com abundância de ramos mortos, casca bastante espessa, locais sombreados e de temperaturas

mais amenas. Embora observações mais detalhadas sejam necessárias, o sítio 3 no *campus* da UFBA, e o sítio 7 no PZBGV, os quais tiveram maior número de ninhos de *C. analis*, estavam instalados em locais mais abertos recebendo maior insolação e tendo temperatura superior àquela dos locais dos demais sítios, principalmente aqueles restantes instalados no PZBGV. Aparentemente, as condições dos sítios 3 e 7 poderiam ser consideradas mais similares às aquelas descritas por Morato *et al.* (1999).

Embora a diferença entre os números totais de ninhos de *C. analis* em cada um dos locais estudados tenha sido pequena, com menor ocupação dos ninhos-armadilha no *campus* da UFBA, o número total de indivíduos produzidos foi muito maior no PZBGV. A diferença observada entre os números de indivíduos produzidos poderia, contudo, ter sido influenciada pelas taxas de mortalidade dos imaturos que foi maior na UFBA. Porém, a diferença entre a taxa de mortalidade nas áreas não explica o maior número de indivíduos produzidos no PZBGV. Essa maior produção de indivíduos pode ser o resultado de uma maior disponibilidade de alimento na área menos antropizada acompanhada pela utilização, em maior frequência, dos ninhos de cartolina de maiores dimensões. Assim, enquanto 70% dos ninhos ocupados no *campus* da UFBA apresentavam 6,0 cm de comprimento, proporcionando a produção média de 2,6 indivíduos/célula, no PZBGV, 81% dos ninhos-armadilha usados mediam 8,0 cm e proporcionaram uma produção de 3,1 indivíduos/célula.

A mortalidade da prole de *C. analis*, como colocado anteriormente, foi maior nos ninhos coletados no *campus* da UFBA. Alguns estudos realizados por outros autores com *C. analis* tiveram causas desconhecidas como principal fator da mortalidade dos imaturos (Frankie *et al.*, 1988; Vieira-de-Jesus & Garófalo, 2000; Alonso *et al.*, 2012), como também observado no presente estudo, em ambos os locais. Os parasitas *M. bicolor* e um Coleoptera não identificado não foram considerados fator importante para a mortalidade dos imaturos de *C. analis*, visto que apenas duas células foram atacadas. Em outros estudos, *M. bicolor* também foi registrada parasitando ninhos de *C. analis* em baixa frequência, como por exemplo, por Vieira-de-Jesus & Garófalo (2000), Gazola & Garófalo (2003) e Aguiar & Pina (2012). Entre os imaturos mortos, o estágio de ovo, em ninhos estabelecidos tanto no *campus* da UFBA como no PZBGV, foi o que apresentou maior taxa de mortalidade. Segundo Frankie *et al.* (1988, 1993), Vieira-de-Jesus & Garófalo (2000) e Gazola & Garófalo (2003), altas temperaturas nos locais de nidificação podem ser responsáveis pelas altas taxas de mortalidade nos estágios iniciais do desenvolvimento de *C. analis*. Além do problema da

temperatura, Bosch & Kemp (2001) elencam várias outras causas como possíveis fatores de mortalidade dos imaturos de abelhas e vespas solitárias entre os quais, os fatores abióticos (como umidade) e bióticos (escassez de recursos alimentares, inimigos naturais), além de danos mecânicos aos ninhos e o manuseio inadequado dos ninhos recém-fundados. Na ausência de informações precisas sobre os fatores responsáveis pela mortalidade dos imaturos nos ninhos coletados no *campus* da UFBA como também no PZBGV, podemos também sugerir o manuseio dos ninhos durante a sua remoção do campo para o laboratório e, talvez, problemas relacionais com a manutenção de uma temperatura ambiente mais adequada ao desenvolvimento da cria.

Em relação à razão sexual de *C. analis*, alguns autores mostraram que há uma tendência de emergir um maior número de machos nos ninhos (Vieira-de-Jesus & Garófalo, 2000; Aguiar & Martins, 2002; Morato *et al.*, 1999; Alonso *et al.*, 2012; Hirotsu, 2013), assim como foi observado no presente trabalho. Contudo, segundo Alonso *et al.* (2012), o comprimento do ninho-armadilha tem influência na razão sexual das proles de *C. analis*. Segundo os autores, as razões sexuais enviesadas para machos observadas em ninhos-armadilha de menor comprimento tendiam a diminuir conforme o comprimento do ninho aumentava. No presente trabalho foram observados dados similares aos encontrados por Alonso *et al.* (2012). No *campus* da UFBA, a razão sexual diminuiu de 3,7 ♂:1,0 ♀, observada nos ninhos-armadilha com 6,0 cm de comprimento, para 3,3 ♂:1,0 ♀, observada nos ninhos com 8,0 cm de comprimento. Dos ninhos do PZBGV com 6 cm de comprimento a razão sexual diminuiu de 1,9 ♂:1,0 ♀ para 1,6 ♂:1,0 ♀, nos ninhos com 8 cm de comprimento. Assim, quanto maior o comprimento do ninho-armadilha, menor a proporção de machos produzidos. Esse tipo de mudança na razão sexual já tinha sido reportado por Stephen & Osgood (1965), para *Megachile rotundata* (Fabricius), Torchio & Tepedino (1980), para *Osmia lignaria propinqua* Cresson, Tepedino e Parker (1984), para *Hoplitis fulgida*, Bosch (1994a, b), para *O. cornuta* e Gruber *et al.* (2011), para *O. bicornis* Linnaeus.

Centris terminata foi a única espécie de abelha amostrada tanto no trabalho de Drumond (2003) e Drumond *et al.* (2008) como no presente estudo. Esta espécie possui distribuição geográfica que se estende do Equador até o Brasil (Silveira *et al.*, 2002; Moure *et al.*, 2012). *Centris terminata* também foi amostrada em outros estudos utilizando ninhos-armadilha na Amazônia, por Morato *et al.* (1999), e no Maranhão, por Carvalho (2014). Contudo, segundo Moure (2003), *Centris labrosa* Friese, 1899 é sinônimo de *C. terminata*.

Em vista disso, os registros de Camillo *et al.* (1995), Gazola & Garófalo (2009) e Brito *et al.* (2010), reportando a ocorrência de *C. labrosa* nas áreas por eles estudadas, devem ser corrigidos com a indicação da presença de *C. terminata* naqueles ambientes. A persistência desse equívoco por vários anos, dificultou a comparação dos registros de ocorrência de *C. terminata*, bem como dos aspectos relacionados a história de vida dessa espécie.

O número de ninhos de *C. terminata* coletados por Drumond (2003) e Drummont *et al.* (2008) foi maior do que o obtido no presente estudo. Esse menor número de ninhos agora coletados, em especial no PZBGV, pode estar relacionado a dois aspectos: a maioria das nidificações por *C. analis* em ninhos-armadilha de 0,8 cm de diâmetro, diâmetro esse usado por *C. terminata* em 51,6% de seus ninhos no estudo de Drumond (2003) e Drummont *et al.* (2008), e a sobreposição do nicho trófico em 99% entre *C. analis* e *C. terminata* (ver capítulo 2), de modo que as plantas fontes de recursos utilizadas por *C. terminata* estão contidas também na dieta de *C. analis*. Ambos os aspectos, utilização dos ninhos-armadilhas de 0,8 cm de diâmetro e a sobreposição dos nichos tróficos, podem sugerir a ocorrência de processos competitivos entre as espécies tanto por cavidades como pela exploração dos mesmos recursos alimentares. Se isso realmente estiver ocorrendo, temos que imaginar que *C. analis* tem se comportado como uma espécie competitivamente superior a *C. terminata* acarretando uma diminuição na população dessa última espécie.

A permanência de *C. terminata* nas áreas estudadas após 13 anos do estudo pioneiro de Drumond (2003), embora em menores números de nidificações, sugere que, mesmo com a intensa antropização ocorrida nesses anos, em especial na área da UFBA, esse fragmento de Mata Atlântica na área urbana de Salvador, BA, ainda oferece recursos para nidificação e alimentação, funcionando como refúgio para essa espécie de abelha.

Embora as taxas de mortalidade dos imaturos observadas para *C. terminata* tenham sido próximas, 14,1% no estudo Drummont *et al.* (2008) e 12% no presente estudo, a diferença principal foi a ocorrência de dois parasitas, sendo um deles um exemplar de *Coelioxys* sp. (Megachilidae) e o outro, um exemplar de *Tetraonyx* sp. (Coleoptera: Meloidae) nos ninhos coletados por Drummont *et al.* (2008). Esses resultados mostram a presença de poucos inimigos naturais associados aos ninhos na área estudada. Fato similar ocorreu no trabalho de Alves-dos-Santos (2003) em São Paulo, no de Frankie *et al.* (2005) em Berkely, California, e no de Mattenson *et al.* (2008) em Nova Iorque. Segundo Cane (2005), a

ausência/presença de poucas espécies parasitas em ambientes urbanos é devido a necessidade de grandes populações de hospedeiros para que eles possam persistir nesses ambientes.

O resultado aqui obtido sobre a razão sexual em *C. terminata* foi igual àquele reportado por Morato *et al.* (1999), a partir dos ninhos coletados em uma área da Amazônia, e diferiram daqueles de Drumond (2003) e Drummont *et al.* (2008), que reportaram uma razão sexual enviesada para machos.

Ao contrário do relatado por Loyola & Martins (2006) e Silva-Junior (2011), os quais amostraram um maior número de espécies de abelhas, nos trabalhos de Alves-dos-Santos (2003), Drumond (2003) e o aqui apresentado, o número de espécies de vespas ocupando os ninhos-armadilhas foi maior. A ocorrência de espécies do gênero *Trypoxylon* Latreille, 1796, no presente trabalho corrobora o que já foi visto em outros estudos realizados em vários ambientes como sendo um dos gêneros mais comuns e mais abundantes ocupando ninhos-armadilha (Camillo, *et al.*, 1993; Camillo, 1994; Camillo *et al.* 1995; Assis & Camilo 1997; Garcia, 1993; Morato & Campos, 2000; Camillo & Brescovit, 2000; Alves-dos-Santos, 2003; Drumond, 2003; Loyola & Martins, 2006; Buschini & Woiski, 2008; Santoni *et al.*, 2009; Woiski, 2009; Miashike 2010; Silva-Junior, 2011; Oliveira Nascimento & Garófalo, 2014) Dois fatores podem ser apontados como responsáveis pelo grande número de ninhos ocupados por indivíduos desse gênero: por ser o mais diverso da família Crabronidae e por possuir ampla distribuição geográfica, com a maior diversidade registrada para a região Neotropical (Hanson & Menke, 1995; Pulaswki, 2016).

Das espécies do gênero *Trypoxylon*, *T. lactitarse* aqui amostrada foi a única espécie que também ocupou ninhos-armadilha em outros estudos realizados em áreas urbanas como por exemplo os trabalhos de Alves-dos-Santos (2003), Loyola & Martins (2006) e Silva-Junior (2011), com diferentes abundâncias. No estudo de Drumond (2003), essa espécie, a única entre as vespas em comum com aquelas amostradas nesse trabalho, foi inventariada como *Trypoxylon cinereum* Cameron, 1889. Contudo, segundo Kroupa *et al.* (2016), *T. cinereum* é sinônimo de *T. lactitarse* o que indica que Drumond (2003) também amostrou a referida espécie. Assim como ocorreu com *C. terminata*, o número de ninhos de *T. lactitarse* foi muito menor quando comparado com o trabalho de Drumond (2003). Embora os resultados tenham sido semelhantes, diminuição do número de ninhos tanto de *C. terminata* como de *T. lactitarse*, os fatores que ocasionaram essas alterações, ao longo do tempo, podem ser de naturezas diferentes pois, como enfatizado por vários autores, os efeitos da urbanização

vão atuar de diferentes formas a depender do grupo em estudo, escala da paisagem, níveis de urbanização, entre outros (McKinney, 2008). Seria interessante que observações futuras pudessem avaliar as abundâncias dessas espécies na área.

Como ocorreu com as espécies de abelhas, entre as vespas *P. denticulatum*, a segunda espécie mais abundante em número de ninhos nesse trabalho, não foi amostrada por Drumond (2003) e nem por outros autores trabalhando em áreas urbanas como Alves-dos-Santos (2003), Loyola & Martins (2006) e Silva-Junior (2011). Contudo, em estudos realizados em ambientes não urbanizados, com ninhos-armadilha, nos estados de Minas Gerais e São Paulo (Camillo, *et al.*, 1996; Assis & Camilo, 1997; Gazola, 2003; Silva, 2008; Ribeiro & Garófalo, 2010; Oliveira Nascimento & Garófalo, 2014), *P. denticulatum* tem ocupado as cavidades em variadas abundâncias. Em relação à razão sexual, *P. denticulatum* e *Trypoxylon* sp.2 foram as únicas espécies, entre as vespas, que produziram um número de machos significativamente maior que o de fêmeas. Curiosamente, nos trabalhos de Camillo *et al.* (1996), Ribeiro & Garófalo (2010) e Oliveira-Nascimento & Garófalo (2014), as razões sexuais para as populações de *P. denticulatum* não diferiram de 1 macho: 1 fêmea, mostrando que esse caráter da biologia da espécie é variável. Segundo Buschini (2007) e Polidori *et al.* (2011), a razão sexual em espécies de vespas solitárias é afetada pelo diâmetro do ninho-armadilha e disponibilidade de alimento. Como ocorre com *T. lactitarse*, *P. denticulatum* também é uma espécie que apresenta uma ampla distribuição geográfica ocorrendo desde o México até o Brasil (Bohart & Menke, 1976).

O gênero *Auplopus* possui ampla distribuição geográfica por quase todo o mundo (Evans & Yoshimoto, 1962). No Brasil, há registros de espécies do gênero *Auplopus* em trabalhos feitos com ninhos-armadilha, como por exemplo, por Loyola & Martins (2006); Woiski, (2009); Buschini & Woiski (2008); Oliveira Nascimento & Garófalo (2014); Costa (2015). A espécie *A. pratens*, amostrada nesse trabalho, tinha sido registrada apenas por Camillo *et al.* (1995), Gazola (2003) e Oliveira Nascimento & Garófalo (2014) em trabalhos feitos na Fazenda Santa Carlota, município de Cajuru, SP, Fazenda Santa Cecília, Patrocínio Paulista, SP, e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, respectivamente, corroborando a informação de Fernandez (2000) de que a referida espécie ocorre apenas em nosso país. O resultado aqui obtido expande a distribuição geográfica dessa espécie para mais um estado, Bahia. Em relação à *A. subaurarius*, as informações estão restritas à sua descrição juntamente com a ocorrência no Brasil (Dreisbach, 1963) e amostragem de ninhos na Fazenda Santa Cecília,

município de Patrocínio Paulista, SP, por Gazola (2003). Essa autora obteve 9 ninhos e 45 células a partir das quais emergiram 27 machos e 13 fêmeas, proporcionando uma razão sexual similar àquela observada nesse trabalho.

Em trabalhos realizados com vespas solitárias ocupando ninhos-armadilha, independente do ambiente estudado, as taxas de mortalidade dos imaturos tem variado de modo bastante significativo. Um exemplo claro dessa variação são os resultados reportados para a mortalidade dos imaturos para populações de *T. lactitarse*: 4,9% no trabalho de Drumond (2003) e 52% no trabalho de Loyola & Martins (2006). No presente trabalho a mortalidade observada foi de 21,9% configurando, assim, uma grande variabilidade nas taxas de mortalidade para uma mesma espécie. No caso de *P. denticulatum* a variação na mortalidade também é acentuada, com os valores partindo de 11,5%, observado nesse trabalho, até 47,7%, reportado por Ribeiro & Garófalo (2010), passando por 22,2%, no estudo de Oliveira-Nascimento & Garófalo (2014), e 32,6% reportado por Assis & Camillo (1997). Enquanto a mortalidade dos imaturos de todas as espécies de vespas amostradas no presente trabalho tenha sido ocasionada por fatores desconhecidos, nos outros trabalhos aqui relacionados houve a participação de inimigos naturais atuando naquela mortalidade como por exemplo, *Melittobia* sp. e *Anthrax* sp. associada aos ninhos de *T. lactitarse* (Loyola & Martins, 2006; Assis & Camillo, 1997); *Melittobia* sp., *Anthrax* sp., espécies de Chrysididae e de Tachinidae associados aos ninhos de *P. denticulatum* (Assis & Camillo, 1997; Ribeiro & Garófalo, 2010).

Segundo Young (1982); Tommasi *et al.* (2004) e Oertli *et al.* (2005), a atividade de nidificação das espécies varia ao longo do ano devido a fatores climáticos e disponibilidade de recursos alimentares. Estudos com abelhas e vespas ocupando ninhos-armadilha mostraram resultados confirmando essa afirmação, como por exemplo, os de Assis & Camillo (1997); Camillo & Brescovit (1999) Morato *et al.* (1999); Viana *et al.* (2001); Aguiar & Martins (2002); Gazola (2003); Aguiar *et al.*, (2004); Loyola & Martins (2006) Drummond *et al.* (2008); Gazola & Garófalo (2009); Ribeiro & Garófalo (2010); Alonso *et al.* (2012); Oliveira Nascimento & Garófalo (2014).

No trabalho de Drumond (2003) e Drummond *et al.* (2008), a maior frequência de nidificação de *C. terminata* ocorreu nos meses com temperaturas elevadas e baixos índices pluviométricos, assim como observado no presente estudo. Entretanto, em outras regiões os picos de nidificação de *C. terminata* ocorreram na estação quente/chuvosa, como registrado

por Camillo *et al.*(1995); Gazola & Garófalo (2009), em São Paulo, por Morato *et al.* (1999) na Amazônia Central e por Thiele (2005), na Costa Rica.

A espécie *C. analis* possui uma ampla distribuição geográfica, sendo que as suas atividades de nidificação variam de acordo com a região. No presente estudo, as maiores frequências de nidificação ocorreram nos períodos com temperaturas elevadas e baixos índices pluviométricos (janeiro-março). Padrão semelhante para *C. analis* também foi encontrado por Aguiar & Martins (2002) na Reserva Biológica de Guaribas, no estado da Paraíba, e por Aguiar & Pina (2012) e Aguiar *et al.* (2013) em Feira de Santana-BA. Contudo, em outras regiões as maiores atividades de nidificação ocorreram na estação quente/chuvosa em trabalhos realizados no estado de São Paulo por Camillo *et al.*(1995); Gazola & Garófalo (2009); Alonso *et al.* (2012); Hirotzu (2013), em Minas Gerais, por Mesquita & Augusto; na Amazônia Central, por Morato *et al.* (1999), e por Thiele (2005), na Costa Rica.

Para a espécie *P. denticulatum*, a maior frequência de nidificação ocorreu nos meses que apresentaram altos índices pluviométricos e temperaturas baixas (junho e julho). No entanto, nos estudos realizados com *P. denticulatum* em ambientes não urbanizados, por Assis & Camilo (1997) em Minas Gerais, Ribeiro & Garófalo (2010) e Oliveira Nascimento & Garófalo (2014) em São Paulo, observaram que a maioria das atividades de nidificação das fêmeas ocorreu durante a estação quente/ chuvosa (setembro-abril).

No presente estudo, as curvas de acumulação de espécies para os locais amostrados revelaram uma estabilização mais precoce no número de espécies no PZBGV e uma mais tardia no *campus* da UFBA. Os valores dos estimadores de riqueza Jakknif 1 e Chao 2 sugerem fortemente que as espécies amostradas em ambos os locais correspondem aos números esperados de espécies que ali vivem ou estão muito próximo aqueles números.

5-CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Os resultados obtidos mostram que o fragmento de Mata Atlântica presente na área urbana de Salvador, BA, apesar de relativamente pequeno e estar sob intensa pressão antrópica devido à urbanização no entorno e dentro do *campus* da UFBA, ainda é capaz de abrigar comunidades de abelhas e vespas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes. Diante do exposto, fica clara a importância de se preservar áreas verdes para a manutenção das comunidades daqueles insetos, além de aumentar e manter a qualidade de vida dos humanos nos ambientes urbanos.

Estudos em diversas áreas verdes de Salvador como praças, jardins, cemitérios e outros parques podem complementar o conhecimento sobre a diversidade de vespas e de abelhas solitárias em áreas urbanas, em escala regional. Além disso, estudos relativos à ecologia de paisagem podem auxiliar na compreensão dos impactos da urbanização sobre essas comunidades de insetos.

6-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, A.J.C. & Martins, C.F. 2002. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 19:101–116.

Aguiar, C.M.L. & Garófalo, C.A. 2004. Nesting biology of *Centris* (Hemisiella) *tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 21: 477-486.

Aguiar, C.M.L., Garófalo, C.A. & Almeida, G.F. 2005. Trap-nesting bees (Hymenoptera, Apoidea) in areas of dry semideciduous forest and Caatinga, Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22: 1030-1038.

Aguiar, C.M.L., Garófalo, C.A. & Almeida, G.F. 2006. Biologia da nidificação de *Centris* (Hemisiella) *trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 23: 323-330.

Aguiar, C.M.L., Dórea, M.C., Santos, F.A.R., Santos, R. M. & Almeida, G.F. 2010. Contribuições da entomopalinologia para o estudo das interações entre abelhas Centridini e plantas brasileiras. In: *Anais do IX Encontro sobre Abelhas*, Ribeirão Preto, SP, Brasil. 288-292.

Aguiar, C.M.L. & Pina, W. C. 2012. Mortalidade da prole de abelhas coletoras de óleo (Hymenoptera, Apidae) em áreas cultivadas com aceroleira. *Magistra*, 24: 136-142.

Aguiar, C.M.L., Medeiros, R.L.S. & Almeida, G.F. 2013. Mortalidade da prole em duas espécies de *Centris* (Hymenoptera, Apidae) em uma área urbana. *Magistra*, 25: 37-42.

Alonso, J.D.S., Silva, J.F. & Garófalo, C.A. 2012. The effects of cavity length on the nest size, sex ratio and mortality of *Centris (Heterocentris) analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, 43: 436-448.

Alves-dos-Santos, I., Melo, G.A.R. & Rozen, Jr. J.G. 2002. Biology and immature stages of the bee tribe Tetrapediini (Hymenoptera: Apidae). *American Museum Novitates*, 3377: 1-45.

Alves-dos-Santos, I. 2003. Trap-nesting bees and wasps on the University Campus in São Paulo, Southeastern Brazil (Hymenoptera: Aculeata). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 76: 328-334.

Alves-dos-Santos, I. 2004. Biologia de nidificação de *Anthodioctes megachiloides* Holmberg (Anthidiini, Megachilidae, Apoidea). *Revista Brasileira de Zoologia*, 21: 739-744.

Alves-dos-Santos, I. 2010. *Anthodioctes megachiloides* nesting in an abandoned nest of *Brachymenes dyscherus* (Hymenoptera, Megachilidae, Vespidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 83: 89-91.

Assis, J. M. F. & Camillo, E. 1997. Diversidade, sazonalidade e aspectos biológicos de vespas solitárias (Hymenoptera: Sphecidae: Vespidae) em ninhos-armadilha na região de Ituiutaba. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 26: 335-347.

Ayres, M., Ayres Júnior, M., Ayres, D.L. & Santos, A.A. 2007. BIOESTAT –Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Ong Mamiraua. Belém, PA.

Batra, S.W. 1984. Solitary bees. *Scientific American*, 250: 86-93.

Brito, V.L.G., Pinheiro, M. & Sazima, M. 2010. *Sophora tomentosa* and *Crotalaria vitellina* (Fabaceae): reproductive biology and interactions with bees in the restinga of Ubatuba, São Paulo. *Biota Neotropica*. 10:1.

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

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

Bosch, J., & Kemp, W. P. 2001. How to manage the blue orchard bee as an orchard pollinator. Sustainable Agriculture Network, National Agricultural Library; Beltsville, 88 p.

Bohart, R.M. & Menke, A.S. 1976. Sphecid wasps of the world: a generic revision. University of California Press, Berkeley, California, 695 p.

Buschini, M.L.T. & Woiski T.D. 2008. Alpha-beta diversity in trap-nesting wasps (Hymenoptera: Aculeata) in Southern Brazil. *Acta Zoologica*, 89:351–358.

- Buschini, M.L.T. 2007. Life-history and sex allocation in *Trypoxylon* (syn. *Trypargilum*) *lactitarse* (Hymenoptera; Crabronidae). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 45: 206-213.
- Buschini, M.L.T. 2006. Species diversity and community structure in trap-nesting bees in Southern Brazil. *Apidologie*, 37: 58-66.
- Buschini, M. L. T., Lazzarini, L. W. & Niesing, F. 2006. Nesting biology of *Trypoxylon* (*Trypargilum*) *lactitarse* (Hymenoptera; Crabronidae) in trap-nests in southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66: 161-171.
- Cantuária, P.C. 2010. Comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) de fragmento de floresta urbana, Santana, Amapá, Brasil. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Integrado em Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Amapá, 62 p.
- Cane, J.H. 2005. Bees, pollination, and the challenges of sprawl, pp. 109-124. In Johnson, E. A. & Klemens, M. W. [eds.], *Nature in fragments: the legacy of sprawl*. Columbia University Press, New York.
- Cane, J.H., Minckley, R.L., Kervin, L. & Roulston, T.H. 2006. Complex responses within a desert bee guild (Hymenoptera: Apiformes) to urban habitat fragmentation. *Ecological Application*, 16:632- 644.
- Camarotti, M.F. & Martins, C.F. 2005. Biologia de nidificação e aspectos ecológicos de *Anthodioctes lunatus* (Smith) (Hymenoptera: Megachilide, Anthidiini) em área de Tabuleiro Nordestino, PB. *Neotropical Entomology*, 34: 375-380.
- Camillo, E., Garófalo, C.A., Muccillo, G. & Serrano, J. C. 1993. Biological observation on *Trypoxylon* (*Trypargilum*) *lactitarse* Saussure in Southeastern Brazil (Hymenoptera, Sphecidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 37: 769-778.
- Camillo, E., Garófalo, C.A. & Serrano, J.C. 1994. Observações sobre a biologia de *Trypoxylon* (*Trypargilum*) *rogenhoferi* Kohl (Hymenoptera: Sphecidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 23: 299-310.
- Camillo, E., Garófalo, C.A., Serrano, J.C. & Muccillo, G. 1995. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). *Revista Brasileira de Entomologia*, 39: 459-70.
- Camillo, E. & Brescovit, A. D. 1999. Aspectos biológicos de *Trypoxylon* (*Trypargilum*) *lactitarse* Saussure e *Trypoxylon* (*Trypargilum*) *rogenhoferi* Kohl (Hymenoptera: Sphecidae) em ninhos-armadilha, com especial referência a suas presas. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 28: 251-262.
- Camillo, E. & Brescovit, A. D. 2000. Spider prey (Araneae) of *Trypoxylon* (*Trypargilum*) *rogenhoferi* (Hymenoptera: Sphecidae) in southeastern Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 48: 647-656.

Carvalho, G. M., Roque, N. & Guedes, M. L.S. 2007. Levantamento das espécies arbóreas da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia. *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, 7: 377-387.

Carvalho, G.C.A. 2014. Comunidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apidae) que nidificam em ninhos-armadilha em uma área de Cerrado no Parque Estadual do Mirador, Formosa da Serra Negra, Maranhão. Dissertação apresentada ao programa de Pos-graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, 86 p.

CONDER. 1994. Informações básicas dos municípios baianos: Região Metropolitana de Salvador. 267 p.

Cordeiro, G. D. & Alves-dos-Santos, I. 2008. Biologia de nidificação em *Hylaeus* (Colletidae), p. 192-197. In: De Jong, D., Franco, T. M. & Santana, W. C. (eds). *Anais do VIII Encontro sobre Abelhas*. Ribeirão Preto, Funpec Editora, 812 p.

Costa, C.F.C. 2015. Assembléia de vespas (Hymenoptera) que nidificam em ninhos-armadilha na Reserva Natural do Salto Morato (PR). Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Coville, R.E., Griswold, C. & Coville, P.L. 2015. Notes on the habits of the spider hunting wasps *Trypoxylon lactitarse* Saussure, 1867 and *T. menkeanum* Coville, 1982 (Hymenoptera: Crabronidae) in Costa Rica. *Pan-Pacific Entomologist*, 91:257-273.

Coville, R.E. 1981. Biological observations on three *Trypoxylon* wasps in the subgenus *Trypargilum* from Costa Rica: *T. nitidum schulthessi*, *T. saussurei* and *T. lactitarse* (Hymenoptera: Sphecidae). *The Pan-Pacific Entomologist*, 57: 332-40.

Cullen, L., Rudran, R. & Valladares-Padua, C. 2009. Métodos de estudos em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre. 2°. Ed. Editora UFPR, 652 p.

Diretório Acadêmico de Geociências/UFBA. 2000. Projeto Campus: Mapeamento e levantamento de dados ambientais e de infra-estrutura do Campus de Ondina da UFBA com o uso de um Sistema de Informações Geográficas – SIG. Relatório (não publicado), 21p.

Dreisbach, R.R. 1963. New species of spider wasps, genus *Auplopus*, from the Americas south of the United States (Hymenoptera: Psammocharidae). In Frank A. Taylor, F. A. *Proceedings of the United States National Museum*, Washington, 114:137–211.

Drumond, P.D.M. 2003. Abelhas e vespas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes em fragmentos urbanos de Mata Secundária em Salvador, Bahia. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia. 102 p.

Drummond, P.D.M, Silva, F.O. & Viana, B.F. 2008. Ninhos de *Centris* (*Heterocentris*) *terminata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini) em fragmentos de Mata Atlântica secundária, Salvador, BA. *Neotropical Entomology*, 37: 239-246.

Evans, H.E. & Yoshimoto, C.M. 1962. The ecology and nesting behavior of the Pompilidae (Hymenoptera) of the Northeastern United States. Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America, 3: 67-119.

Evans, H.E. & Eberhard, M.J.W. 1970. The Wasps. Ann. Arbor., The University of Michigan Press, 265 p.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology and Systematics, 34:487-515.

Faria, G.A. 1997. Dados preliminares sobre a composição florística do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas. In. XXII Congresso Brasileiro de Zoológicos e IV Encontro Internacional de Zoológicos. Resumos. Salvador, Bahia.

Fernandez, F. 2000. Avispas cazadoras de arañas (Hymenoptera: Pompilidae) de la Región Neotropical. Biota Colombiana, 1: 3-24.

Frankie, G.W. & Koehler, L.E. 1978. Ecology of insects in urban environments. Annual Review of Entomology, 23: 367-387.

Frankie, G.W., Vinson, S.B., Newstrom, L. & Barthell, J. F. 1988. Nest site habitat preferences of *Centris* bees in the Costa Rican dry forest. Biotropica, 20:301-310.

Frankie, G.V., Newstrom, L., Vinson S. B. & Barthel, J. F. 1993. Nesting-habitat preferences of selected *Centris* bee species in Costa Rican dry forest. Biotropica, 25: 322-333.

Frankie, G.W., Thorp, R.W., Schindler, M., Hernandez, J., Ertter, B. & Rizzardi, M. 2005. Ecological patterns of bees and their host ornamental flowers in two northern California cities. Journal of the Kansas Entomological Society, 78: 227-246.

Freitas, B.M. & Oliveira-Filho, J.H. 2003. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). Ciência Rural, 33:1135-1139.

Fortel, L., Henry, M., Guilbaud, L., Guirao, A.L. & Kuhlmann, M. 2014. Decreasing Abundance, Increasing Diversity and Changing Structure of the Wild Bee Community (Hymenoptera: Anthophila) along an Urbanization Gradient. PLoS ONE, 9:104-679.

Garcia, M.V.B. 1993. Biologia de *Trypoxylon (Trypargilum) rogenhoferi* Kohl (Hymenoptera, Sphecidae) e atividade de nidificação de *Trypoxylon (Trypargilum)* sp. na Amazônia Central. Dissertação de mestrado. INPA/UFAM. 105 p.

Gaglianone, M.C., Rocha, H.H.S., Benevides, C.R., Junqueira, C.N. & Augusto, S.C. 2010. Importância de Centridini (Apidae) na polinização de plantas de interesse agrícola: o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) como estudo de caso na região sudeste do Brasil. Oecologia Australis, 14:152-164.

Garófalo, C.A., Camillo, E., Serrano, J.C. & Rebelo, J.M.M. 1993. Utilization of trap nests by Euglossini species (Hymenoptera, Apidae). Revista Brasileira de Biologia, 53: 177-187.

Garófalo, C.A. 2000. Comunidades de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que utilizam ninhos-armadilha em fragmentos de matas do Estado de São Paulo. Anais do IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, SP, Brasil, 4:121-128.

Gazola, A.L. & Garófalo, C.A. 2003. Parasitic behavior of *Leucospis cayennensis* Westwood (Hymenoptera, Chalcidoidea, Leucospidae) and rates of parasitism in populations of *Centris* (*Heterocentris*) *analis* Fabricius (Hymenoptera, Apidae, Centridini). Journal of the Kansas Entomological Society, 76: 131-142.

Garófalo, C.A., Martins, C.F. & Alves-dos-Santos, I. 2004. The Brazilian solitary bee species caught in trap nests. In: International Workshop on solitary bees and their role in pollination, Beberibe. Solitary Bees: conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza- CE, Imprensa Universitária, 77 – 84.

Gazola, A.L. & Garófalo, C.A. 2009. Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) in forest fragments of the State of São Paulo, Brazil. Genetics and Molecular Research, 8: 607-622.

Gruber, B., Eckel, K., Everaars, J. & Dormann, C.F. 2011. On managing the red mason bee (*Osmia bicornis*) in apple orchards. Apidologie, 42:564–576.

Gruchowski-w, F.C., Iantas, J., Maciel, L. & Holdefer, D.R. 2011. Inventário da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apóidea) com a utilização de armadilha atrativa e interceptadora de vôo em flora típica sul paranaense. Biodiversidade Pampeana, 8: 25-31.

Hammer, O., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analyses. Paleontologia eletrônica 4.

Hanson, P. E., & Menke, A. S. 1995. The sphecids wasps (Sphecidae). In: The Hymenoptera of Costa Rica. P. E. Hanson & I. A. Gauld (Eds.), 621-649.

Hernandez, J.L., Frankie, G.W. & Thorp, R.W. 2009. Ecology of urban bees: A review of current knowledge and directions for future study. Cities and the Environment, 2:15.

Hinners, S.J. 2008. Pollinators in an urbanizing landscape: effects of suburban sprawl on a grassland bee assemblage. PhD Dissertation, University of Colorado, 24 p.

Hirotsu, C.M. 2013. Seleção de cavidades para nidificação, tamanho da progênie por ninho, razão sexual e mortalidade de imaturos e adultos de *Centris* (*Heterocentris*) *analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Apidae, Centridini). Dissertação de Mestrado. FFCLRP-USP, 79 p.

Hutcheson, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. Journal of Theoretical Biology, 29: 151-154.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Dados meteorológicos para a região de Salvador, Bahia, no período de maio de 2014 a agosto de 2015. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/>>. (Acesso em: 21/08/2015).

Kroupa, A.S., Lohrmann, V., Pulawski, W.J. & Schmid-Egger, C. 2016. HymIS: Hymenoptera Information System (version Sep 2013). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 29th

January 2016 (Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Kunze T., Flann C., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., eds). Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands.

Krombein, K.V. 1967. Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates. Washington, Smithsonian Press, 510 p.

Krug, C. & Alves-dos-Santos, I. 2008. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em floresta ombrófila mista em Santa Catarina. *Neotropical Entomology*, 37: 265-278.

Loyola, R.D. & R.P. Martins. 2006. Trap-nest occupation by solitary wasps and bees (Hymenoptera: Aculeata) in a forest urban remnant. *Neotropical Entomology*, 35: 41–48.

Magurran, A.E. 2004. *Ecological Diversity and its Measurements*. Princeton University Press, Princeton, 215 p.

Martins, C.F., Ferreira, R.P. & Carneiro, L.T. 2012. Influence of the orientation of nest entrance, shading, and substrate on sampling trap-nesting bees and wasps. *Neotropical Entomology*, 41:105–111.

Martins, R.P. & Pimenta, H.R. 1993. Ecologia e comportamento de vespas solitárias predadoras. *Ciência Hoje*, 15:14-19.

Matteson, K.C., Ascher, J.S. & Langellotto, G.A. 2008. Bee richness and abundance in New York City urban gardens. *Annals of the Entomological Society of America*, 101:140-150.

McIntyre, N.E. 2000. Ecology of urban arthropods: a review and a call to action. *Annual Review of Entomology*, 93:826–835.

McIntyre, N.E., Rango, J., Fagan, W.F. & Faeth, S.H. 2001. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. *Landscape and Urban Planning*, 52:257–274.

McKinney, M.L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience*, 52:883–890.

McKinney, M.L. 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 127: 247–260.

McKinney, M.L. 2008. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Landscape and Urban Planning*, 11:161–176.

Mendes, F.N. & Rêgo, M.M.C. 2007. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51: 382-388.

Mesquita, T.M.S. & Augusto, S.C. 2011. Diversity of trap-nesting bees and their natural enemies in the Brazilian savanna. *Tropical Zoology*, 24:127-144.

- Menke, A.S. & Fernández, F. 1996. Claves ilustradas para las subfamilias, tribus y géneros de esfécidos neotropicales (Apoidea: Sphecidae). *Revista de Biología Tropical*, 44: 1-68.
- Miashike, R.L. 2010. Inventário de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) com o auxílio de ninhos-armadilha no *campus* da UNESP de Rio Claro – SP, 50 p.
- Michener, C.D. 2007. *The Bees of the World*. 2nd Edition. The John Hopkins University Press, Baltimore, 953 p.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas.
- Morato, E.F., Garcia, M.V.B. & Campos, L.A.O. 1999. Biologia de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthoporidae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16: 1213-1222.
- Morato, E.F. & Campos, L.A.O. 2000. Efeitos da fragmentação florestal sobre abelhas e vespas solitárias em uma área da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17: 429-444.
- Morato, E. F. 2001. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias na Amazônia Central. II. Estratificação vertical. *Revista Brasileira de Zoologia*. 18: 737 – 747.
- Morellato, L.P.C. & Haddad, C.F.B. 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, 32: 786 - 792.
- Morisita, M. 1959. Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Memoirs of the Faculty of Science Kyushu University, Series E, Biology*, 3: 65-80.
- Moure, J.S. 1960. Notes on the types of the neotropical bees described by Fabricius (Hymenoptera: Apoidea), *Journal, Studia Entomologica Petropolis*, 3:97–160.
- Moure, J. S. 2003. Duas espécies novas de *Centris* (Heterocentris) Cockerell, da região amazônica e do Brasil Central (Hymenoptera, Apoidea). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20:265-268.
- Moure, J. S., Melo, G.A.R. & Vivallo, F. 2012. Centridini Cockerell & Cockerell, 1901. In Moure, J. S., Urban, D. & 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 Feb/02/2016.
- Oertli, S., Müller, A. & Dorn, S. 2005. Ecological and seasonal patterns in the diversity of a species-rich bee assemblage (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). *European Journal of Entomology*, 102: 53-63.
- Oliveira, N.A.L. & Garófalo, C. A. 2014. Trap-nesting solitary wasps (Hymenoptera: Aculeata) in an insular landscape: Mortality rates for immature wasps, parasitism, and sex ratios. *Sociobiology*, 61: 207-217.

- O'Neill, K. M. 2001. Solitary wasps. Behavior and natural history. London: Comstock Publishing Associates, 406 p.
- Owen, J. & Owen, D.F. 1975. Suburban gardens: England's most important reserve? *Environmental Conservation*, 2: 53–59.
- Pereira, M., Garófalo, C.A., Camillo, E. & Serrano, J.C. 1999. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, 30: 327-338.
- Pereira, M. & Garófalo, C.A. 2010. Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopinae) em ninhos-armadilha. *Oecologia Australis*, 14: 193-209.
- Pielou, E.C. 1966. An introduction to mathematical ecology. New York, John Wiley & Sons, 286 p.
- Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. New York, John Wiley & Sons, 165p.
- Pina, W.C. & Aguiar, C.M.L. 2011. Trap-nesting Bees (Hymenoptera: Apidae) in Orchards of Acerola (*Malpighia emarginata*) in a Semiarid Region of Brazil. *Sociobiology*, 58: 379-392.
- Pires, E., Pompeu, D.C. & Souza-Silva, M. 2012. Nidificação de vespas e abelhas solitárias (Hymenoptera: Aculeata) na Reserva biológica Boqueirão, Ingaí, Minas Gerais. *Bioscience Journal*, 28: 302-311.
- Polidori, C., Boesi, R. & Borsato, W. 2011. Few, small, and male: Multiple effects of reduced nest space on the offspring of the solitary wasp, *Euodynerus (Pareuodynerus) posticus* (Hymenoptera: Vespidae). *Comptes Rendus Biologies*, 334: 50-60.
- Primack, R.B. & Rodrigues, E. 2001. Biologia da Conservação. Londrina, E. Rodrigues, 328p.
- Pulawski, W.J. Catalog os Sphecidae sensu lato. 2016. Disponível em: < <https://www.calacademy.org/scientists/projects/catalog-of-sphecidae> > Acesso em: 02/16.
- R Development Core Team. 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Ribeiro, F. & Garófalo, C.A. 2010. Nesting behavior of *Podium denticulatum* Smith (Hymenoptera: Sphecidae). *Neotropical Entomology*, 39:885-891.
- Santoni, M.M., Brescovit, A.D. & Del Lama, M.A. 2009. Ocupação diferencial do habitat por vespas do gênero *Trypoxylon (Trypargilum)* Latreille (Hymenoptera, Crabronidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 53: 107-114.
- Santos, A.M., Serrano, J.C., Couto, R.M., Rocha, L.S.G., Mello-Patiu, C.A. & Garófalo, C.A. 2008. Conopid flies (Diptera: Conopidae) parasitizing *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Neotropical Entomology*, 37: 606-608.

Savard, J.P.L., Clergeau, P. & Mennechez, G. 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, 48: 131–142.

Silva, F.O., Viana, B.F. & Neves, E.L. 2001. Biologia e arquitetura de ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Neotropical Entomology*, 30: 541-545.

Silva, C.I., Augusto, S.C., Sofia, S.H & Mosch, I.S. 2007. Diversidade de Abelhas em *Tecoma stans* (L.) Kunth (Bignoniaceae): Importância na Polinização e Produção de Frutos. *Neotropical Entomology*, 36: 331-341.

Silva-Júnior, J.L.P. 2011. Diversidade de espécies e aspectos da nidificação de Aculeata (Insecta, Hymenoptera) não sociais em ninhos-armadilha em fragmento de mata atlântica e área urbana. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 107 p.

Silva, M., Ramalho, M., Aguiar, C.M. & Silva, M.D. 2015. Apifauna (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de restinga arbórea-Mata Atlântica na costa Atlântica do Nordeste do Brasil. *Magistra*, 27:110 – 121.

Silva, J.F. 2008. Vespas solitárias (Hymenoptera: Aculeata) nidificando em ninhos-armadilha na Estação Ecológica de Ribeirão Preto, Mata Santa Teresa, Ribeirão Preto, SP. Dissertação de Mestrado- FFCLRP-USP, 55 p.

Silveira, F.A., Melo, G.A.R. & Almeida, E.A.B. 2002. Abelhas brasileiras: Sistemática e identificação. Belo Horizonte, Silveira, F.A., 253 p.

Sorensen, T. 1948. A method of establishing group of equal amplitude in plant sociobiology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter*, 5:1-34.

Stephen, W.P. & Osgood, C.E. 1965. Influence of tunnel size and nesting medium on sex ratio in a leaf-cutter bee, *Megachile rotundata*. *Journal of Economic Entomology*, 58:965–968.

Taura, H.M., Laroca, S., Barbosa, J.F. & Rodrigues, J. 2007. Melissocenótica (Hymenoptera, Anthophila) no Parque Florestal dos Pioneiros, Maringá, PR. (sul do Brasil) – Parte II. Utilização de recursos florais. *Acta Biológica Paranaense*. Curitiba, 36: 175-192.

Tepedino, V.J. & Parker, F.D. 1984. Nest selection, mortality and sex ratio in *Hoplitis fulgida* (Cresson) (Hymenoptera: Megachilidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 57: 181–189.

Thiele, R. 2005. Phenology and nest site preferences of wood-nesting bees in a Neotropical lowland rain forest. *Studies of Neotropical Fauna and Environment*, 40: 39-48.

Tommasi, D., Miro, A., Higo, H.A. & Winston, M.L. 2004. Bee diversity and abundance in an urban setting. *Canadian Entomologist*, 136: 851-869.

Torchio, P.F. & Tepedino, V.J. 1980. Sex ratio, body size and seasonality in solitary bee, *Osmia lignaria propinqua* Cresson (Hymenoptera: Megachilidae). *Evolution*, Lawrence, 34: 993-1003.

Tylianakis, J.M, Rand, T.A. & Kahmen, A. 2008. Resource Heterogeneity Moderates the Biodiversity-Function Relationship in Real World Ecosystems. *PLOS Biology*, 6:122.

Viana, B.F., Silva, F.O. & Kleinert, A.M.P. 2001. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no Nordeste do Brasil. *Neotropical Entomology*, 30: 245-251.

Vieira-de-Jesus, M.B. & Garófalo, C.A. 2000. Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, 31: 503-515.

Woiski, T.D. 2009. Estrutura de comunidade de vespas e abelhas solitárias em um fragmento urbano de floresta ombrófila mista. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 41 p.

Young, A.M. 1982. Population biology of tropical insects. Plenum Press. New York, 511p.

Zanette, L.R.S, Martins, R.P. & Ribeiro, S.P. 2005. Effects of urbanization on Neotropical wasp and bee assemblages in a Brazilian metropolis. *Landscape and Urban Planning*, 71: 105-121.

Zar, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey, USA, 718 p.

Zapparoli, M. 1997. Urban development and insect biodiversity of the Rome area, Italy. *Landscape and Urban Planning*, 38, 77–86.

CAPÍTULO II

**Fontes de recursos florais utilizadas no aprovisionamento celular por *Centris*
(*Heterocentris*) *analys* (Fabricius, 1804) e *Centris* (*Heterocentris*) *terminata* Smith, 1874
em fragmento urbano de Mata Atlântica, Salvador, Bahia**

RESUMO

O conhecimento das espécies de plantas visitadas pelas abelhas para coleta de recursos florais é de fundamental importância para o entendimento das interações existentes entre as plantas e as abelhas. O objetivo desse estudo foi identificar as fontes de recursos florais utilizadas por fêmeas de *Centris analis* e *Centris terminata* para provisionamento das suas células de cria em um fragmento de Mata Atlântica componente da paisagem urbana de Salvador, Bahia, parte ocupada pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e a outra pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV). Foram utilizados 53 ninhos de *C. analis* e 20 ninhos de *C. terminata* amostrados durante o período de maio de 2014 a abril de 2015. A análise do conteúdo polínico residual dos ninhos foi realizada pelo método de acetólise convencional. Foram identificados 12 tipos polínicos, pertencentes a sete famílias vegetais: Malpighiaceae, Bignoniaceae, Solanaceae, Fabaceae, Arecaceae, Polygalaceae e Sapindaceae. Destas famílias, Malpighiaceae foi a que teve os três tipos polínicos mais frequentes nos ninhos de ambas as espécies de abelhas. Dos ninhos de *C. analis* foram encontrados 12 tipos polínicos e dos ninhos de *C. terminata* 8 tipos polínicos. Os tipos polínicos com as maiores frequências de ocorrência nos ninhos de *C. analis*, ninhos coletados na UFBA e PZBGV foram: *Malpighia emarginata*, *Byrsonima sericea*, *Stigmaphyllon cavernulosum*. Nos ninhos de *C. terminata*, os tipos polínicos com as maiores de frequência de ocorrência nas amostras nos dois locais de estudo: *B. sericea*, *M. emarginata*, *S. cavernulosum* e *Aeschynomene paucifolia*. As espécies *C. analis* e *C. terminata* apresentaram comportamento generalista, dado que, visitaram espécies de plantas de várias famílias para coletar pólen. A coleta de óleo pelas fêmeas das duas espécies foi registrada principalmente em plantas da família Malpighiaceae. As altas frequências dos grãos de pólen das espécies da família Malpighiaceae nos ninhos das duas espécies de abelhas indicam que essas plantas são fontes importantes para a coleta de recursos florais. Os resultados encontrados são de extrema relevância para o conhecimento das plantas fornecedoras de recursos florais utilizados para provisionamento larval, consumo pelos adultos e construção dos ninhos. Além disso, os resultados podem ser utilizados para a elaboração de planos de manejo para a conservação das abelhas do gênero *Centris* e das plantas visitadas pelas mesmas.

Palavras-chave: Análise polínica, Áreas urbanas, *Centris*, Mata Atlântica, Recursos florais.

ABSTRACT

Knowledge about plant species used by the bees to collect floral resources has a fundamental importance for the understanding of the interactions between plants and bees. The aim of this study was to identify the sources of pollen used by females of *Centris analis* and *Centris terminata* for supplying their brood cells. The study was carried in an Atlantic Forest fragment in an urban area of Salvador, Bahia. This area is occupied by the campus of the Universidade Federal da Bahia (UFBA) and by the Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV). We used 53 nests of *C. analis* and 20 nests of *C. terminata*, sampled during May 2014 to April 2015. The analysis of the residual pollen was performed by the conventional acetolysis method. We identified 12 pollen types, belonging to seven plant families: Malpighiaceae, Bignoniaceae, Solanaceae, Fabaceae, Arecaceae, Polygalaceae, and Sapindaceae. Malpighiaceae was the one family with the most frequent pollen types (3 types) in the nests of both species of bees. We found 12 and eight pollen types in *C. analis* and *C. terminata* nests, respectively. The pollen types with the highest frequency of occurrence in *C. analis* nests collected in UFBA and PZBGV were *Malpighia emarginata*, *Byrsonima sericea*, *Stigmaphyllon cavernulosum*, and the less frequent was *Elaeis guineenses*. In *C. terminata* nests, the pollen types with the highest frequency of occurrence in the samples in the two study areas were: *B. sericea*, *M. emarginata*, *S. cavernulosum* and *A. paucifolia*. The two species of *Centris* studied showed a generalist behavior, visiting species of plants of several families to collect pollen. The oil collection by females of both species was recorded mainly in plants from Malpighiaceae family. The high frequency of pollen grains from species of the family Malpighiaceae in the nests of both species of bees indicates that they are important sources for the collection of floral resources. These results are extremely important for the knowledge of the plants used as floral resources for larval supply, consumption for adults and construction of their nests. In addition, the results can be used to prepare management plans for conservation of *Centris* bees and the plants visited by them.

Keywords: Pollen analysis, Urban areas, *Centris*, Atlantic Forest, Floral resources.

1-INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica possui uma imensa diversidade faunística e florística levando à ocorrência de inúmeras interações ecológicas entre as espécies que compõem tais diversidades. Dentre estas interações ecológicas podemos destacar as associações entre as espécies de plantas e os seus polinizadores (Ramalho & Batista, 2005).

A associação das abelhas com as Angiospermas existe há cerca de 80 milhões de anos, com as abelhas adultas utilizando recursos florais para suprir suas necessidades energéticas e para alimentar sua prole no estágio imaturo, e em troca polinizando as plantas (Raven, Evert & Eichhorn, 2001; Ramalho & Batista, 2005). A polinização por abelhas é a mais predominante nas florestas tropicais (Ramalho & Batista, 2005).

As abelhas são os principais polinizadores das plantas nativas e cultivadas (Michener, 2007). A maioria das abelhas, cerca de 85%, possuem comportamento solitário (Batra, 1984). Dentre as espécies solitárias estão as abelhas da tribo Centridini que estão distribuídas nos gêneros *Centris* Fabricius, 1804 e *Epicharis* Klug, 1807 (Silveira, *et al.*, 2002). As abelhas do gênero *Centris* possuem uma ampla distribuição geográfica pelas Américas (Michener, 2007). Esse gênero é composto por 12 subgêneros, os quais são compostos por diversas espécies (Silveira *et al.*, 2002; Moure *et al.*, 2012). Essas abelhas possuem hábitos variados de nidificação, podendo construir seus ninhos no solo, em madeira e em cavidades naturais (Coville *et al.*, 1983).

As abelhas da tribo Centridini visitam as flores em busca de recursos florais como pólen, néctar e óleo, os quais são usados para suprir suas necessidades alimentares e de sua prole, além de usar o óleo como material de construção dos seus ninhos (Vogel, 1974; Neff & Simpson, 1981; Roubik, 1989; Vinson *et al.*, 1996; Vieira-de-Jesus & Garófalo, 2000; Alves-dos-Santos *et al.*, 2007). As abelhas Centridini possuem estruturas especializadas nas pernas que permite a coleta, manuseio e transporte de óleos florais (Roig-Alsina, 1997; Alves-dos-Santos *et al.*, 2007). Elas estão entre os principais polinizadores de plantas produtoras de óleo (Albuquerque & Rego, 1989; Teixeira & Machado, 2000; Machado, 2004).

As espécies de plantas produtoras de óleo pertencem a 8 famílias botânicas: Curcubitaceae, Malpighiaceae, Orchidaceae, Iridaceae, Krameriaceae, Solanaceae,

Primulaceae, Scrophulariaceae (Vogel, 1986; Buchmann, 1987; Steiner & Whitehead, 1988; Machado, 2004). No entanto, as abelhas do gênero *Centris* polinizam não apenas plantas que produzem óleos florais, mas também plantas pertencentes a outras famílias botânicas fornecedoras de néctar e pólen como Sterculiaceae, Lecythidaceae, Bignoniaceae, Fabaceae, Solanaceae (Vogel & Machado, 1991; Teixeira & Machado, 2000; Aguiar & Gaglianone, 2003; Aguiar *et al.*, 2003; Aguiar & Gaglianone, 2008; Gonçalves *et al.*, 2012).

Fêmeas de *Centris* já foram vistas coletando pólen em espécies de plantas de várias famílias botânicas e, por isso, são chamadas de generalistas ou poliléticas (Aguiar *et al.*, 2003; Aguiar & Gaglianone, 2003; Oliveira & Schlindwein, 2009; Santos *et al.*, 2013). Espécies de *Centris* são consideradas polinizadoras efetivas de plantas nativas e cultivadas com importância econômica como o caju (*Anacardium occidentale* L., Freitas & Paxton, 1998), murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, Rêgo *et al.*, 2006), o maracujá doce (*Passiflora alata* Curtis, Gaglianone *et al.*, 2010) e a acerola (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC., Vilhena & Augusto, 2007; Oliveira & Schlindwein, 2009; Sazan, 2015).

Na ausência de observações diretas no campo sobre a associação entre espécies de abelhas e plantas fornecedoras dos recursos florais utilizados por elas, a análise polínica do material residual encontrado nos ninhos possibilita identificar os tipos polínicos e as plantas usadas como fontes de recursos pelas abelhas. Essas informações são de extrema relevância pois, além de mostrar as associações abelhas/plantas, proporcionam importantes subsídios para a elaboração de planos de manejo e conservação. Entretanto, poucos estudos têm sido realizados nesse sentido com espécies de *Centris* (Dórea, 2007; Dórea, *et al.*, 2010ab) sendo que, no Brasil, podem ser citados aqueles feitos com *Centris flavifrons* (Fabricius, 1775) (Rêgo *et al.*, 2006), *Centris maranhensis* Ducke, 1910 (Ramos *et al.*, 2007), *Centris caxienses* (Ducke 1907) (Ribeiro *et al.*, 2008), *Centris tarsata* Smith, 1874 (Mendes & Rêgo, 2007; Dórea *et al.*, 2009; Cruz *et al.*, 2015), *Centris analis* (Fabricius, 1804) (Oliveira & Schlindwein, 2009; Dórea *et al.*, 2010; Rabelo *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2013) e *Centris trigonoides* Lepeletier, 1841 (Dórea *et al.*, 2013).

Embora muitos estudos com abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes tenham já sido feitos em áreas de Mata Atlântica, são raros os trabalhos que identificaram as associações entre as espécies de abelhas e as plantas por elas exploradas a partir da análise polínica do alimento residual dos imaturos que permanece nos ninhos.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo identificar as fontes de recursos florais utilizadas por fêmeas de *Centris analis* e *Centris terminata* para provisão das suas células de cria em um fragmento de Mata Atlântica componente da paisagem urbana de Salvador, Bahia.

2.MATERIAL E MÉTODOS

2.1-Área de estudo

O trabalho foi realizado em um fragmento de Mata Atlântica componente da paisagem urbana de Salvador, Bahia. Esse fragmento é ocupado pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV) e pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Ondina (13°01' S e 38°31' W) (Figura. 1), antes contínuo e atualmente separados por uma avenida. O clima local é classificado como tropical quente e úmido (Af na tipologia climática de Köppen), com temperatura anual média de 25,3°C e com índices pluviométricos alcançando uma média 1800 mm por ano (Conder, 1994).

Figura 1. Localização do fragmento urbano de Mata Atlântica em Salvador, Bahia, Brasil. A- Mapa do Brasil com destaque para a localização de Salvador, Bahia; B- Mapa de Salvador e região metropolitana; C- Áreas do *campus* de Universidade Federal da Bahia (UFBA) e do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV) ocupando o fragmento de Mata Atlântica. Os círculos vermelhos são os pontos amostrais, numerados de 1 a 4 na UFBA e de 5 a 8 no PZBGV.

O Parque Zoobotânico “Getúlio Vargas” abrange uma área verde de aproximadamente 240.00 m² (10ha). Possui fitofisionomia arbórea-arbustiva, estruturalmente, e fisionomicamente pouco densa. Uma parte do Parque é ocupada pelo Jardim Ecológico do Parque que mede 160 mil metros de extensão, importante remanescente da mata original preservada, contendo diversas espécies de plantas. Levantamentos realizados no Parque registraram 260 espécies de plantas, tais como: *Hevea brasiliensis* (seringueira), *Schefflera morototonii* (matataúba), *Cecropia* sp. (embaúba), *Eucalyptus* sp. (eucalipto), *Artocarpus intergrifolia* (jaqueira) *Manikara zapota* (sapoti), *Spondias lutea* (cajazeira), *Manguifera indica* (mangueira), *Monquilia tomentosa* (oitizeiro), *Ficus* sp. (figueira), *Jenipa americana* (jenipapeiro), além das outras espécies pertencentes às famílias: Melastomataceae, Arecaceae, Solanaceae e Malpighiaceae (Faria, 1997).

O *campus* da Universidade Federal da Bahia possui área de 302.175,9 m² (20,2 ha), a qual abrange o bairro de Ondina. É constituído por uma vegetação classificada como herbácea heterogênea, composta basicamente por ervas, com predomínio de gramíneas; e também manchas de Mata Atlântica secundária arbustiva arbórea, (Relatório Final Projeto *campus*, 2000). Distribuídos pelo *campus* há exemplares pertencentes às seguintes famílias: Leguminosae, Arecaceae, Moraceae, Bignoniaceae, Malvaceae, Anacardiaceae, Meliaceae, Myrtaceae, Fabaceae e Malpighiaceae, entre outras (Carvalho *et al.*, 2007). Também há jardins com plantas ornamentais, áreas bastantes antropizadas pela presença de diversos prédios e vias de acesso de veículos e pedestres (Carvalho *et al.*, 2007; Relatório Final Projeto *campus*, 2000).

É importante salientar que no *campus* da UFBA, devido à pressão antrópica, restam atualmente pequenas manchas de mata nativa que, junto com o fragmento “contínuo” protegido do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, formam uma extensão verde dentro do bairro de Ondina (Relatório Final Projeto *campus*, 2000). Ao redor de todo o fragmento de mata há uma zona intensamente urbanizada.

2.2-Métodos

Os ninhos-armadilha (=NA) utilizados no presente estudo consistiam de tubos confeccionados com cartolina preta, gomos de bambu e blocos de madeira perfurados e previamente cortados longitudinalmente. Os tubos de cartolina possuíam 6 cm de comprimento e 0,6 cm de diâmetro e 8 cm de comprimento e 0,8 cm de diâmetro e eram fechados em uma das extremidades com o mesmo material. Esses tubos foram introduzidos

em orifícios feitos em placas de madeira com 30 cm de comprimento, 12 cm de altura e 5,0 cm de espessura. As placas de madeira continham ou 40 orifícios com 0,8 cm de diâmetro ou 55 orifícios com 0,6 cm de diâmetro. Os blocos de madeira tinham perfurações com diferentes diâmetros, 0,8 cm, 1,0 cm, 1,5 cm ou 2,0 cm, terminando em fundo cego e os gomos de bambu tinham uma de suas extremidades fechadas pelo próprio nó e possuíam diâmetros e comprimentos variados. Para mantê-los agrupados, os gomos de bambu foram introduzidos em garrafas PET, parcialmente cortadas, em disposição horizontal. Duas placas de madeira contendo os tubos de cartolina, duas garrafas PET, com os gomos de bambu, e os blocos de madeira foram colocados em suportes de madeira e instalados nos sítios de amostragens.

Oito sítios de amostragens foram selecionados, sendo quatro no *campus* da UFBA (sítios 1 a 4) e quatro no PZBGV (sítios 5 a 8). Os sítios de cada área ficavam distantes uns dos outros por cerca de 300 m. Em cada sítio foi instalado um suporte de madeira com uma base medindo 40 cm x 14 cm, também de madeira, colocada a uma altura de 1,5 m acima do solo e uma cobertura com telha de fibra medindo 50 cm x 34 cm, a uma altura de 33 cm em relação à base, para proteger os ninhos da chuva e da insolação direta. Em cada suporte foram colocados 40 tubos grandes de cartolina (8,0 x 0,8 cm), 55 tubos pequenos (6,0 x 0,6 cm), 24 blocos de madeira e duas garrafas PETS contendo, cada uma delas, de 15 a 20 gomos de bambu. No total foram instalados no campo 1.192 NA (mês de abril de 2014), distribuídos pelos oito sítios de coleta.

As inspeções aos NA foram feitas mensalmente com o auxílio de lanternas no período de maio de 2014 a abril de 2015. Os NA contendo ninhos completados foram removidos e substituídos por outros similares a fim de manter o mesmo número de NA disponibilizados por classe de diâmetro e material em campo. Os ninhos coletados foram levados para o Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos da Universidade Federal da Bahia (BIOSIS/UFBA) onde tiveram sacos de voil amarrados ao redor das entradas e foram deixados à temperatura ambiente. O monitoramento desses ninhos foi realizado diariamente para detectar as emergências dos indivíduos. Conforme os adultos emergiam, eles eram sacrificados sob vapor de acetato de etila, montados em alfinetes entomológicos e identificados, sempre que possível, em nível de espécie. As identificações eram feitas por comparação com espécimes depositados na Coleção de Abelhas e Vespas Solitárias do Departamento de Biologia da FFCLRP-USP, e nas Coleções da (BIOSIS/UFBA) e Museu de

Zoologia da UFBA (MZUFBA). Os indivíduos estão depositados na Coleção do Museu de Zoologia da Universidade Federal da Bahia.

2.3-Análises polínica

O material polínico a ser analisado foi removido das paredes das células de cria, após a emergência do indivíduo, ou, nos casos em que os imaturos morreram nos estágios de ovo ou larva de primeiro/segundo instar, o material polínico consistia na carga de alimento larval depositada na célula. Quando a coleta era feita a partir das paredes das células, o material polínico era obtido com a raspagem daquelas paredes com uma espátula. As amostras eram colocadas individualmente (uma amostra por ninho) em tubos de ensaio contendo álcool 70%. Após 24 horas, as amostras foram centrifugadas por 10 minutos a 2.000 rpm (rotação por minuto). Em seguida, o álcool foi descartado e acrescentado ao material polínico 2 mL de ácido acético glacial. Após permanecer por 24 horas no ácido acético glacial, o material foi centrifugado por 5 minutos a 2.000 rpm e o ácido retirado. Posteriormente foi iniciada a acetólise, seguindo o método adaptado de Erdtman (1960). As amostras foram colocadas na mistura de acetólise, uma solução formada de nove partes de anidrido acético para uma parte de ácido sulfúrico (9:1). Foram acrescentados às amostras 4 mL da solução de acetólise, seguido do aquecimento em banho-maria a 100°C por 4 minutos. Após isso, as amostras foram fechadas e agitadas manualmente para posterior centrifugação a 3.000 rpm por 3 minutos. Após a centrifugação, a mistura de acetólise foi descartada. Em seguida ao descarte, foram adicionados ao material 10 mL de água destilada por amostra e, após fechar bem o tubo, as amostras foram agitadas manualmente para uma lavagem para retirada da mistura de acetólise. Nas amostras que formaram espuma, foi acrescentado álcool absoluto gota a gota até se desfazer a espuma formada. Por fim, o material foi novamente centrifugado a 3.000 rpm por 3 minutos, a água destilada foi descartada e adicionou-se 2 mL de glicerina 50% (Silva *et al.*, 2014).

Montagem das lâminas e identificação dos tipos polínicos

Ao final do processo de acetólise, foram confeccionadas 3 lâminas de cada amostra (ninho), para microscopia óptica. As lâminas foram montadas com gelatina de Kisser e cobertas por lamínulas. Posteriormente, foram feitas varreduras nas lâminas para identificação dos tipos polínicos.

As identificações dos tipos polínicos foram feitas pelo Dr. Marcos da Costa Dórea, no Laboratório de Micromorfologia Vegetal da Universidade Estadual de Feira de Santana (PUEFS/ LAMIV/UEFS) com o auxílio do banco de imagens e do laminário de referência da Palinoteca. Também foram utilizados dados das plantas depositadas no Herbário Alexandre Leal Costa da UFBA, Levantamento das espécies arbóreas da UFBA, feito por Carvalho *et al.* (2007), dados sobre a flora da UFBA e PZBGV (Nádia Roque, informação pessoal) e Catálogos de identificação (Colinvaux *et al.*, 1999; Roubik & Patiño, 1991; Chávez *et al.*, 1991; Melhem *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2014).

Após a identificação, foi feita a quantificação dos tipos polínicos, sendo contados 1.000 (no mínimo) grãos por amostra (ninho), seguindo metodologia proposta por Vergeron (1964). Posteriormente à contagem dos tipos polínicos, foram calculadas as frequências de ocorrência para cada um deles, seguindo Villanueva-Gutiérrez & Roubik (2004).

As imagens dos grãos de pólen foram capturadas com o auxílio de uma câmera (marca Leica DFC500) acoplada a um microscópio (marca Leica MZ16) e analisadas frente ao software LAS (*Leica Application Suite*) versão 3.8.

2.4- Análises dos dados do nicho trófico

Para comparação do nicho trófico das espécies foram utilizados alguns parâmetros:

(a) Amplitude do nicho: foi calculada com base no número de tipos polínicos que cada espécie coletou e na frequência desses tipos polínicos (Camillo & Garófalo, 1989). As proporções encontradas foram utilizadas para o cálculo do Índice Shannon-Wiener (H') (Pielou, 1975), que considera a riqueza de tipos polínicos utilizados, e o quanto cada tipo polínico foi utilizado pelas espécies (abundância), com a equação:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Onde, segundo Camillo & Garófalo (1989) e Faria (2014):

S = número total de tipos polínicos utilizados pela espécie de abelha (riqueza);

i = aponta qual o tipo polínico está sendo avaliado, variando de 1 a S ;

$p_i = n_i/N$ = proporção do número de grãos do tipo polínico nos ninhos i (n_i) em relação ao total de grãos do tipo polínico contados para a espécie de abelha (N) (abundância).

$\ln$ = logaritmo neperiano do valor p_i .

Para o cálculo do Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') foi utilizado o programa PAST versão 2.17 (Hammer *et al.*, 2001). Os valores das amplitudes (H') foram comparados estatisticamente pelo teste t de Hutcheson (Zar 1984).

(b) Equitatividade: mostra se os tipos polínicos foram utilizados de forma irregular ou uniforme pelas espécies de abelhas, foi calculado a partir do índice (J') Pielou (1966). Esse índice possui valor com amplitude que varia de 0 a 1, sendo: 0 a 1 = quando a utilização dos tipos polínicos for irregular, e igual a 1 quando a utilização dos tipos polínicos for uniforme.

$$J' = H' / H_{max}$$

Onde:

H' = amplitude de nicho calculada pelo Índice de diversidade de Shannon;

H_{max} = logaritmo neperiano ($\ln$) número total de tipos polínicos usados pela espécie de abelha.

Para o cálculo do índice de equitatividade foi usado o programa PAST versão 2.17 (Hammer *et al.*, 2001).

(c) Sobreposição do nicho: Para examinar a partilha de recursos pelas duas espécies de abelhas, foi calculado o índice de Pianka (O_{jk}) (Pianka, 1973), por meio do programa R (R Development Core Team, 2011). O valor desse índice varia de 0 (nenhuma sobreposição) a 1 (sobreposição total), e é dado pela fórmula:

$$O_{jk} = \frac{\sum_i^n p_{ij} p_{ik}}{\sqrt{\sum_i^n p_{ij}^2 \sum_i^n p_{ik}^2}}$$

Onde:

O_{jk} = medida de sobreposição do nicho trófico de Pianka entre a espécie j e a espécie k ;

p_{ij} = representa a ocorrência do tipo polínico i na dieta da espécie de abelha j ;

p_{ik} =representa a ocorrência do tipo polínico i na dieta da espécie de abelha k ;

Σ = Somatório que considera os valores relativos ao tipo polínico 1 até o tipo polínico S (riqueza).

3-RESULTADOS

3.1. Ocupação dos ninhos-armadilha por fêmeas de *Centris analis* e *Centris terminata*.

No período de maio de 2014 a abril de 2015 foram obtidos 173 ninhos de *C. analis* e 20 ninhos de *C. terminata*. Os ninhos de *C. analis* foram estabelecidos em NA feitos com cartolina preta (100 ninhos com diâmetro interno de 0,8 cm e 73 ninhos com diâmetro interno de 0,6 cm) e os de *C. terminata* em NA feitos com gomos de bambu (11 ninhos) com diâmetros variando de 0,6 a 1,0 cm, e blocos de madeira (9 ninhos) com diâmetros de 1,0cm. Dos 173 ninhos de *C. analis* obtidos, 80 foram fundados no *campus* da UFBA e 93 ninhos foram estabelecidos no PZBGV. Em relação à *C. terminata*, apenas sete ninhos foram encontrados no *campus* da UFBA e os 13 restantes no PZBGV.

Dos 173 ninhos obtidos de *C. analis*, 26 deles estabelecidos no *campus* da UFBA e 27 ninhos fundados no PZBGV foram usados para as análises polínicas. Durante os 12 meses de estudo, as fêmeas estabeleceram ninhos em apenas 8 e 6 meses no *campus* da UFBA e no PZBGV, respectivamente. Dos 26 ninhos do *campus* da UFBA, 56% deles foram coletados no sítio 1, enquanto dos 27 ninhos do PZBGV, 70% deles foram coletados no sítio 7 (Tabela 1). Todos os ninhos de *C. terminata* foram utilizados nas análises polínicas. Os ninhos encontrados no *campus* da UFBA foram construídos apenas em três meses e aqueles encontrados no PZBGV foram estabelecidos em apenas dois meses dos 12 meses de estudo. No *campus* da UFBA, a maior frequência de nidificação foi observada no sítio 3 e no PZBGV ela ocorreu no sítio 7 (Tabela 2).

Das 85 células construídas nos 26 ninhos de *C. analis* estabelecidos no *campus* da UFBA, 48 delas tiveram o material polínico residual coletado após a emergência dos adultos (24 machos e 17 fêmeas) ou após a retirada dos adultos mortos nas células (7 células). Das 37 células restantes, com imaturos mortos, foi coletado o alimento larval presente/restante nas células. Das 100 células existentes nos 27 ninhos coletados no PZBGV, 78 células (46 machos, 27 fêmeas, cinco adultos mortos) tiveram o material polínico removido das paredes das células e de 22 células com imaturos mortos foi coletado o alimento larval presente.

Embora tenham sido contabilizadas as células de machos e fêmeas de modo individual, as análises polínicas do material residual foi realizada por ninho, uma vez que após a emergência os grãos presentes em cada célula encontram-se sobrepostos.

Os 7 ninhos de *C. terminata* coletados na UFBA possuíam um total de 23 células de cria, das quais emergiram 13 machos e 6 fêmeas. Destas células com emergências e outras três com adultos mortos, o material polínico foi obtido a partir das paredes das células. Na célula restante, com um imaturo morto, o alimento larval presente foi coletado para a análise polínica. Os 13 ninhos fundados no PZBGV continham um total de 64 células de cria, das quais emergiram 22 machos e 30 fêmeas. Das 12 células restantes, em 10 delas foram encontrados adultos (oito) e pupas (2) mortos e nas outras duas células não havia ocorrido eclosão das larvas. Assim, do total de 64 células de cria, 62 delas tiveram o material polínico removido das paredes e de duas células foi utilizado o alimento larval presente.

Tabela 1. Ninhos de *Centris analis* utilizados nas análises polínicas construídos em cada sítio de amostragem em um fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a abril de 2015.

<i>Campus da UFBA</i>	Nº. de ninhos coletados	Identificação dos ninhos coletados por sítio			
Sítios de coleta		1	2	3	4
Maio/2014	4	1, 3, 4	2		
Outubro/2014	2	6			5
Novembro/2014	2	8			7
Dezembro/2014	1	9			
Janeiro/2015	5	10, 11, 12, 13, 14			
Fevereiro/2015	2	15, 16			
Março/2015	5			17,18,19,20,21	
Abril/2015	5	23,26		22,24,25	
Área do PZBGV					
Sítios de coleta		5	6	7	8
Maio/2014	2	2			1
Dezembro/2014	1			3	
Janeiro/2015	5	4, 7		5, 6, 8	
Fevereiro/2015	9			9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	
Março/2015	5		18,21	19,20,22	
Abril/2015	5	26,27		23,24,25	

Tabela 2. Ninhos de *Centris terminata* utilizados nas análises polínicas, construídos em cada sítio de amostragem em fragmento urbano de Mata Atlântica ocupado pelo *campus* da Universidade Federal da Bahia e pelo Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil, no período de maio de 2014 a abril de 2015

<i>Campus da UFBA</i>	No. de ninhos coletados	Identificação dos ninhos coletados por sítio			
Sítios de coleta		1	2	3	4
Maio/2014	1		1		
Fevereiro/2015	5			2,3,4,5,6	
Março/2015	1				7
Área do PZBGV					
Sítios de coleta		5	6	7	8
Janeiro/2015	8			1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	8
Março/2015	5	11,12,13		9,10	

3.2-Tipos polínicos utilizados para provisionamento larval por fêmeas de *Centris analis*

No material proveniente dos 26 ninhos de *C. analis* coletados no *campus* da UFBA foram encontrados 12 tipos polínicos: *Malpighia emarginata*, *Stigmaphyllon cavernulosum*, *Byrsonima sericea*, *Aeschynomene paucifolia*, *Delonix regia*, *Handroanthus chrysotrichus*, *Amphilophium crucigerum*, *Cestrum axillare*, *Dioclea grandiflora*, *Elaeis guineenses*, *Securidaca diversifolia*, *Serjania* sp. Esses tipos polínicos se distribuíram por sete famílias botânicas: Malpighiaceae e Fabaceae (com três tipos polínicos cada uma), Bignoniaceae (com dois tipos polínicos) e Solanaceae, Arecaceae, Polygalaceae e Sapindaceae (com um tipo polínico cada uma delas) (Tabela 3) (Figs. 2 e 3). Nos 27 ninhos coletados na área do PZBGV, foram identificados 10 tipos polínicos pertencentes a cinco famílias botânicas (Tabela 4). Todos esses tipos polínicos ocorreram também nos ninhos estabelecidos na UFBA com exceção apenas de *S. diversifolia*. Assim, a família Polygalaceae foi a que não teve tipo polínico encontrado nos ninhos do PZBGV. A quantidade de tipos polínicos encontrada por ninho variou de dois (ninho 9, de dezembro/2014 na UFBA e ninho 10, de fevereiro/2015 no PZBGV) a 7 (ninho 10, de janeiro/2015 na UFBA e ninho 13, de fevereiro/2015 no PZBGV) (Tabelas 3 e 4).

Malpighiaceae foi a família com maior representatividade nos ninhos de *C. analis* coletados tanto no *campus* da UFBA como no PZBVG. No *campus* da UFBA, o tipo polínico utilizado com maior frequência, independente do mês e do sítio de coleta, foi o de *M. emarginata* (de 48,3% a 99%) em 21 dos 26 ninhos. Nos outros seis ninhos (Sítio 3), os tipos polínicos mais frequentes foram os de *B. sericea* (66,9% a 81,4%,) e *S. cavernulosum* (50,4% a 82,58%) (Tabela 5). No PZBVG, o tipo polínico *M. emarginata* foi o mais frequente em 11 ninhos variando entre 81% e 99% (ninhos coletados nos sítios 5, 6, 7 e 8). Nos outros ninhos, em nove deles o tipo polínico de *B. sericea* foi mais frequente variando entre 58,4% e 97,4% (ninhos coletados nos sítios 5 e 7) e em sete ninhos foi o de *S. cavernulosum* com a variação de frequência sendo entre 76,6% e 99% (Tabela 4). Os outros grãos de pólen com menor frequência são apresentados nas Tabelas 3 e 4.

3.3-Tipos polínicos utilizados para provisionamento larval por fêmeas *Centris terminata*

Da análise do conteúdo polínico residual dos sete ninhos de *C. terminata* coletados no *campus* da UFBA e dos 13 ninhos coletados no PZBGV foram encontrados 7 tipos polínicos: *Malpighia emarginata*, *Stigmaphyllon cavernulosum*, *Byrsonima sericea*, *Aeschynomene paucifolia*, *Dioclea grandiflora*, *Cestrum axillare* e *Amphilophium crucigerum* e *Handroanthus chrysotrichus*, distribuídos por quatro famílias botânicas: Malpighiaceae, Fabaceae, Solanaceae e Bignoniaceae (Tabela 5 e 6). Dos sete ninhos coletados no *campus* da UFBA, em um deles foi identificado sete tipos polínicos, em quatro ninhos foram encontrados quatro tipos polínicos e dos dois ninhos restantes um deles tinha cinco tipos polínicos e o outro apenas três (Tabela 5). Os tipos polínicos mais frequentes por ninho variaram entre os sete ninhos coletados: o ninho obtido em maio de 2014 apresentou maior frequência de ocorrência do tipo polínico de *M. emarginata* (94,86%), os cinco ninhos estabelecidos em fevereiro de 2015 tiveram o tipo polínico de *A. paucifolia* como o mais frequente (74% a 99%), enquanto o ninho coletado em março de 2015 teve os tipos polínicos de *B. sericea* (64%) e *S. cavernulosum* (32, 71%) como os mais frequentes na amostra.

Dos 13 ninhos coletados no PZBGV, oito deles foram estabelecidos em janeiro de 2015 e os outros cinco ninhos no mês de março de 2015. O número de tipos polínicos encontrados por ninho variou de dois a seis. Dos ninhos coletados em janeiro, em seis deles o tipo polínico *B. sericea* (59% a 97%) foi o predominante. Nos outros dois ninhos, o tipo polínico de *S. cavernulosum* (96%) foi o mais frequente em um deles e o de *A. paucifolia* (72%) o mais

frequente no outro ninho (coletado no sítio 8). Dos cinco ninhos coletados em março, em dois deles o tipo polínico mais frequente foi *M. emarginata* (82% e 92%). Nos outros três ninhos o tipo *B. sericea* (61%) foi o predominante em um ninho e nos outros dois foram os tipos *S. cavernulosum* (76%) e *A. paucifolia* (38%), em cada ninho (Tabela 6).

Figura 2. Tipos polínicos encontrados em ninhos de *Centris analis* e *Centris terminata* em fragmento de Mata Atlântica na zona urbana de Salvador, Bahia. A-B: *Malpighia emarginata*. C-D: *Stigmaphyllon cavernulosum*. E-F: *Cestrum axillare*. G-H: *Handroanthus chrysotrichus*. I-J: *Byrsonima sericea*. L-M: *Aeschynomene paucifolia*. N-O: *Dioclea grandiflora*. P: *Serjania* sp. Q: *Delonix regia*. R: *Securidaca diversifolia*. S: *Amphilophium crucigerum*. T: *Elaeis guineensis*.

Figura 3. Plantas da família Malpighiaceae visitadas por *Centris analis* e *Centris terminata* para a obtenção de recursos florais utilizados no aprovisionamento dos ninhos estabelecidos em fragmento de Mata Atlântica da zona urbana de Salvador, Bahia. A-B: *Byrsonima sericea*; C-D: *Malpighia emarginata*. E-F: *Stigmaphyllon* sp.

Tabela 3: Frequência de ocorrência (%) dos tipos polínicos encontrados nos ninhos de *Centris analis* estabelecidos no *campus* da Universidade Federal da Bahia, em fragmento de Mata Atlântica na zona urbana de Salvador- BA. O número do ninho é acompanhado pela identificação do sítio de coleta (1 a 4). Tipos polínicos encontrados em maior frequência em cada ninho estão em negrito.

Tipos polínicos	Maio/14				Outubro/14		Novembro/14		Dez/14	Janeiro/15				
	1/3	2/2	3/3	4/3	5/4	6/3	7/4	8/4	9/3	10/3	11/3	12/3	13/3	14/3
MALPIGHIACEAE														
<i>Malpighia emarginata</i>	0	59,0	99,7	99,4	98,3	99,8	93,7	88,9	78,5	81,4	54,6	48,3	0,9	1,49
<i>Stigmaphyllon cavernulosum</i>	32,1	0,24	0,1	0,48	0,78	0,1	3,42	8,8	21,5	4,84	2,29	0	50,9	17,0
<i>Byrsonima sericea</i>	66,9	40,6	0	0,09	0	0,1	2,65	0,59	0	5,26	35,6	42,1	47,3	81,4
FABACEAE														
<i>Aeschynomene paucifolia</i>	0	0	0	0	0,18	0	0	0	0	7,86	7,46	9,6	0	0
<i>Dioclea grandiflora</i>	0,41	0	0,1	0	0	0	0	0,08	0	0,06	0	0	0	0
<i>Delonix regia</i>	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BIGNONIACEAE														
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	0,33	0	0,1	0	0,78	0	0	1,61	0	0	0	0	0,6	0
<i>Amphilophium crucigerum</i>	0	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0,48	0	0	0	0
SOLANACEAE														
<i>Cestrum axillare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0
ARECACEAE														
<i>Elaeis guineensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09
POLYGALACEAE														
<i>Securidaca diversifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0,18	0	0	0	0	0	0	0
SAPINDACEAE														
<i>Serjania</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0

Continuação Tabela 3-amostras de *Centris analis* - UFBA.

Tipos polínicos	Meses de nidificação e Identificação dos ninhos e sítios	Fevereiro/15		Março/15					Abril/15				
		15/3	16/3	17/3	18/3	19/3	20/3	21/3	22/3	23/1	24/3	25/3	26/1
MALPIGHIACEAE													
	<i>Malpighia emarginata</i>	98,4	99,48	14,93	90,36	92,85	95,3	89,3	94,16	87,83	94,67	29,7	60,49
	<i>Stigmaphyllon cavernulosum</i>	0,7	0,18	82,58	0	0	0	5,75	0,6	0,95	0,07	0	36,48
	<i>Byrsonima sericea</i>	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0,08	0	68,6	1,61
FABACEAE													
	<i>Aeschynomene paucifolia</i>	0	0	1,89	9,55	6,44	0	0,99	0	0	0	1,3	0,28
	<i>Dioclea grandiflora</i>	0,9	0	0,6	0	0	0	1,98	0	0	0	0	0,19
	<i>Delonix regia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BIGNONIACEAE													
	<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	0	0,34	0	0,09	0,63	4,7	1,98	5,24	11,14	5,26	0,4	0,76
	<i>Amphilophium crucigerum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19

Tabela 4: Frequência de ocorrência (%) dos tipos polínicos encontrados nos ninhos de *Centris analis* na área do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, em fragmento de Mata Atlântica na zona urbana de Salvador, Bahia. O número do ninho é acompanhado pela identificação do sítio de coleta (5 a 8). Tipos polínicos encontrados em maior frequência em cada ninho estão em negrito.

Tipos polínicos	Maio/14		Dez/14	Janeiro/15					Fevereiro/15								
	1/8	2/5	3/7	4/5	5/7	6/7	7/5	8/7	9/7	10/7	11/7	12/7	13/7	14/7	15/7	16/7	17/7
MALPIGHIACEAE																	
<i>Malpighia emarginata</i>	81,1	0	0	2,55	42,53	0,26	0	6,54	85,2	0	9,03	18,2	0,4	0	0	94,7	94,5
<i>Stigmaphyllon cavernulosum</i>	13,6	98,1	89,7	0,36	2,75	0,94	0,08	0	10,8	99,2	16,0	0,92	38,8	76,6	6,3	0,65	5,13
<i>Byrsonima sericea</i>	0	1,35	0,26	94,5	3,41	97,4	96,6	72,8	1,17	0	63,5	79	58,4	0,32	73,7	0,28	0
FABACEAE																	
<i>Aeschynomene paucifolia</i>	0	0	0,9	2,55	47,4	0,53	3,3	20,7	0	0	9,4	1,6	1	0	19,5	0	0
<i>Dioclea grandiflora</i>	4,6	0,38	9,14	0	3,91	0,86	0	0	2,84	0,75	1,97	0,28	1	23,1	0,57	4,23	0,35
<i>Delonix regia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0,2	0	0	0,09	0
BIGNONIACEAE																	
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	0,63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0
SOLANACEAE																	
<i>Cestrum axillare</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0
ARECACEAE																	
<i>Elaeis guineensis</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuação Tabela 4-amostras de *Centris analis* - PZBGV.

Tipos polínicos	Meses de nidificação e Identificação dos ninhos e sítios	Março/15					Abril/15				
		18/6	19/7	20/7	21/6	22/7	23/7	24/7	25/7	26/5	27/5
MALPIGHIACEAE											
	<i>Malpighia emarginata</i>	99,3	6,03	95,2	0	16,2	83,6	98,8	3	94,1	75,1
	<i>Stigmaphyllon cavernulosum</i>	0,63	92,9	0,43	98,6	83,6	14,7	0	0	5,4	15,7
	<i>Byrsonima sericea</i>	0	0,65	0,34	0	0	0	0,18	92,9	0,08	0
FABACEAE											
	<i>Aeschynomene paucifolia</i>	0	0	0,26	0	0,2	0	0	3,9	0	0,18
	<i>Dioclea grandiflora</i>	0	0	0	0,19	0	0	0	0	0	9
	<i>Delonix regia</i>	0	0,46	0	0	0	0	0	0	0	0
BIGNONIACEAE											
	<i>Amphilophium crucigerum</i>	0,08	0	3,74	0,97	0	0,08	0	0	0	0
	<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	0	0	0	0,19	0	1,34	0	0	0,24	0
SOLANACEAE											
	<i>Cestrum axillare</i>	0	0	0	0	0	0	0,98	0,2	0,08	0
SAPINDACEAE											
	<i>Serjania</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0

Tabela 5: Frequência de ocorrência (%) dos tipos polínicos encontrados nos ninhos de *Centris terminata* estabelecidos no *campus* da Universidade Federal da Bahia, em fragmento de Mata Atlântica na zona urbana de Salvador, Bahia. O número do ninho é acompanhado pela identificação do sítio de coleta (1 a 4). Tipos polínicos encontrados em maior frequência em cada ninho estão em negrito.

Meses de nidificação e Identificação dos Tipos polínicos ninhs/ sítios	Maio/14	Fevereiro/15					Março/15
	1/2	2/3	3/3	4/3	5/3	6/3	7/4
MALPIGHIACEAE							
<i>Malpighia emarginata</i>	94,9	0	24,8	3,04	11,2	12,9	0
<i>Stigmaphyllon cavernulosum</i>	4,8	0,3	0	0	2	0,4	32,7
<i>Byrsonima sericea</i>	0,17	0,3	0	0	8,04	0,9	64,0
FABACEAE							
<i>Aeschynomene paucifolia</i>	0,17	99,4	74,5	92,9	78,2	74,1	0,07
<i>Dioclea grandiflora</i>	0	0	0	3,74	0	0,4	3,16
BIGNONIACEAE							
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	0	0	0,67	0	0,58	0,7	0
SOLANACEAE							
<i>Cestrum axillare</i>	0	0	0	0,27	0	10,55	0

Tabela 6: Frequência de ocorrência (%) dos tipos polínicos encontrados nos ninhos de *Centris terminata* coletados na área do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, em fragmento de Mata Atlântica na zona urbana de Salvador, Bahia. O número do ninho é acompanhado pela identificação do sítio de coleta (5 a 8). Tipos polínicos encontrados em maior frequência em cada ninho estão em negrito.

Meses de nidificação e Tipos polínicos	Janeiro/15								Março/15				
	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7	8/7	9/6	10/7	11/5	12/5	13/5
MALPIGHIACEAE													
<i>Malpighia emarginata</i>	2,8	0	15,9	6,53	0	7,97	0	0	82,2	92,8	35,7	0	1,4
<i>Stigmaphyllon cavernulosum</i>	23,6	2,9	1,64	4,9	4,4	17,3	2,43	96	17,5	3,7	0,19	76,3	23,7
<i>Byrsonima sericea</i>	61,2	96,7	9,18	59,9	94,3	72,9	97,3	0	0	0,09	24,9	18,3	61,0
FABACEAE													
<i>Aeschynomene paucifolia</i>	12,3	0	72,7	28,4	1,13	0	0,09	0	0	0,4	38,1	0,58	11,9
<i>Dioclea grandiflora</i>	0,05	0,39	0,58	0,29	0	1,84	0,17	4,0	0	3	0	3,15	1,9
BIGNONIACEAE													
<i>Amphilophium crucigerum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,29	0	1,11	0	0,06

3.4- Sobreposição, Amplitude, Equitatividade do Nicho trófico de *Centris analis* e *Centris terminata*

Dos 73 ninhos analisados, 53 de *C. analis* e 20 de *C. terminata*, foram encontrados 12 tipos polínicos pertencentes a oito famílias botânicas, sendo 12 tipos polínicos nos ninhos de *C. analis* e 8 tipos polínicos nos ninhos de *C. terminata*.

Dos 12 tipos polínicos encontrados, oito foram utilizados em comum por ambas as espécies de abelhas: *M. emarginata*, *S. cavernulosum*, *B. sericea*, *A. paucifolia*, *D. grandiflora*, *C. axillare* e *A. crucigerum* e *H. chrysotrichus*. Os quatro tipos polínicos restantes foram utilizados exclusivamente por *C. analis*: *D. regia*, *S. diversifolia*, *E. guineenses* e *Serjania* sp.

A amplitude do nicho trófico de *C. analis* avaliada a partir dos ninhos estabelecidos no *campus* da Universidade Federal da Bahia foi $H'_{UFBA} = 0,94$, valor esse significativamente menor do que aquele encontrado a partir dos ninhos estabelecidos no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas: $H'_{PZBGV} = 1,32$ ($t = -4,16$; $p > 0,05$). Os índices de Equitatividade foram $J'_{UFBA} = 0,21$ e $J'_{PZBGV} = 0,36$. No caso de *C. terminata*, a amplitude do nicho trófico para os ninhos estabelecidos no *campus* da UFBA foi $H'_{UFBA} = 1,21$, enquanto o valor encontrado para os ninhos provenientes do PZBGV foi de $H'_{PZBGV} = 1,07$. Esses valores para as amplitudes dos nichos não são significativamente diferentes ($t = 1,39$; $p < 0,05$). Os índices de Equitatividade dos nichos trófico para *C. terminata* foram $J'_{UFBA} = 0,48$ e $J'_{PZBGV} = 0,42$. Na comparação entre as amplitudes dos ninhos de *C. analis* e *C. terminata* os resultados mostraram que no *campus* da UFBA, *C. terminata* teve uma amplitude de nicho significativamente maior do que aquela de *C. analis* ($t = -2,34$; $p > 0,05$) enquanto no PZBGV observamos um resultado inverso, ou seja, *C. analis* apresentou uma amplitude de nicho significativamente maior que a de *C. terminata* ($t = 3,30$; $p > 0,05$).

O índice de Pianka, avaliando a sobreposição dos nichos tróficos com base na similaridade de coleta dos tipos polínicos no *campus* da UFBA pelas espécies *C. analis* e *C. terminata* foi de 0,03 e no PZBGV ele foi 0,99.

O tipo polínico mais coletado pelas fêmeas de *C. analis* no *campus* da UFBA foi *M. emarginata*, seguido por *B. sericea*. Para os ninhos do PZBGV, o tipo polínico mais coletado foi *B. sericea*, seguido por *S. cavernulosum*. Já nos ninhos das fêmeas de *C. terminata*, o tipo polínico mais coletado na UFBA foi *A. paucifolia*, seguido por *M. emarginata*. Para os ninhos do PZBGV, o tipo polínico com maior representatividade foi *B. sericea*, seguido por *M. emarginata*.

4.DISCUSSÃO

A partir da diversidade de tipos polínicos encontrados nos ninhos de *C. analis* e *C. terminata*, comprovando a utilização de diversas espécies de plantas de vários gêneros e famílias para a coleta de pólen, podemos concluir que ambas as espécies se comportaram como generalistas. Esta constatação vem se juntar ao que já foi relatado em vários outros trabalhos, para diversas espécies de *Centris* e por diversos autores (Vogel, 1974; Buchmann, 1983; Aguiar *et al.*, 2003; Aguiar & Gaglianone, 2003; Oliveira & Schlindwein, 2009; Santos *et al.*, 2013). Esse comportamento generalista em relação à utilização de diversas fontes de recursos florais já foi registrado, inclusive, para fêmeas de *C. analis* por Quiroz-Garcia *et al.* (2001), Quiroz-Garcia & Arreguin-Sánchez (2006), Roubik & Villanueva-Gutiérrez (2009) e por Santos *et al.* (2013). Em relação ao nicho trófico de *C. terminata*, esse é o primeiro trabalho a abordar tal aspecto para a espécie.

Como mostrado neste estudo, as fêmeas de *C. analis* e *C. terminata* utilizaram várias fontes para coleta de recursos florais nos dois locais de amostragens, *campus* da UFBA e PZBGV, porém os tipos polínicos mais frequentes, nos ninhos de ambas as espécies, foram os da família Malpighiaceae. A associação entre as espécies da família Malpighiaceae e as espécies de *Centridini* já é bastante conhecida pois tais plantas são as fornecedoras de pólen e óleo para as fêmeas de *Centris* durante a construção e provisionamento de seus ninhos (Aguiar *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2013; Vilhena *et al.*, 2012; Oliveira & Schlindwein, 2009). Enquanto o pólen é usado exclusivamente para compor o alimento larval, o óleo pode ser usado tanto na construção do ninho como também servir de alimento para as larvas (Vogel, 1974; Neff & Simpson, 1981; Roubik, 1989; Vinson *et al.*, 1996; Pereira *et al.*, 1999; Viera-de-Jesus & Garófalo, 2000; Aguiar & Garófalo, 2004; Aguiar *et al.*, 2006; Alves-dos-Santos *et al.*, 2007).

O espectro polínico encontrado nos ninhos das duas espécies de *Centris* aqui estudadas nos permite afirmar que elas utilizaram principalmente, como fontes de óleo e pólen, as espécies *Malpighia emarginata*, *Byrsonima sericea* e *Stigmaphyllon cavernulosum*, todas da família Malpighiaceae. Esses mesmos gêneros de plantas foram também registrados por outros autores tais como Albuquerque & Rêgo (1989), Albuquerque & Mendonça (1996), Freitas *et al.* (1999), Teixeira & Machado (2000), Moure & Castro (2001), Gaglianone (2001), Quiroz-Garcia *et al.* (2001), Ramalho & Silva (2002), Aguiar *et al.* (2003), Machado (2004), Costa *et al.*, (2006), Rêgo & Albuquerque (2006), Vilhena & Augusto (2007), Ramos *et al.* (2007), Mendes & Rêgo (2007), Ribeiro *et al.* (2008), Bezerra, *et al.* (2009), Dórea *et al.* (2009, 2010ab), Oliveira & Schlindwein (2009), Mendes, *et al.* (2011), Santos *et al.* (2013), Rabelo *et al.* (2012, 2015) e Cruz *et al.* (2015). Esses autores enfatizaram a associação de inúmeras espécies de *Centris* com espécies dos mesmos gêneros de plantas encontrados no presente estudo como fontes primordiais de pólen e óleo.

Uma importante exceção à associação entre as espécies de *Centris* e espécies de Malpighiaceae como fontes de pólen, como colocado anteriormente, foi a presença do tipo polínico *Aeschynomene paucifolia* (Fabaceae) em maior frequência em cinco dos sete ninhos de *C. terminata* estabelecidos no *campus* da UFBA. Este fato se constitui na primeira informação de que *A. paucifolia* pode ser uma fonte importante de pólen para *C. terminata*. Nos relatos envolvendo espécies do gênero *Aeschynomene*, elas têm sido indicadas como fontes de néctar para as espécies de *C. tarsata* (Dórea, *et al.*, 2009; Cruz *et al.*, 2015) e *C. trigonoides* (Dórea, *et al.*, 2013). Como o tipo polínico *A. paucifolia* esteve presente em pequenas frequências em 15 dos 20 ninhos obtidos de *C. terminata*, é possível sugerir que aquela espécie de planta é também uma fonte de néctar para essa espécie de *Centris*. Por outro lado, considerando a frequência de ocorrência de *A. paucifolia* nos ninhos de *C. analis* aqui analisados, não resta dúvida de que ela constitui uma fonte de néctar também para essa espécie de *Centris*.

Nos ninhos de *C. analis* e *C. terminata* alguns tipos polínicos foram encontrados em baixa frequência de ocorrência (menor que $\leq 15\%$). No caso de *H. chrysotrichus* e *A. crucigerum*, ambos pertencentes a família Bignoniaceae, foram encontrados em ninhos coletados no *campus* da UFBA e no PZBGV. Segundo Acra *et al.* (2012), *H. chrysotrichus* fornece néctar e pólen para seus visitantes florais, enquanto *A. crucigerum* fornece apenas néctar (Nadia Roque, inf. pes.). A baixa frequência de grãos de pólen nos ninhos aqui

analisados sugere que essas plantas tiveram o néctar como o principal recurso explorado pelas fêmeas de *C. analis* e *C. terminata*. Embora as espécies de Solanaceae sejam consideradas importantes fontes de pólen para as abelhas do gênero *Centris* (Quiroz-Garcia *et al.*, 2001; Aguiar, 2003; Aguiar *et al.*, 2003; Andena *et al.*, 2005; Quiroz-Garcia & Arreguin-Sánchez, 2006; Rêgo *et al.*, 2006; Mendes & Rêgo, 2007; Dórea *et al.*, 2009, 2010a, 2010b, 2013), a ocorrência do tipo polínico *C. axillare* (Solanaceae) em baixa frequência em ninhos de *C. analis* e de *C. terminata* (UFBA), sugere que essa espécie tenha sido utilizada como fonte de néctar por ambas espécies de abelhas no presente estudo.

Nos ninhos de *C. terminata* e *C. analis* foi também encontrado o tipo polínico *D. grandiflora* (Fabaceae), o qual estava entre os grãos menos abundantes nos resíduos alimentares. Fato similar ocorreu com o tipo polínico *S. diversifolia* (Polygalaceae) nos ninhos de *C. analis*. Isso pode ser um indício que as fêmeas utilizaram aquelas espécies como fontes de néctar corroborando, assim, o reportado por Aguiar *et al.* (2003) de que várias espécies das famílias Fabaceae e Polygalaceae são fontes de néctar para as abelhas do gênero *Centris* na Caatinga. A diferença, nesse caso, é que o presente trabalho não foi realizado em um ambiente de Caatinga.

Os tipos polínicos *E. guineenses* (Arecaceae) e *Serjania* sp. (Sapindaceae) foram também encontrados em baixas porcentagens nos ninhos de *C. analis*. Essa baixa ocorrência desses e de outros tipos polínicos nos ninhos de *C. analis* e *C. terminata*, podem ser decorrentes de contaminação. Os grãos de pólen podem ter sido coletados acidentalmente, durante o forrageamento das fêmeas para coleta de recursos florais como néctar e/ou óleo, ao invés de pólen, assim como sugerido por Dórea *et al.* (2013) em estudo do conteúdo polínico residual dos ninhos de *C. trigonoides*.

No *campus* da UFBA como na área do PZBGV a similaridade na utilização das fontes florais para coleta de pólen foi alta. Apesar dessa similaridade, as proporções com que as espécies utilizaram cada tipo polínico foram diferentes. Os tipos polínicos considerados importantes para as dietas de *C. analis* e *C. terminata*, foram, como enfatizado anteriormente, *M. emarginata*, *B. sericea*, *S. cavernulosum* e *A. paucifolia*.

Com relação a amplitude de nicho trófico das espécies *C. analis* e *C. terminata*, o valor encontrado foi significativamente diferente no *campus* da UFBA e no PZBGV. Em ambas as áreas, para as duas espécies de abelhas, os valores de amplitude e de uniformidade

foram afetados pelas frequências de ocorrência de alguns tipos polínicos, sendo para *C. analis* os tipos polínicos da família Malpighiaceae nas duas áreas de estudo e para *C. terminata* os tipos polínicos *B. sericea* (Malpighiaceae) no PZBGV e *A. paucifolia* (Fabaceae) na UFBA. Os valores da amplitude e da uniformidade influenciados pela frequência de ocorrência de poucos tipos polínicos foi reportado para *C. analis*, em duas áreas no Cerrado, no estudo de Rabelo *et al.* (2012). O estudo mostrou que as frequências de ocorrência do tipo polínico *Heteropterys* (Malpighiaceae) afetou os valores de amplitude naquelas áreas ($H'=0.78$ e $H'=0.95$). Os valores de amplitude de nicho para *C. analis* encontrados por Rabelo *et al.* (2012), são similares ao encontrado para essa espécie no *campus* da UFBA no presente estudo, porém as maiores frequências de visitas de *C. analis* foram encontradas para outra Malpighiaceae, a espécie *M. emarginata*.

Os resultados do presente trabalho indicam que houve sobreposição de nicho entre as duas espécies de *Centris* aqui estudadas. Contudo, os índices de sobreposição encontrados foram muito diferentes entre si. Enquanto no *campus* da UFBA o valor de sobreposição dos nichos foi extremamente baixo, sugerindo pouquíssima utilização em comum dos recursos explorados, na área do PZBGV o valor de sobreposição foi altíssimo. Considerando que a sobreposição de nichos pode estar relacionada com o processo competitivo (Schoener, 1983), os valores de sobreposição encontrados nesse trabalho poderiam sugerir ausência de competição entre as espécies de *Centris* no *campus* da UFBA e um evidente processo competitivo na área do PZBGV. Porém, um processo competitivo intenso somente ocorreria se a quantidade dos recursos sendo explorados fosse limitante. Como essa informação é desconhecida, nenhuma conclusão a esse respeito pode ser apresentada. É interessante ressaltar que o baixo valor de sobreposição dos nichos de *C. analis* e *C. terminata* provenientes do *campus* da UFBA foi devido à alta frequência do tipo polínico *A. paucifolia* (Fabaceae) em cinco dos sete ninhos de *C. terminata* ali amostrados, ao contrário do apresentado pelos ninhos de *C. analis* nos quais as frequências daquele tipo polínico foram muito baixas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

A metodologia utilizada nos permitiu identificar os tipos polínicos usados pelas fêmeas de *C. analis* e *C. terminata* no fragmento urbano de Mata Atlântica em Salvador, Bahia. No panorama atual dos estudos sobre as fontes de recursos florais utilizados por *C. analis* para aprovisionamento larval, o presente estudo complementa a literatura existente. Por outro lado, os dados referentes a *C. terminata* é uma contribuição inédita, visto que até o presente momento não havia registros das fontes de recursos tróficos utilizados por essa espécie.

A realização de estudos como o nosso na área de ecologia trófica para espécies de abelhas é de extrema relevância para o conhecimento das principais plantas fornecedoras de recursos florais, os quais são utilizados para aprovisionamento larval e construção dos ninhos. A partir do conhecimento dessas fontes de recursos florais pela comunidade de abelhas existente em uma dada área, torna-se possível a tomada de medidas para a conservação da guilda de abelhas, assim como da flora associada, e também facilita a elaboração de planos de manejo desses polinizadores.

6-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrams, P. Some comments on measuring niche overlap. 1980. *Ecology* (N.Y.), 61:44-49.

Acra, L.A., Carvalho, S.M & Cervi, A.C. 2012. Biologia da polinização e da reprodução de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC) Mattos (Bignoniaceae Juss.). *Estudos de Biologia*, 34:45-49.

Aguiar, C.M.L. & Gaglianone, M.C. 2003. Nesting biology of *Centris* (*Centris*) *aenea* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira Zoologia*, 20: 601-606.

Aguiar, C.M.L., Zanella, F.C.V., Martins, C.F. & Carvalho, C.A.L. 2003. Plantas visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na Caatinga para obtenção de recursos florais. *Neotropical Entomology*, 32: 247-259.

Aguiar, C.M.L. & Garófalo, C.A. 2004. Nesting biology of *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 21: 477-486.

Aguiar, C.M.L., Garófalo, C.A. & Almeida, G.F. 2006. Biologia da nidificação de *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 23: 323-330.

- Aguiar, W.M. & Gaglianone, M.C. 2008. Comportamento de abelhas visitantes florais de *Lecythis lurida* (Lecythidaceae) no norte do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52: 277-282.
- Albuquerque, P.M.C. & Rego, M.M.C. 1989. Fenologia das espécies visitantes de murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Belém*, 5:163-178.
- Albuquerque, P.M.C. & Mendonça, J.A.C. 1996. Anthophoridae (Hymenoptera, Apidae) e flora associada em uma formação de cerrado no município de Barreirinhas, MA, Brasil. *Acta Amazonica*, 26: 45-54.
- Alves-dos-Santos, I., Machado, I.C. & Gaglianone, M.C. 2007. História Natural das abelhas coletoras de óleo. *Oecologia Brasiliensis*. 11: 544-557.
- Andena, S. R., Bego, L. R. & Mechi, M. R. 2005. A Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí, SP) e suas visitas às flores. *Revista Brasileira de Zoociências*, 7: 55-91.
- Anderson, C. 1997. Monograph of *Stigmaphyllon* (Malpighiaceae). University of Michigan Herbarium, North University Building, Ann Arbor, Michigan, 51: 313.
- Batra, S.W. 1984. Solitary bees. *Scientific American*, 250: 86-93.
- Bezerra, E.L.S., Machado, I.C. & Mello, M.A.R. 2009. Pollination networks of oil-flowers: a tiny world within the smallest of all worlds. *Journal of Animal Ecology*, 78: 1096-1101.
- Buchmann, S. L. 1983. Buzz pollination in angiosperms. In: Jones, C. E. & Little, R. J. (eds.) *Handbook of experimental pollination biology*, 73-114.
- Buchmann, S. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematic*, 18: 343-369.
- 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*, 5: 81-92.
- Carvalho, G. M., Roque, N. & Guedes, M. L. S. 2007. Levantamento das espécies arbóreas da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia. *Sitientibus. Série Ciências Biológicas*, 4:377-387.
- Chávez, R.P.; Lundlow-Winechers, B. & Gutiérrez, R.V. 1991. Flora palinologica de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. *Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México*, 321 p.
- Colinvaux, P., Oliveira, P.E. & Patiño, J.E.M. 1999. Amazon pollen manual and atlas. Harwood Academic Publishers, 332 p.
- CONDER. 1994. Informações básicas dos municípios baianos: Região Metropolitana de Salvador, 267 p.

- Cortopassi-Laurino, M., Knoll, F.R. & Imperatriz-Fonseca, V.L. 2003. Nicho trófico e abundância de *Bombus morio* e *Bombus atratus* em diferentes biomas brasileiros. In: Melo, G.A.R. & Alves-dos-Santos, I. (eds.) Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure, Apoidea Neotropica, 285–295.
- 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, 1:103-114.
- Coville, R.E., Frankie, G.W. & Vinson, S.B. 1983. Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of the nesting habitats of the genus. Journal of the Kansas Entomological Society, 56: 109-122.
- Cruz, A. P. A., Dórea, M. C. & Lima, L. C. L. E. 2015. Pollen types used by *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (1874) (Hymenoptera, Apidae) in the provisioning of brood cells in an area of Caatinga. Acta Botânica Brasilica, 29:282-284.
- Dórea, M. da C. 2007. O pólen armazenado por abelhas solitárias (Apidae, Centridini): estudo em uma área de Caatinga na Bahia. Dissertação de Mestrado. UEFS, Feira de Santana, Bahia, Brasil, 76 p.
- Dórea, M. da C., Santos, F.A.R., Lima, L.C.L. & Figueroa, L. 2009. Análise polínica do resíduo pós-emergência de ninhos de *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini). Neotropical Entomology, 38: 197-202.
- Dórea, M. da C., Aguiar, C.M.L., Figueroa, L.E.R., Lima e Lima, L.C. & Santos, F.de A.R. dos. 2010a. Pollen residues in nests of *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in a tropical semiarid area in NE Brazil. Apidologie, 41:557–567.
- Dórea, M. da C., Aguiar, C. M. L., Figueroa, L.E.R, Lima e Lima, L.C & Dos Santos, F.A.R. 2010b. Residual pollen in nests of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in an area of caatinga vegetation from Brazil. Oecologia Australis, 14: 232-237.
- Dórea, M. da C., Aguiar, C. M. L., Figueroa, L.E.R, Lima e Lima, L.C & Dos Santos, F.A.R. 2013. A study of pollen residues in nests of *Centris trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in the Caatinga vegetation, Bahia, Brazil, Grana, 52: 122-128.
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. Svensk Botanisk Tidskrift, 39: 561-564.
- Faria, G. A. 1997. Dados preliminares sobre a composição florística do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas. In: XXII Congresso Brasileiro de Zoológicos e IV Encontro Internacional de Zoológicos. Resumos. Salvador, Bahia.
- Faria, L.B. 2014. Nicho trófico de abelhas coletoras de óleo das tribos Centridini e Tetrapediini (Hymenoptera, Apidae) em diferentes escalas biológicas. Dissertação (Instituto de Biociências). Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 95p.

- Freitas, B.M. & Paxton, R.J. 1998. A comparison of two pollinators: *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. *Journal of Applied Ecology*, 35: 109-121.
- Freitas, B.M., Alves, J.E., Brandão, G.F. & Araújo, Z.B. 1999. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. *Journal of Agricultural Science*, 133: 303-311.
- Gaglianone, M.C. 2001. Nidificação e forrageamento de *Centris (Ptilotopus) scopipes* Friese (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 18: 107-117.
- Gaglianone, M.C., Rocha, H.H.S., Benevides, C.R., Junqueira, C.N. & Augusto, S.C. 2010. Importância de Centridini (Apidae) na polinização de plantas de interesse agrícola: o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) como estudo de caso na região sudeste do Brasil. *Oecologia Australis*. 14:152-164.
- Gonçalves, L., Silva, C.I. & Buschini, M.L.T. 2012. Collection of pollen grains by *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Apidae: Centridini): is *C. tarsata* an oligolectic or polylectic species? *Zoological Studies*, 51:195–203.
- Greenleaf, S.S., Williams, N.M., Winfree, R. & Kremen, C. 2007. Bee foraging ranges and their relationship to body size. *Oecologia* 153:589–596.
- Hammer, O., Harper, D.A.T. & Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics softwarepackage for education and data analyses. *Paleontologia eletrônica* 4.
- Machado, I.C. 2004. Oil-collecting bees and related plants: a review of the studies in the last twenty years and case histories of plants occurring in NE Brazil.p. 255-280. In: Freitas, B.M. & Pereira, J.O.P.(eds.). Solitary bees, conservation, rearing and management for pollination. Editora Imprensa Universitária / Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 285 p.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. New Jersey: Princeton University Press, 179 p.
- Melhem, T.S., Cruz-Barros, M. A.V. da, Corrêa, A.M. da S., Makino-Watanabe, H., Silvestre-Capelato, M.S.F. & Esteves, V.L. G. 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica*, 16:9-104.
- Mendes, F.N. & Rêgo, M.M.C. 2007. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51: 382-388.
- Mendes, F.N., Rêgo, M.M.C. & Albuquerque, P.M.C. 2011. Phenology and reproductive biology of two species of *Byrsonima* Rich. (Malpighiaceae) in Cerrado area in Northeastern Brazil. *Revista Biota Neotropica*, 11:4.
- Michener, C.D. 2007. The Bees of the World. 2nd Edition. The John Hopkins University Press, Baltimore. 953 p.

- Moure, J.S. & Castro, M.S. 2001. Uma nova espécie de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Apoidea, Anthophoridae) do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18: 329-333.
- Moure, J. S., Melo, G. A. R. & Vivallo, F. 2012. Centridini Cockerell & Cockerell, 1901. In Moure, J. S., Urban, D. & 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 Nov/01/2015.
- Neff, J.L. & Simpson, B.B. 1981. Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): Morphology, function, and use in systematics. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 54: 95-123.
- Nogueira-Ferreira, F.H. & Augusto, S.C. 2007. Amplitude de nicho e similaridade no uso de recursos florais por abelhas eussociais em uma área de Cerrado. *Bioscience Journal*, 2:45–51.
- Oliveira, R. & Schlindwein, C. 2009. Searching for a manageable pollinator for acerola orchards: the solitary oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Journal of Economic Entomology*, 102: 265-273.
- Pereira, M., Garófalo, C.A., Camillo, E. & Serrano, J.C. 1999. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, 30: 327-338.
- Pianka, E. R. 1973. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4:53-74.
- Pielou, E.C. 1966. *An introduction to mathematical ecology*. New York, John Wiley & Sons, 286 p.
- Pielou, E.C. 1975. *Ecological diversity*. New York, John Wiley & Sons. 165 p.
- Quiroz-Garcia, D. L., Martinez-Hernandez, E., Palacios-Chavez, R. & Galindo-Miranda, N. E. 2001. Nest provisions and pollen foraging in three species of solitary bees (Hymenoptera: Apidae) from Jalisco, México. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 74:61–69.
- Quiroz-Garcia, D. L. & Arreguin-Sánchez, M. de la L. 2006. Resource utilization by *Centris flavofasciata* Friese (Hymenoptera: Apidae) in Jalisco, México. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 79: 249–253.
- Rabelo, L.S., Vilhena, A.M.G.F., Bastos, E.M.A.F. & Augusto, S.C. 2012. Larval food sources of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Apidae), an oil-collecting bee. *Journal of Natural History*, 46:1129–1140
- Rabelo, L.S., Vilhena, A.M.G.F., Bastos, E.M.A.F., Aguiar, C.L. & Augusto, S.C. 2015. Oil-collecting bee–flower interaction network: do bee size and anther type influence the use of pollen sources? *Apidologie*, 46:465–477.

- Ramos, M., Mendes, F., Albuquerque, P. & Rêgo, M. 2007. Nidificação e forrageamento de *Centris* (Ptilotopus) *maranhensis* Ducke (Hymenoptera, Apidae, Centridini). Revista Brasileira de Zoologia, 24: 1006-1010.
- Ramalho, M. & Silva, M. 2002. Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. Sitientibus série Ciências Biológicas, 2: 34-43.
- Ramalho, M. & M.A. Batista. 2005. Polinização na Mata Atlântica: Perspectiva ecológica da fragmentação, Cap-2, p93-142. In C.R. Franke, P.L.B. da Rocha, W. Klein & S.L. Gomes (orgs.), Mata Atlântica e biodiversidade. Salvador, EDUFBA, 476 p.
- Raven, P. H., Evert, R. F. & Eichhorn, S. E. 2001. Biologia Vegetal, 6ª ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 906 p.
- R Development Core Team. 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL <http://www.R-project.org/>.
- 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 Zoológica, 5: 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* (Fries) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos Principais polinizadores do Murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. Neotropical Entomology, 35: 579-587.
- Relatório Final Projeto Campus: 2000. Mapeamento e levantamento de dados ambientais e de infra-estrutura do *campus* Federação da UFBA, com o uso de um sistema de informações geográficas – SIG: informações básicas para a gestão territorial. Diretório Acadêmico de Geologia, Instituto de Geociências, UFBA. Salvador, Bahia.
- 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 Botânica Brasilica, 22:165–171.
- Roig-Alsina, A. 1997. A generic study of the bees of the tribe Tapinotaspidini, with notes on the evolution of their oil-collecting structures (Hymenoptera, Apidae). Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft, 87: 3–21.
- Roubik, D.W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. New York, Cambridge University Press, 314 p.
- Roubik, D.W. & Patiño, J.E.M. 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island. Missouri Botanical Garden, USA, 268 p.
- Roubik, D.W. & Villanueva-Gutierrez, R. 2009. Invasive Africanized honey bee impact on native solitary bees: a pollen resource and trap nest analysis. Biological Journal of the Linnean Society, 98:152–160.

Santos, R.M, Aguiar CML, Dórea M.C, Almeida, G.F, Santos FAR & Augusto, S.C. 2013. The larval provisions of the pollinator *Centris analis* pollen spectroand tropic niche breadt in agroecosistem. *Apidologie*, 44: 630-641.

Sazan, M.S. 2015. *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) e *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 (Hymenoptera: Apidae: Centridini): polinizadores de *Malpighia emarginata* (Malpighiaceae) com diferentes potencialidades para manejo. Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP- Progrma de Pos-graduação em Entomologia, 87 p.

Silva, C.I., Arista, M., Ortiz, P.L., Bauermann, S.G., Evaldt, A.C.P. & Oliveira, P.E. 2010. Catálogo polínico: palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa* no Triângulo Mineiro. Uberlândia: Editora da Universidade Federal de Uberlândia – EDUFU, 59 p.

Silva, C.I., Imperatriz-Fonseca, V.L., Groppo, M., Bauermann, S.G., Saraiva, A.M., Queiroz, E.P., Evaldt, A.C.P., Aleixo, K.P., Castro, M.M.N., Faria, L.B., Caliman, M.J.F., Wolff, J.L., Paulino Neto, H.F. & Garófalo, C.A. 2014. Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no *campus* da USP de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto: Holos Editora, 153 p.

Schlindwein, C. 2000. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. p.131-141. In *Anais IV Encontro Abelhas*, Ribeirão Preto, USP.

Schlindwein, C., Martins, C.F., Zanella, F.C.V., Alves, M.V., Carvalho, A.T., Darrault, R.O., Duarte J.R., Oliveira, M.D., Ferreira, A.G., Guedes, R.S., Ferreira, R. P., Pinto, C.E., Silveira, M.S. & Vital, M.T.A.B. 2006. Diagnóstico e manejo dos polinizadores de mangabeira e aceroleira. In: *Anais do VII Encontro sobre abelhas*, USP, Ribeirão Preto, SP, Simpósio 16, em CD-ROM, 850 p.

Silveira, F.A, Melo, G.A.R. & Almeida, E.A.B. 2002. *Abelhas brasileiras - Sistemática e Identificação*. IDM Composição e Arte, Belo Horizonte, 253 p.

Steiner, K.E. & Whitehead, V.B. 1988. The association between oil-producing flowers and oil-collecting bees in the Drakensberg of Southern Africa. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 25: 259-277.

Teixeira, L.A.G. & Machado, I.C. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae). *Acta Botânica Brasilica*, 14: 347-357.

Vergeron, P. 1964. Interprétation statistique des résultats en matière d'analyse pollinique des miels. *Annales de l'Abeille*, 7: 349-364.

Vieira-de-Jesus, M.B. & Garófalo, C.A. 2000. Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, 31:503-515.

Vilhena, A.M.G.F. & Augusto, S.C. 2007. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. *Bioscience Journal*, 23: 14-23.

- Vilhena, A.M.G.F., Rabelo, L.S., Bastos, E.M.A.F., Augusto, S.C. 2012. Acerola pollinators in the savanna of Central Brazil: temporal variations in oilcollecting bee richness and a mutualistic network. *Apidologie*, 43:51–62
- Villanueva-Gutiérrez, R. & Roubik, D. W. 2004. Pollen sources of longtongued solitary bees (Megachilidae) in the biosphere reserve of Quitana Rôo, México, p.185-190. In Freitas, B. M. & Pereira, J.O. P. (eds) Solitary bees: conservation, rearing a management for pollination. Imprensa Universitária, UFC, Fortaleza, 285 p.
- Vinson, S. B., Frankie, G.W. & Williams, H.J. 1996. Chemical ecology of bees of the genus *Centris* (Hymenoptera: Apidae). *Florida Entomologist*, 79:109-129.
- Vogel, S. 1969. Flowers offering fatty oil instead of nectar. In: Abstracts XI. International Botanical Congress Seattle, 229 p.
- Vogel, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde bienen. *Tropische subtropische Pflanzenwelt*. Steiner, Wiesbaden, 267 p.
- Vogel, S. 1986. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. Zweite Folge: *Lysimachia* und *Macropis*. *Tropische und Subtrop. Pflanzenwelt*, 4:149-312.
- Vogel, S. & Machado, I.C.S. 1991. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in NE, Brasil. *Plant Systematics and Evolution*, 178: 153-178.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey, USA, 718 p.