

Universidade Federal de Juiz de Fora
Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação
de Recursos Naturais

Luis Henrique Soares Alves

**ABELHAS (HYMENOPTERA) VISITANTES FLORAIS DE
VERNONIA POLYANTHES LESS (ASTERACEAE)**

Juiz de Fora
2015

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Alves, Luis Henrique Soares.

ABELHAS (HYMENOPTERA) VISITANTES FLORAIS DE VERNONIA POLYANTHES LESS (ASTERACEAE) / Luis Henrique Soares Alves. -- 2015.

79 p.

Orientador: Fábio Prezoto

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, 2015.

1. Abelhas invasoras. 2. Abelhas sem ferrão. 3. Competição. 4. Assa-peixe. 5. Apis mellifera. I. Prezoto, Fábio, orient. II. Título. |

Luis Henrique Soares Alves

**ABELHAS (HYMENOPTERA) VISITANTES FLORAIS DE
VERNONIA POLYANTHES LESS (ASTERACEAE)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Prezoto

Juiz de Fora
2015

*"ABELHAS (HYMENOPTERA) VISITANTES FLORAIS DE VERNONIA
POLYANTHES LESS (ASTERACEAE)"*

LUIS HENRIQUE SOARES ALVES

Orientador: Dr. Fábio Prezoto

Tese apresentada ao Instituto de
Ciências Biológicas, da
Universidade Federal de Juiz de
Fora, como parte dos requisitos
para obtenção do Título de
Doutor em Ecologia Aplicada ao
Manejo e Conservação de
Recursos Naturais.

Aprovado em 25 de setembro de 2015.



Prof. Dr. Fábio Prezoto
Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF



Dr.^a Mariana Monteiro de Castro
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP



Dr. André Rodrigues de Souza
Universidade Federal de Viçosa - UFV



Prof.^a/Dr.^a Georgina Maria Faria Mucci
Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG



Prof. Dr. Paulo Cesar Rodrigues Cassino
Universidade Severino Sombra - USS

Dedico esta tese as minhas filhas,
por serem minhas maiores riquezas,
as inspirações de minha vida!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por me guiar e proteger durante mais essa jornada.

Agradecer à minha família, em especial minha esposa Aline e minhas maravilhosas filhas (Sofia e Maria Luísa), pelo carinho, dedicação, amor e por suportarem minha ausência.

Aos meus pais, que acompanharam tudo de perto, sempre preocupados e presentes. Vocês são os pilares da minha vida!

Aos meus cunhados e sogros por todo apoio.

Aos familiares e amigos que torceram por mim e estiveram ao meu lado, durante todo esse tempo.

Ao Fábio, primeiramente pelo exemplo de profissional, pai e pela amizade durante esses quatro anos, não há como mensurar e retribuir toda dedicação e carinho.

Ao grande Professor Cassino, que foi o responsável por minha inserção na vida acadêmica, o senhor sabe o quanto sou grato por tê-lo como amigo.

Ao grande amigo Sérgio Nogueira Pereira, que foi um dos grandes incentivadores e colaboradores desse projeto.

Aos companheiros do LABEC, pela gostosa convivência e aprendizado, em especial, a Doutora Mariana, pela ajuda e auxílio durante as horas difíceis.

Aos proprietários das localidades, onde o projeto foi desenvolvido.

Ao professor Lúcio Antônio de Oliveira Campos e a professora Silvia Regina de Menezes Pedro pela identificação das abelhas.

À Luciana Falci pela ajuda com as análises estatísticas.

A Diretora do colégio Padre Sebastião, Maria das Graças dos Santos Machado Cerbino de Sucena (Muria), pela compreensão e apoio durante todo esse tempo.

Aos funcionários do PGECOL, especialmente o nosso querido e eterno secretário “José Carlos” umas das pessoas mais humanas que conheci.

Aos membros da banca pela gentileza em aceitar o convite.

Se as abelhas desaparecerem da face da terra, a humanidade terá apenas mais quatro anos de existência. Sem abelhas não há polinização (não há reprodução da flora), sem flora não há animais, sem animais não haverá raça humana".
(Albert Einstein)

RESUMO

As abelhas são constantemente empregadas em estudos para avaliar a biodiversidade, pois são sensíveis às modificações ambientais e climáticas. Muitos desses estudos incluem espécies invasoras como as abelhas africanizadas. Contudo, não há um consenso na literatura, sobre os impactos provocados por essa espécie invasora, ou mesmo se pode estar havendo limitação de recursos para as abelhas nativas, ou até mesmo a desestabilização das comunidades biológicas. Algumas plantas são fundamentais na manutenção das comunidades de abelhas, principalmente durante a escassez de recursos. Nesse contexto, podemos destacar *Vernonia polyanthes*, conhecida popularmente por Assa-peixe, espécie que além de contribuir na manutenção da comunidade abelhas, é muito utilizada pela apicultura na produção de mel. A apicultura é uma atividade econômica, que explora racionalmente os produtos oriundos das abelhas do gênero *Apis*. Grande parte da apicultura brasileira é desenvolvida por pequenos e médios agricultores, que comercializam diversos produtos e pequenos animais. Apesar dessa atividade, não se conhece a possível interferência do aumento da biomassa dessa espécie invasora, em virtude da introdução de colmeias de abelhas, sobre as comunidades de abelhas. Os possíveis impactos provocados pela apicultura familiar e a relação das espécies de abelhas visitantes das inflorescências de *V. polyanthes* com os fatores ambientais, não estão completamente elucidados. Sendo assim, esta tese teve como objetivo conhecer os efeitos dos fatores abióticos sobre as interações e comportamentos exibidos pelas abelhas nas inflorescências *V. polyanthes* (Assa-peixe), identificar as espécies visitantes e a estrutura faunística da comunidade, além de verificar a ação da apicultura desenvolvida em pequenas escalas sobre a comunidade de abelhas nativas. A pesquisa foi realizada em duas localidades rurais da cidade de Valença, Rio de Janeiro, sendo uma com apiário e outra sem. As coletas foram realizadas semanalmente durante o período de floração de *V. polyanthes*, julho a agosto (inverno) de 2012 e 2013, em sessões de 10 minutos a cada hora do período de estudo (9 às 16 h), totalizando 26 horas e 30 minutos de amostragens. Foram registrados 1434 (60,43%) indivíduos na localidade com apiário e 934 (39,57%) na localidade

sem apiário, totalizando 2.373 indivíduos, distribuídos em 19 espécies, sendo a maior parte comum às duas comunidades ($n = 15$; 78,95%). As visitas das operárias ocorreram das 9 às 16 h, com maior atividade entre 11 e 15 h. Dentre os fatores abióticos, a umidade relativa do ar ($r_s = -0,691$; $p < 0,0001$) e a temperatura ($r_s = 0,531$; $p < 0,0001$) estiveram correlacionados com a atividade forrageadora. As horas mais quentes do dia compreendidas entre 9 e 15 horas com (altas temperaturas e baixa umidade) apresentaram as maiores frequências de forrageio das abelhas (46,9%). Pode-se observar que houve uma diferença significativa na abundância ($t(1; 19) = 2,140$; $p = 0,046$), entre as localidades estudadas (área com e sem apiário). Já para a riqueza, não houve diferença significativa ($t(1; 19) = -0,600$; $p = 0,555$) entre essas localidades. A ausência de impactos significativos na riqueza e diversidade de abelhas entre as áreas com e sem apiário, destaca a apicultura familiar como um bom modelo para projetos ambientais, uma vez que é ecologicamente sustentável podendo gerar renda em uma atividade ambiental de baixo impacto ambiental para espécies nativas.

Palavras-chave: *Apis mellifera*, abelhas sem ferrão, apicultura, Assa-peixe, competição

ABSTRACT

The bees are constantly used in studies in order to assess biodiversity, since they are sensible to environmental and climatic changes. Many of these studies include exotic species such as *Apis mellifera scutellata* (Africanized bees). However, the literature shows no agreement on the impact provoked by Africanized bees or on the resource limitation for native species and the destabilization of biologic communities. Some botanic species are fundamental to the maintenance of bee communities, especially during resource shortage. In this context, we may highlight *Vernonia polyanthes*, popularly known as “Assapeixe”, widely used in apiculture and honey production. Apiculture, or bee-keeping, is an economic activity which rationally explores the products made by *Apis* bees. Much of the Brazilian apiculture is carried out by family farmers in small and medium size productions, which commercialize many products and small animals. In spite of this activity, it is not known whether apiculture interferes on bee communities due to the introduction of Africanized bee hives (and consequent increase in the biomass of this exotic species). The knowledge on the species of bees visiting *V. polyanthes* inflorescences and possible impact caused by family apiculture is not yet fully elucidated. Therefore, this thesis aimed to understand the interactions and behaviors shown by bees in *V. polyanthes* inflorescences, identify the flower-visiting bee fauna and also to verify the impact of apiculture upon the native bee community. The research was carried out in two localities in the countryside of Valença, Rio de Janeiro, and only one of them had an apiary. Samples were held at a weekly basis during the flowering period of *V. polyanthes*, from July to August (winter) of 2012 and 2013, in 10-minutes sessions for each hour in the study period (from 09:00 to 16:00), totaling 1600 minutes of samples. We recorded 1434 (60.43%) individuals in the locality with the apiary and 934 (39.57%) in the one without the apiary, totaling 2373 individuals distributed in 19 species, most of them being common to both communities ($n= 15$; 78.95%). Worker visitations occurred from 09:00 to 16:00, with increased activity between 11:00 and 15:00. Among the abiotic factors, relative humidity of air ($r_s= -0.691$; $p < 0.0001$) and temperature ($r_s= 0.531$; $p < 0.0001$) were correlated to the foraging activity. The hottest hours of day (high temperature and low humidity) concentrated the

greatest bee foraging frequencies (46.9%). We observed a significant difference in abundance ($t_{(1; 19)} = 2.140$; $p = 0.046$) between the studied localities. Regarding richness, there was no significant difference ($t_{(1; 19)} = -0.600$; $p = 0.555$) between localities. The nectar volume, as well as a high concentration of sugar in *V. polyanthes*, might be easing the effects of competition between the bee species due to a great offer of food resources. That botanic species stands out as a good alternative for beekeepers to enhance their productivity, generating wealth without significantly impact the richness and diversity of bees, thus being a good model for environmental projects due to its sustainability.

Keywords: *Apis mellifera*, stingless bees, beekeeping, Assa-peixe, competition

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 1- Número de publicações científicas realizadas no Brasil, sobre competição entre abelhas africanizadas e nativas, após o processo de africanização ocorrido na década de 50 até 31 de dezembro de 2014. 23
- Figura 2. 1 - Curva de acumulação de espécies amostradas e estimadas pelo índice de (Chao 1), durante a floração de *Vernonia polyanthes*, entre os anos de 2012 e 2013, na cidade de Valença-RJ..... 38
- Figura 3. 1 - Horário da atividade forrageadora de *A. mellifera* ao longo do dia em inflorescências de *V. polyanthes*. EP (erro-padrão); DP (desvio-padrão). 48
- Figura 3. 2 - Abundância absoluta de operárias de *A. mellifera* no período da manhã (9 às 12 h) e tarde (12 às 16 h) em inflorescências de *V. polyanthes*. A abundância absoluta entre o período da manhã e tarde foi comparada pelo teste Mann-Whitney (U)..... 49
- Figura 3. 3 - Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) entre a abundância de *A. mellifera* e as variáveis ambientais em inflorescências de *V. polyanthes*. (A) correlação entre umidade relativa do ar e abundância de *A. mellifera*, (B) correlação entre a temperatura e abundância de *A. mellifera*. 50
- Figura 4. 1 - Localidades com distribuição natural de *V. polyanthes* na cidade de Valença - RJ. (A) localidade com apiário; (B) localidade sem apiário. 58
- Figura 4. 2 (A) Arbusto de *V. polyanthes* em floração; (B) Inflorescência de *V. polyanthes*; (C) *A. mellifera* (Abelha africanizada) coletando recursos alimentares em inflorescência de *V. polyanthes*; (D) *M. quadrifasciata* (popularmente conhecida como mandaçaia), com o corpo repleto de pólen, coletando recursos alimentares em *V. polyanthes*. 59
- Figura 4. 3 - Box plot comparando as localidades com e sem apiário, quanto: (A) riqueza; (B) Diversidade; (C) Abundância, em inflorescência de *V. polyanthes*. No eixo X, (CA) representa a localidade com apiário e (SA) representa a localidade sem apiário. (*) diferença significativa entre as duas áreas de estudo..... 64
- Figura 4. 4 - NMDS (Nonmetric Multidimensional Scaling) da abundância de espécies de abelhas em áreas com e sem apiário. Abreviações de acordo com Tabela 1. A letra entre parênteses na frente dos nomes abreviados representa: (C) – espécies presentes na área com Apiário; (S) espécies presentes na área sem apiário..... 66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1- Publicações Científicas sobre competição entre abelhas africanizadas e nativas realizados no Brasil depois do processo de africanização, até 31 de dezembro de 2014. Autor/Ano, Periódico, Estado, Duração do estudo (meses), Esforço Amostral (horas), Método Amostral (BAT = Busca Ativa; ISCA 1 – mel; ISCA 2 – mel e essência de morango; OBS = Observação comportamental dos visitantes florais; SAK – Método proposto por Sakagami e colaboradores em 1967), Impacto (N = Não; S = Sim). Periódicos nacionais (Acta Amazônica, Acta Botânica Brasileira, Anais da sociedade entomológica do Brasil, Ciência Rural, Iheringia, Revista Brasileira de Zoologia, Revista Ciência Agronômica, Revista Nordestina de Biologia) e periódicos internacionais (Acta Ethologica, Apidologie, Bioscience Journal, Neotropical Entomology, Sociobiology).....	24
Tabela 2. 1 - Lista de espécies de abelhas coletadas em florada de <i>Vernonia polyanthes</i> em Valença, RJ. (*) Abelhas sociais. Constância: Espécie acidental (ACI), Espécie Acessória (ACE) e Espécie Constante (CONS). Dominância: Espécie dominante (D) e espécie não dominante (ND).	36
Tabela 2. 2 - Análise ecológica da fauna de abelhas em inflorescência de <i>Vernonia polyanthes</i> , realizadas nos anos de 2012 e 2013, na cidade de Valença-RJ.....	40
Tabela 4. 1 - Dados sobre comunidade de abelhas em área com e sem apiário. (Código) - representa as espécies utilizadas na análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS). (*) representa as espécies sociais.....	62

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO 1 - ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS REALIZADAS NO BRASIL, SOBRE OS EFEITOS COMPETITIVOS DAS ABELHAS AFRICANIZADAS SOBRE AS ABELHAS NATIVAS.....	19
1.1 RESUMO	19
1.2 INTRODUÇÃO.....	20
1.3 MATERIAL E MÉTODOS	22
1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
CAPÍTULO 2 - DIVERSIDADE DE ABELHAS EM INFLORESCÊNCIA DE <i>Vernonia polyanthes</i> LESS (Asteraceae)	31
2.1 RESUMO	31
2.2 INTRODUÇÃO.....	32
2.3. MATERIAL E MÉTODOS	34
2.3.1 Local de estudo	34
2.3.2. Amostragem	34
2.3.3. Análise dos dados.....	34
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
CAPÍTULO 3 - EFEITO DOS FATORES ABIÓTICOS SOBRE A ATIVIDADE FORRAGEADORA DE <i>Apis mellifera</i> LINNAEUS, 1758 EM INFLORESCÊNCIAS DE <i>Vernonia polyanthes</i> Less (ASTERACEAE)	43
3.1 RESUMO	43
3.3 INTRODUÇÃO.....	44
3.3 MATERIAL E MÉTODOS	46
3.3.1.Local de estudo	46
3.3.2.Amostragem	46
3.3.3.Análise dos dados.....	46
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS EFEITOS COMPETITIVOS DA APICULTURA FAMILIAR SOBRE A COMUNIDADE DE ABELHAS NATIVAS	53
4.1 RESUMO	53

4.2 INTRODUÇÃO.....	55
4.3 MATERIAL E MÉTODOS	58
4.3.1.Local de estudo	58
4.3.3.Amostragem	59
4.3.3.Análise dos dados.....	60
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
5.CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
6.REFERÊNCIAS	70

INTRODUÇÃO

O reconhecido papel das abelhas do gênero *Apis*, como agentes polinizadores das culturas agrícolas, destaca mundialmente a apicultura como uma atividade econômica de grande importância para o meio ambiente (MILLER & APLET, 1993).

No Brasil, a apicultura é uma atividade agrícola de grande importância para o agronegócio nacional, pois é desenvolvida predominantemente entre pequenos e médios agricultores familiares (PORTUGAL, 2004; LORENZON et al., 2008). Contudo, apesar de sua enorme importância, não se sabe ao certo, o verdadeiro impacto que esses organismos causam sobre a comunidade de abelhas nativas e ao meio ambiente, pois trata-se de uma espécie invasora. Além disso, o conhecimento sobre a fauna de abelhas nativas no Brasil, antes da introdução das abelhas africanizadas é escasso.

O processo de africanização, ocorrido em território brasileiro na década de 50, proporcionou o crescimento da atividade apícola. Essa nova subespécie herdou a maior parte das características de interesse econômico das abelhas africanas, sendo mais produtivas e resistentes a doenças que as abelhas européias, introduzidas e criadas anteriormente.

Mesmo destacando-se como uma atividade econômica de grande importância para a economia brasileira, não há uma avaliação ambiental comparativa entre a comunidade de abelhas em localidades com e sem apiário, sendo esta questão tratada de forma empírica. Para tentar elucidar essas lacunas, comparamos: riqueza, diversidade e abundância das abelhas visitantes das inflorescências de *Vernonia polyanthes* Less, em localidade com e sem presença de apiário. Esta planta, conhecida popularmente como Assapeixe, apresenta grande destaque para apicultura, devido a sua floração durante a escassez de recursos, onde as colmeias possuem poucas alternativas de alimento e pelo alto valor comercial alcançado pelo mel oriundo dessa espécie. Além disso, *V. polyanthes* é encontrada com facilidade em sua

área de distribuição natural, nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, regiões onde a apicultura é muito desenvolvida (JÚNIOR et al., 2007; YAMAMOTO et al., 2005).

Por essa razão, esta tese teve como objetivo geral, conhecer as interações ecológicas das abelhas em florada de *V. polyanthes* em localidades sem e com apiário. A tese está formatada na forma de quatro capítulos, como detalhados abaixo.

O primeiro capítulo é uma revisão da literatura científica sobre o tema principal da tese, competição entre as abelhas africanizadas e nativas. Nesses estudos foram analisados: tipo de metodologia, tempo de duração, veículos de publicação e quais espécies de abelhas nativas foram impactadas. Esse estudo fornece informações sobre os efeitos da competição entre abelhas africanizadas e abelhas nativas, após o processo de africanização, até os dias atuais.

O segundo capítulo teve como objetivo conhecer a riqueza e diversidade de abelhas visitantes das inflorescências de *V. polyanthes*. Conhecer a fauna de abelhas, suas interações ecológicas e as atividades forrageadoras em inflorescência de assa-peixe podem gerar informações para serem utilizadas em estratégias de manejo e conservação dessas espécies, em estudos futuros.

O terceiro capítulo abordou a influência dos fatores abióticos sobre o forrageio das abelhas africanizadas. O conhecimento das atividades forrageadoras das abelhas sob a influência dos fatores abióticos fornece subsídios para melhorar as atividades de manejo das colmeias pelos apicultores e desenvolver a apicultura brasileira.

O quarto capítulo, objetivo geral do projeto tese, foi uma abordagem comparativa de duas localidades, uma sem e outra com apiário, em relação aos possíveis impactos que a apicultura pode provocar sobre as abelhas nativas. Com isso, podemos ter uma avaliação mais detalhada dos impactos provocados pela apicultura familiar, sobre a comunidade de abelhas nativas.

As informações contidas nesta tese fazem parte de um conjunto de dados, que contribuem para melhorar o manejo, a produtividade e o desenvolvimento da apicultura. Além disso, este trabalho confirma a apicultura, desenvolvida pela agricultura familiar, como uma atividade economicamente sustentável.

CAPÍTULO 1 - ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS REALIZADAS NO BRASIL, SOBRE OS EFEITOS COMPETITIVOS DAS ABELHAS AFRICANIZADAS SOBRE AS ABELHAS NATIVAS

1.1 RESUMO

Diante do crescente interesse da comunidade científica sobre os efeitos competitivos das abelhas africanizadas sobre as abelhas nativas, foi realizada uma análise cienciométrica dos artigos científicos sobre competição entre as abelhas africanizadas e abelhas nativas, indexados no Instituto Thomson Scientific para Informação e Scopus, realizados no Brasil após o processo de africanização ocorrido na década de 50 até 31 de dezembro de 2014. Nesses artigos foram analisados: revista científica, ano da publicação, metodologia, período de estudo (meses), espécies nativas que competem com as abelhas africanizadas e o local onde os estudos foram realizados. Um terço das publicações (n = 6; 31,58%), mostrou que as abelhas africanizadas afetam negativamente as abelhas nativas brasileiras. Dentre esses efeitos, podemos destacar: sobreposição de nicho alimentar e temporal e diminuição dos recursos alimentares para as abelhas nativas. As espécies afetadas pelas abelhas africanizadas foram exclusivamente eussociais (*Trigona spinipes*, *Scaptotrigona depilis* e *Scaptotrigona tubiba*). De certa forma, a competição parece ocorrer entre espécies com hábitos comportamentais e sociais semelhantes. A maior parte dos estudos (n = 12; 63,16%) foi realizado em estados que estão presentes na lista dos 10 maiores produtores de mel do Brasil: SC, MG, SP, BA. Isso revela que geralmente esses estudos são realizados em regiões onde a apicultura é bem desenvolvida e difundida. De certa forma, trabalhos ao longo de todo ano e que utilizam a observação comportamental dos visitantes, associados à coleta com rede entomológica se destacam como os mais eficientes na identificação dos efeitos competitivos, e por isso, propomos um protocolo baseado nos trabalhos que conseguiram indentificar os efeitos competitivos das abelhas africanizadas sobre as abelhas nativas.

Palavras-chave: Abelha exótica, Abelhas sem ferrão, *Apis mellifera*

1.2 INTRODUÇÃO

As abelhas possuem um papel fundamental na polinização dos ecossistemas, destacando-se pela sua eficiente polinização (ROUBIK, 1989; BIESMEIJER & SLAA, 2006). Em regiões tropicais, elas são as principais responsáveis por polinizar as espécies de plantas nativas e diversas culturas agrícolas, além de fornecer produtos que são valorizados economicamente como: mel, pólen, própolis, geleia real e cera (BIESMEIJER & SLAA, 2006).

Devido a essas características, muitas espécies de abelhas têm sido introduzidas fora de sua área de distribuição natural (PAINI, 2004). GOULSON (2003) apresenta uma revisão listando 17 espécies de abelhas que foram utilizadas como agentes polinizadores e introduzidas fora de sua área de distribuição natural. Nem sempre essas introduções são bem sucedidas, pois em muitos casos, os projetos não alcançam o objetivo desejado, e as espécies invasoras se adaptam ao novo ambiente (MILLER & APLET, 1993), provocando mudanças comportamentais nas espécies nativas, tais como: redução da taxa de sobrevivência, crescimento, reprodução, competição por locais de nidificação e por recursos alimentares (GOULSON, 2003). Por esse motivo, muitos pesquisadores questionam o papel ambiental das abelhas africanizadas como agentes polinizadores, fora de sua área de distribuição natural.

O processo de africanização teve início na década de 50, em Rio Claro – São Paulo (CAMAZINE & MORSE, 1988), onde rainhas de abelhas africanas, *Apis mellifera scutellata* foram utilizadas em estudos de melhoramento da produtividade e resistência às doenças das espécies de abelhas européias, presentes no Brasil, espécies estas introduzidas durante a colonização. Porém, as abelhas africanas escaparam e deram origem a um novo híbrido, conhecido popularmente como abelhas africanizadas, que apresentou maior resistência a doenças, altas taxas de enxameação, eficiente capacidade de defesa, hábitos de forrageio generalistas (ROUBIK & BUCHMANN, 1984). Essas características facilitaram a adaptação e dispersão dessa nova subespécie por todo o continente americano e possivelmente, a competição com as espécies

nativas na exploração dos recursos alimentares (CAMAZINE & MORSE, 1988; ROUBIK, 1989; BIESMEIJER & SLAA, 2006).

Ainda não há um consenso sobre os efeitos negativos das abelhas africanizadas aos ecossistemas e as espécies de abelhas nativas, pois geralmente, somente os benefícios da polinização são avaliados (GOULSON, 2003). Por isso, a revisão dos estudos que avaliam a competição entre abelhas nativas e africanizadas é o primeiro passo para identificar a amplitude deste problema.

O número de estudos científicos, publicados em uma área da ciência é utilizado para avaliar o progresso científico em determinado assunto (VAN RAAN, 1997). Essa avaliação ainda não foi empregada em estudos sobre a competição entre abelhas africanizadas e abelhas nativas no Brasil. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo realizar uma análise das publicações científicas, acerca da competição entre abelhas africanizadas e abelhas nativas brasileiras, propor um protocolo de coleta para ser utilizados em estudos futuros, utilizando as metodologias mais eficientes na identificação dos efeitos competitivos entre as abelhas africanizadas e abelhas nativas.

1.3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa avaliou todos os trabalhos que tinham como objetivo ou tratavam sobre competição entre abelhas africanizadas e abelhas nativas, realizados no Brasil após 1950, depois do processo de africanização, até 31 de dezembro de 2014, que não utilizavam a palinologia para avaliar a competição.

A metodologia do trabalho foi adaptada dos trabalhos realizados por GARCIA & LISE (2013) e CASTRO et al. (2015). Os critérios para seleção e inclusão de artigos foram: artigos indexados na plataforma de busca do Instituto Thomson Scientific para Informação (ISI - www.isiknowledge.com), conforme BARBOSA (2014). As palavras-chave utilizadas na busca foram: abelhas africanizadas “africanized honeybee”, competição “competition” e ou sobreposição de nicho “niche overlap”, *Apis mellifera* e abelhas sem ferrão “stingless bee”.

Após a avaliação desses artigos foi realizada uma análise descritivas com os seguintes dados: (i) revista científica de publicação; (ii) ano da publicação; (iii) metodologia empregada; (iv) período de estudo (meses); (v) duração do estudo ao longo do dia (horas); (vi) espécies nativas que competem com as abelhas africanizadas; (vii) local onde os estudos foram realizados.

1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 19 artigos, sobre competição entre abelhas africanizadas e nativas, publicados após o processo de africanização. O primeiro artigo foi publicado em 1991 (PEDRO & DE CAMARGO, 1991), aproximadamente 40 anos depois da africanização. A partir deste estudo, mais 18 foram realizados ao longo de 23 anos (média de 0,78 artigos/ano) menos de um artigo por ano. A maioria dos artigos (n = 11; 57,9%), foram publicados nos últimos oito anos. O ano de 2007 apresentou o maior número de publicações, quatro (21,05%), a partir desse ano, pode-se perceber que houve uma maior constância e aumento no número de publicações (Figura 1). Essa maior produção de artigos pode estar associada ao aparecimento do “Distúrbio do Colapso das Colônias”, conhecida mundialmente como (CCD – Colony Collapse Disorder). A CCD foi relatada pela primeira vez nos Estados Unidos em 2006 (STOKSTAD, 2007) e despertou grande interesse da comunidade científica em identificar os motivos desse problema, que vem causando prejuízos econômicos para a apicultura e agricultura, devido à perda de milhares de colônias de abelhas do gênero *Apis* em todo o mundo (VAN-ENGELSDORP & MEIXNER, 2010).

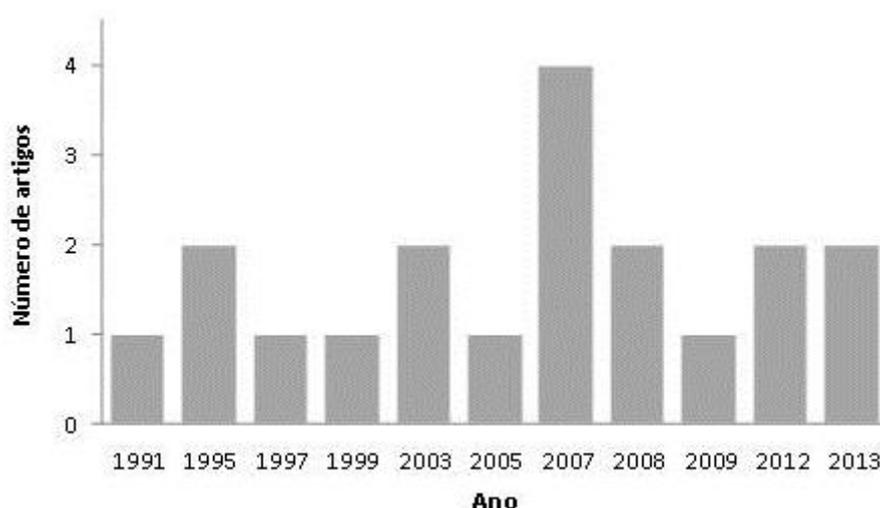


Figura 1 - Número de publicações científicas realizadas no Brasil, sobre competição entre abelhas africanizadas e nativas, após o processo de africanização ocorrido na década de 50 até 31 de dezembro de 2014.

Os artigos encontrados foram publicados em revistas de diferentes áreas: ecologia e biologia (n = 9; 47,4%) (Acta Amazônica, Bioscience Journal, Iheringia, Revista Nordestina de Biologia e Sociobiology); entomologia (n = 5; 26,3%) (Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Apidologie e Neotropical Entomology), Agricultura (n = 2; 10,5%) (Ciência Rural e Revista Ciência Agronômica), botânica (5,3%) (Acta Botânica Brasileira), zoologia (n = 1; 5,3%) (Revista Brasileira de Zoologia), e comportamental (n = 1; 5,3%) (Acta Ethologica) (Tabela 1). Esse padrão de publicação em periódicos de diferentes áreas revela que os estudos realizados com abelhas são importantes para diversas áreas e setores, principalmente estudos ecológicos e econômicos. Porém, nenhum artigo foi publicado em revista de conservação. Isto significa que pode haver um tipo de desencontro entre os profissionais ligados a biologia da conservação e os trabalhos que subsidiam as questões sobre o impacto das abelhas africanizadas sobre as nativas.

Os artigos sobre competição foram publicados em 13 periódicos, sendo a maior parte nacional. As revistas que mais apresentaram publicações foram: Bioscience Journal (n = 4; 21,05%), Apidologie (n = 3; 15,79%) e Revista Nordestina de Biologia (n = 2; 10,53%). O único periódico especializado em estudos com abelhas é Apidologie, que apresentou o segundo maior número de publicações, três artigos (Tabela 1).

Tabela 1- Publicações Científicas sobre competição entre abelhas africanizadas e nativas realizados no Brasil depois do processo de africanização ocorrido na década de 50 até 31 de dezembro de 2014. Autor/Ano, Periódico, Estado, Duração do estudo (meses), Esforço Amostral (horas), Método Amostral (BAT = Busca Ativa; ISCA 1 – mel; ISCA 2 – mel e essência de morango; OBS = Observação comportamental dos visitantes florais; SAK – Método proposto por Sakagami e colaboradores em 1967), Impacto (N = Não; S = Sim). Periódicos nacionais (Acta Amazônica, Acta Botânica Brasileira, Anais da sociedade entomológica do Brasil, Ciência Rural, Iheringia, Revista Brasileira de Zoologia, Revista Ciência Agronômica, Revista Nordestina de Biologia) e periódicos internacionais (Acta Ethologica, Apidologie, Bioscience Journal, Neotropical Entomology, Sociobiology).

Autor	Ano	Periódico	Estado	Duração	Esforço amostral	Método Amostral	Impacto
PEDRO & DE CAMARGO	1991	Apidologie	SP	12	130	BAT OBS	S
AGUIAR et al.,	1995	Rev. Nor. B	PB	12	192	SAK	N
MARTINS	1995	Rev. Nor. B	BA	12	192	SAK	N
AGUIAR & MARTINS	1997	Iheringia	PB	12	192	SAK	N
MACEDO & MARTINS	1999	Anais S.E.B.	MG	13	-	OBS	N
AGUIAR	2003	Rev.B. Zoo	BA	15	180	SAK	S
PAULINO et al.,	2003	Rev. C. Agr	SP	1	60	OBS	N
OLIVEIRA & CUNHA	2005	Rev.Acta A.	AM	3	162	SAK ISCA1 ISCA 2	N
BATALHA – FILHO et al.,	2007	Bios. J	BA	25	300	SAK	N
MENEZES et al.,	2007	Bios. J	MG	5	-	OBS	S
MINUSSI & ALVES-DOS-SANTOS	2007	Bios. J	SC	7	20	BAT OBS	N
NOGUEIRA-FERREIRA & AUGUSTO	2007	Bios. J	SP	12	192	BAT OBS	N
COSTA et al.,	2008	Ciência R.	BA	2	-	BAT	S
RODARTE et al.,	2008	Acta B. B.	BA	12	264	SAK	N
FRANCO et al.,	2009	Sociobiology	BA	6	60	SAK	S
CARNEIRO & MARTINS	2012	Apidologie	PB	36	130	BAT OBS	S
POLATTO et al.,	2012	Acta Ethol.	MS	2	120	OBS	N
POLATTO & CHAUD-NETO	2013	Neo. Ento.	MS	12	144	BAT OBS	N
AGUIAR et al.,	2013	Apidologie	PB	12	192	SAK	N

Analisando a distribuição dos artigos científicos pelos estados brasileiros pode-se observar que a maior parte dos estudos sobre competição (n = 12; 63,16%) foi realizado em estados que estão na lista dos 10 maiores produtores de mel: SC, MG, SP, BA (PASIN et al., 2012). Isso revela que esse tipo de estudo, geralmente é realizado em regiões onde a apicultura é bem

desenvolvida e difundida. Contudo, os estados do RS, PR, CE, PI, PE e RN importantes produtores de mel, ainda carecem de estudos que avaliem os possíveis impactos competitivos das abelhas africanizadas, assunto de grande importância no cenário mundial (JERNIGAN et al., 2014).

Mais da metade dos estudos foram realizados nos estados da região nordeste (n = 10; 52,63%), concentrado nos estados da Bahia (n = 6) e Paraíba (n = 4), seguida da região sudeste (n = 5; 26,32%), para os estados de São Paulo (n = 3) e Minas Gerais (n = 2), região Centro Oeste (n = 2; 10,53%) em Mato Grosso do Sul, região Norte (n = 1; 5,3%) no estado do Amazonas e região Sul (n = 1; 5,3%) em Santa Catarina (Tabela 1).

Um terço das publicações (n = 6; 31,58%), identificou que as abelhas africanizadas afetam negativamente as abelhas nativas brasileiras. Esses trabalhos foram realizados nas regiões Nordeste, nos estados da Paraíba e Bahia e na região Sudeste nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Dentre os efeitos competitivos podemos destacar:

- Diminuição de recursos para abelhas nativas devido à depreciação pelas abelhas africanizadas (PEDRO & DE CAMARGO, 1991; AGUIAR, 2003; MENEZES et al., 2007; CARNEIRO & MARTINS, 2012);
- Sobreposição de nicho alimentar devido à exploração de recurso ao mesmo tempo por duas ou mais espécies de abelhas (AGUIAR, 2003; FRANCO et al., 2009; CARNEIRO & MARTINS, 2012);
- Sobreposição de nicho temporal, quando as espécies de abelhas estudadas apresentam a mesma distribuição espacial (MENEZES et al., 2007; COSTA et al., 2008).

De uma forma geral os autores referem-se à sobreposição de nicho como sinal de competição. É importante lembrar, que apenas sobreposição de nicho não caracteriza competição entre os organismos (GOULSON, 2003). Para confirmar os efeitos competitivos é necessário analisar o comportamento

das abelhas e observar se está havendo comportamento agressivo entre as espécies e ou depreciação dos recursos alimentares (HORSKINS & TURNER, 1999). Além disso, deve-se observar se esses efeitos são suficientes para forçar as abelhas nativas a modificar suas estratégias de forrageamento ou até mesmo levá-las, a exclusão dos recursos alimentares (SCHAFFER et al., 1983).

Roubik & Buchmann (1984), estudando a competição entre abelhas africanizadas e abelhas sem ferrão, observaram que mesmo havendo sobreposição na exploração dos recursos alimentares, não se pode afirmar que houve competição entre as espécies.

Nesta revisão, três espécies de abelhas nativas foram afetadas pela competição entre as abelhas africanizadas.

- *Trigona spinipes* (FABRICIUS, 1793), conhecida popularmente como abelha cachorro ou irapuá. Espécie que constroi seus ninhos em locais expostos, principalmente em galhos e troncos, seus ninhos podem conter até 150 mil indivíduos (MICHENER, 2000). A competição entre *T. spinipes* e abelhas africanizadas foi identificada pelos seguintes autores: PEDRO & DE CAMARGO, 1991; COSTA et al., 2008.
- Outra espécie de abelha sem ferrão afetada pela competição das abelhas africanizadas foi *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942), espécie considerada bastante agressiva, pois mordiscam e atacam os invasores de suas colônias (NOGUEIRA-NETO, 1997). Seus ninhos são construídos principalmente, em ocos de árvores e podem conter até 50 mil indivíduos (MICHENER, 2000). Somente o trabalho de MENEZES et al., 2007, identificou competição entre abelhas africanizadas e *S. depilis*.
- A competição entre *Scaptotrigona tubiba* (Smith, 1863) e abelhas africanizadas foi observada no artigo de CARNEIRO & MARTINS, 2012. Esta espécie de abelha nativa conhecida popularmente como tubiba ou

tubi, apresenta distribuição do Rio Grande do Sul ao México. Seus ninhos podem atingir 50 mil indivíduos (NOGUEIRA-NETO, 1997).

As espécies de abelhas nativas afetadas pelas abelhas africanizadas apresentam algumas características em comuns entre elas (hábitos de forrageio generalista, ampla distribuição geográfica e ninhos populosos). Sendo assim, espécies com características comportamentais e biológicas semelhantes e que exploram os mesmos recursos que as abelhas africanizadas, apresentam maiores chances de indicar os efeitos competitivos das abelhas africanizadas.

Mesmo não identificando competição com as abelhas solitárias, sugere-se um pouco mais de atenção com esse grupo, pois a maioria das espécies solitárias apresenta menor abundância quando comparada as espécies sociais (MICHENER, 2000). Essa diferença na abundância pode estar dificultando a percepção dos efeitos competitivos entre as abelhas africanizadas e solitárias. Além disso, as abelhas solitárias forrageiam por estratégias de erro e acerto, onde cada indivíduo visita diferentes fontes florais, forrageando somente nos recursos com maiores recompensas energéticas (DORNHAUS & CHITTKA, 1999). Por isso, as espécies sociais podem exercer uma forte pressão sobre esse grupo, devido a sua eficiente capacidade de comunicar a fonte de alimento, recrutar indivíduos da colônia e ter acesso aos recursos alimentares antes das abelhas solitárias (HORSKINS & TURNER, 1999).

O tempo de duração dos estudos variou de 1 a 36 meses. Artigos que identificaram competição apresentaram duração mínima de 2 meses e máxima de 26 meses, com média de 12,6 meses. A média de esforço amostral empregado nos estudos foi de 169 horas/ano o que corresponde a aproximadamente 14 horas de esforço amostral/mês. Porém, o tempo médio empregado nos estudos que identificaram a competição foi de aproximadamente 9 horas de esforço amostral/dia. De uma forma geral os trabalhos de levantamento de abelhas realizam coletas ao longo de todo o dia, principalmente nos horários de maior atividade das abelhas o que corresponde a este intervalo. Muitas espécies são suscetíveis às variações sazonais

(MICHENER, 2000), por isso, é comum para esse grupo, a realização de trabalhos ao longo do ano.

Entre os métodos de coleta empregados, podemos destacar cinco: coleta dos visitantes seguindo o método proposto por (SAKAGAMI et al., 1967) (SAK), método amostral mais empregado, sendo utilizado em dez artigos; seguido de observação comportamental dos visitantes (OBS) empregado em nove artigos; busca ativa com rede entomológica (BAT) utilizado em seis; Isca atrativa de mel (ISCA 1) e Isca atrativa de Mel com essência de morango (ISCA 2) utilizados em apenas um artigo cada (Tabela 1).

Não foi observada uma padronização nos métodos de coleta utilizados para avaliar os efeitos competitivos entre abelhas nativas e africanizadas. Isso torna difícil a comparação dos dados entre os artigos com diferentes metodologias. A maior parte dos artigos utilizou somente um método amostral (n = 14; 73,7%), quatro artigos empregaram dois métodos amostrais (21,05%) e apenas 1 artigo utilizou três métodos amostrais (Tabela 1). Diante do crescente interesse da comunidade científica em identificar os efeitos competitivos das abelhas africanizadas é preciso padronizar os métodos amostrais utilizados nos estudos de competição entre abelhas. Isso facilitaria a identificação desses efeitos e a comparação com outros artigos, contribuindo para aumentar a base de informações sobre um tema de grande relevância para o cenário ecológico atual. Para auxiliar as novas pesquisas e facilitar a comparação entre trabalhos de competição, sugere-se que seja adotado o seguinte protocolo:

Realizar coletas mensais ao longo de 1 ano, para identificar os efeitos da sazonalidade entre as diferentes espécies de abelhas ou realizar coletas durante todo o período de floração de uma determinada espécie botânica. Essas coletas devem ter pelo menos 9 horas de esforço amostral/dia e estarem associadas os seguintes métodos amostrais:

(a) – Observação comportamental dos visitantes florais, método que permite avaliar as diferentes interações dos indivíduos durante o forrageamento (DECLARO & PREZOTO, 2003), e as perturbações físicas entre as espécies estudadas (GROSS & MACKAY, 1998).

(b) Método de busca ativa com rede entomológica, que facilita a identificação dos indivíduos e fornece dados ecológicos como: riqueza, diversidade, sobreposição de nicho temporal e alimentar.

Os métodos amostrais citados acima apresentam baixo custo e aparato técnico e simples de ser utilizado. Além disso, esses métodos quando associados, aumentam as chances de identificar os efeitos competitivos entre as abelhas africanizadas e abelhas nativas, pois pode-se comparar a abundância entre as diferentes espécies ao longo do ano e os possíveis comportamentos agressivos entre as espécies que competem pelos recursos.

Embora algumas publicações tenham identificado efeitos competitivos das abelhas africanizadas com pequeno esforço amostral, trabalhos ao longo de todo ano e que utilizam a observação comportamental dos visitantes, associados à coleta com rede entomológica se destacam como os mais eficientes na identificação da competição.

Como há muitas controvérsias sobre os efeitos competitivos das abelhas africanizadas em território brasileiro a utilização de espécies chaves, principalmente espécies que apresentam características comportamentais e biológicas e estratégias de forrageio semelhantes das abelhas africanizadas, pode contribuir para uma avaliação mais conclusiva. Além disso, esses estudos devem ser realizados com maior frequência em locais onde a apicultura é mais desenvolvida, pois há um maior número de colmeias e os efeitos competitivos podem ser mais evidentes.

CAPÍTULO 2 - DIVERSIDADE DE ABELHAS EM INFLORESCÊNCIA DE *Vernonia polyanthes* LESS (Asteraceae)

2.1 RESUMO

Vernonia polyanthes Less destaca-se como uma importante fonte alimentar para as abelhas, devido à floração durante o período de escassez de recursos (estação seca). O conhecimento dos visitantes dessa espécie botânica é escasso. Assim, conhecer a fauna e a atividade forrageadora das abelhas, pode gerar informações úteis para estratégias de manejo e conservação dessa espécie botânica e seus visitantes em estudos futuros. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi conhecer a riqueza e diversidade de abelhas visitantes das inflorescências de *V. polyanthes*. O estudo foi conduzido em uma localidade rural na cidade de Valença – RJ, durante o período de floração de *V. polyanthes*, julho a agosto (estação seca) de 2012 e 2013. As amostragens foram realizadas semanalmente com rede entomológica, em sessões de 10 minutos a cada hora do período de estudo (9 às 16 h), totalizando 800 minutos de esforço amostral. As duas espécies com maior abundância foram responsáveis por 89,67% (n = 842) do total de indivíduos: *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (66,35%; n = 623) e *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (23,32%; n = 219). O restante das espécies (n = 14; 87,5%) apresentou abundância relativamente baixa (n = 95; 10,33%), quando comparada às espécies mais abundantes. O presente estudo apresentou índice de Margalef (2,33), que denota uma comunidade com distribuição irregular, quanto à abundância das espécies, devido principalmente à alta frequência relativa de *A. mellifera*. As características apresentadas por *V. polyanthes*, como: fácil acesso ao néctar e abundante oferta de recursos durante a estação seca, podem favorecer as espécies de abelhas dominantes (*A. mellifera* e *T. spinipes*) e com hábitos de forrageio generalistas, em uma época na qual os recursos estão bastante limitados no ambiente.

Palavras-chave: *Apis mellifera*, Assa-peixe, Meliponinae, Visitantes florais

2.2 INTRODUÇÃO

As abelhas contribuem de forma significativa para a sustentabilidade dos ecossistemas, participando ativamente do processo de polinização. Esse grupo de polinizadores responde rapidamente a mudanças e distúrbios nesses ambientes, pois apresentam complexas exigências ambientais e comportamentais na exploração de recursos alimentares, e por isso, são frequentemente empregados em diversos estudos faunísticos (ANDERSEN & SPARLING, 1997; FIDALGO & KLEINERT, 2010).

Em regiões tropicais, a polinização das espécies vegetais nativas e de muitas culturas agrícolas é realizada quase que exclusivamente por abelhas sem ferrão (CARVALHO & BEGO, 1996). Abelhas desse grupo apresentam ferrão atrofiado, comportamento eussocial, colônias muito populosas e perenes, ativas durante todo ano (MARTINS, 1995).

Algumas espécies vegetais são fundamentais na manutenção das comunidades de abelhas, principalmente durante a escassez de recursos (RAMALHO et al., 2004).

Devido à atratividade para as abelhas, a família Asteraceae é considerada a mais importante família botânica (VIANA, 1999). Nesta família podemos destacar a espécie *Vernonia polyanthes* Less, que apresenta flores agrupadas em inflorescência, em forma de capítulos (PEDRO & DE CAMARGO, 1991), com órgãos reprodutores e corola exposta, facilitando a coleta de néctar e pólen pelos visitantes (JÚNIOR et al., 2007), tornando-se mais vistosas para os visitantes. Isso cria uma relação positiva entre o número de inflorescência ou flores e o número de visitantes (SCHMITT, 1980).

O período de floração de *V. polyanthes*, ocorre de junho a agosto, no final da estação seca, no qual a maioria das espécies está senescente, por isso, torna-se uma importante fonte de recursos alimentares para as abelhas (JÚNIOR et al., 2007).

Como as abelhas possuem uma íntima relação ecológica com as espécies vegetais nativas, estudos faunísticos entre esses organismos, podem contribuir para o conhecimento das interações ecológicas, fornecendo dados sobre a composição, frequência, riqueza e diversidade de abelhas nas comunidades (BIESMEIJER et al., 2006).

O conhecimento das espécies de abelhas visitantes das inflorescências de *V. polyanthes*, é escasso, fazendo-se necessário conhecer as interações e estratégias de forrageio da fauna de abelhas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi conhecer a diversidade de abelhas, visitantes das inflorescências de *V. polyanthes*. O conhecimento da fauna de abelhas pode gerar informações para serem utilizadas em estratégias de manejo e conservação dessas espécies, em estudos futuros.

2.3. MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1. Local de estudo

O estudo foi conduzido em uma localidade rural na cidade de Valença – RJ (22° 15' 54" S e 43° 49' 41" W), cuja fitofisionomia é composta por pastagens, cultivos abandonados, com predominância de vegetação nativa em estágio pioneiro de desenvolvimento e algumas áreas fragmentadas de Floresta Tropical Atlântica. Segundo Köppen (1970), o clima da região é do tipo tropical de altitude, com duas estações bem definidas: inverno seco de maio a setembro (estação seca) e verão chuvoso de outubro a abril (estação chuvosa).

2.3.2. Amostragem

As amostragens foram realizadas semanalmente com rede entomológica, durante o período de floração de *V. polyanthes*, julho a agosto (estação seca) de 2012 e 2013 (WIESE, 1995). A cada hora do período de estudo (9 às 16 h), foram realizadas sessões de 10 minutos, totalizando 800 minutos de esforço amostral, durante os dois anos consecutivos, seguindo a metodologia proposta por (SAKAGAMI et al., 1967).

2.3.3. Análise dos dados

Os parâmetros estudados na comunidade de abelhas foram estimados seguindo Silveira-Neto et al. (1976), Anacleto & Marchini (2005), Magurran (2013), onde:

Riqueza (S): Número total de espécies observadas na comunidade.

Constância: Porcentagem de amostras em que uma determinada espécie esteve presente, $C = \frac{p+100}{N}$ onde, p: número de amostras com a espécie; N: número total de amostras realizadas no trabalho.

Classificação das espécies quanto à constância:

- Espécie constante: presente em mais de 50% das amostras;

- Espécie acessória: presente em 25-50% das amostras;
- Espécie acidental: presente em menos de 25% das amostras.

Dominância: As espécies foram consideradas dominantes, quando apresentaram frequência relativa superior a, $\frac{1}{S} * 100$, onde: S = número total de espécies na comunidade.

Para analisar a fauna de abelhas foram calculados os índices considerados mais informativos: índice de riqueza específica Margalef (D), índice de diversidade de Shannon (H'), índice de dominância de Simpson e índice de equitabilidade de Pielou (J').

A curva de acumulação de espécie foi elaborada, utilizando-se a acumulação das espécies durante o período de coleta. A riqueza estimada da comunidade foi calculada pelo estimador de riqueza de (Chao 1), através do programa PAST (HAMMER et al., 2001).

2.3.4. IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL

O material foi identificado pela Doutora Silvia Regina de Menezes Pedro e pelo professor Lucio Antônio de Oliveira Campos e encontra-se depositado no Laboratório de Ecologia Comportamental e Bioacústica (Labec) da Universidade Federal de Juiz de Fora – Minas Gerais.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comunidade amostrada de abelhas visitantes das inflorescências de *V. polyanthes* foi caracterizada por 937 indivíduos, distribuídos em 16 espécies. A família Apidae foi a mais representativa, quanto à riqueza ($S = 13$; 81,25%) e abundância ($n = 922$; 98.40%). As outras três famílias amostradas representaram 1.6% ($n = 15$) dos indivíduos, cada família apresentou apenas uma espécie e abundância relativamente baixa, quando comparada a família Apidae: Halictidae ($n = 8$; 0.85%), Megachilidae ($n = 4$; 0.43%) e Andrenidae ($n = 3$; 0.32%) (Tabela 2.1).

Tabela 2. 1 - Lista de espécies de abelhas coletadas em florada de *Vernonia polyanthes* em Valença, RJ. (*) Abelhas sociais. Constância: Espécie acidental (ACI), Espécie Acessória (ACE) e Espécie Constante (CONS). Dominância: Espécie dominante (D) e espécie não dominante (ND).

Espécies	Abundância absoluta		Frequência relativa	Constância	Dominância
	2012	2013			
Andrenidae					
<i>Oxaea flavences</i> Klug, 1807	3	0	0.32	ACI	ND
Apidae					
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758*	320	303	66.49	CONS	D
<i>Bombus pauloensis</i> Friese, 1912*	4	0	0.43	ACE	ND
<i>Cephalotrigona capitata</i> (Smith, 1854)*	0	5	0.53	ACE	ND
<i>Exomalopsis</i> sp.	4	17	2.24	CONS	ND
<i>Melipona bicolor</i> (Lepeletier, 1836)*	1	0	0.11	ACI	ND
<i>Melipona quadrifasciata</i> (Lepeletier, 1836)*	10	3	1.39	CONS	ND
<i>Melissoptila</i> sp.	0	2	0.21	ACI	ND
<i>Partamona criptica</i> (Pedro & De Camargo, 2003)*	0	1	0.11	ACI	ND
<i>Partamona helleri</i> (Friese, 1900)*	0	1	0.11	ACI	ND
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i> (Moure, 1950)*	1	2	0.32	ACI	ND
<i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepeletier, 1836)*	5	21	2.77	CONS	ND
<i>Tetragona clavipes</i> (Fabricius, 1804)*	0	3	0.32	ACI	ND
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)*	108	111	23.37	CONS	D
Halictidae					
<i>Augochloropsis</i> sp.	3	5	0.85	CONS	ND
Megachilidae					
Megachilidae	2	2	0.43	ACE	ND

Quando comparado a outros estudos, pode-se observar que a riqueza de abelhas como um todo foi semelhante a outras comunidades. Ao inventariar as abelhas em diversas localidades da Mata Atlântica em diferentes estados, Gonçalves & Brandão (2008) registram para o estado do Rio de Janeiro a maior riqueza de espécie entre as diferentes localidades estudadas (mais de 37 espécies). Lorenzon et al. (2006) registraram treze espécies de abelhas eussociais em trabalho realizados na costa verde do estado do Rio de Janeiro. Os meliponíneos foram as espécies mais representativas quanto à riqueza, 80% do total de espécies amostradas. Nosso estudo segue os padrões encontrados nos trabalhos citados acima, nos quais a família Apidae, destaca-se pelo número de espécies e pela abundância.

Em relação à socialidade, doze espécies foram sociais (70,6%) e representaram (95,5%; n = 893) do número total de indivíduos. As abelhas solitárias representaram apenas (0,05%; n = 46) do total de indivíduos amostrados. De certa forma, houve uma maior representatividade na abundância e riqueza de espécies de abelhas sociais em relação às espécies solitárias, quando comparados aos trabalhos citados anteriormente. Vários fatores podem influenciar esses resultados, principalmente o período no qual o estudo foi realizado, estação seca. Durante esta estação as abelhas solitárias apresentam uma menor atividade, principalmente nas regiões sul e sudeste (MICHENER, 2000) e por isso, podem não ter sido amostradas.

A curva de acumulação de espécie revelou que o registro de novas espécies foi maior nas duas primeiras coletas, a partir da quinta coleta, quando se atingiu 14 espécies, a curva tendeu a estabilização (Figura 2.2). O estimador de riqueza (Chao 1) indica que a projeção de riqueza para esta comunidade está em torno de 18 espécies (Tabela 2.2), enquanto a riqueza observada foi de 16 espécies. Assim, evidencia-se que o esforço amostral empregado nesse estudo foi satisfatório e relevante para amostrar as espécies de abelhas visitantes de *V. polyanthes*, representando a diversidade e riqueza da fauna local. Esta pequena diferença entre o número de espécie estimada e observada deve-se a dificuldade de se capturar todas as espécies de uma determinada área (SANTOS, 2003).

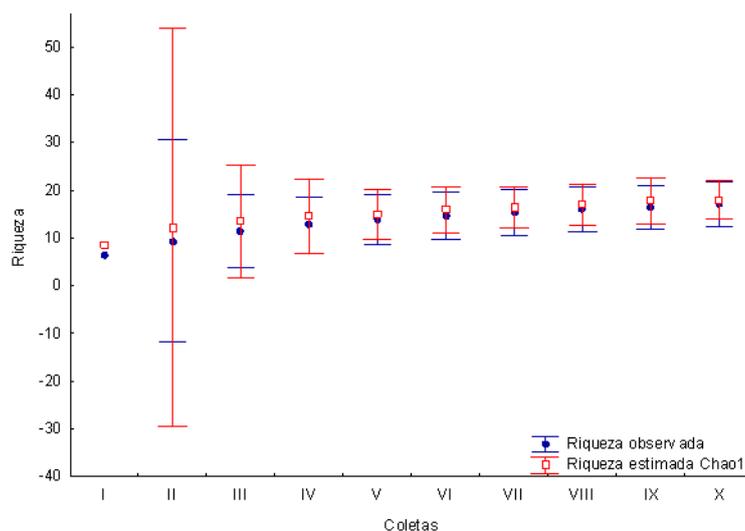


Figura 2. 1 - Curva de acumulação de espécies amostradas e estimadas pelo índice de (Chao 1), durante a floração de *Vernonia polyanthes*, entre os anos de 2012 e 2013, na cidade de Valença-RJ.

A comunidade de abelhas estudada foi caracterizada por apresentar muitas espécies com poucos indivíduos, apenas 2 espécies com grande abundância, seguindo o padrão geral observado em outras comunidades (AGUIAR & ZANELLA, 2005; ANACLETO & MARCHINI, 2005; POLATTO et al., 2012). As duas espécies com maior abundância foram responsáveis por (89,67%; n = 842) do total de indivíduos amostrados: *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (66,35%; n = 623) e *Trigona spinipes* (FABRICIUS, 1793) (23,32%; n = 219). O restante das espécies (n = 14; 87,5%) apresentou abundância relativamente baixa (n = 95; 10,33%), quando comparada às espécies mais abundantes (Tabela 2.1).

Quanto à composição faunística, a distribuição da abundância dentro das populações foi analisada pelo Índice de Margalef. Em comunidades biológicas, esse índice raramente ultrapassa o valor de 4,5 (MARGALEF, 1970), quando próximo ou acima desse valor, denotam grande riqueza biológica, na qual as espécies apresentam populações bem distribuídas. O presente estudo apresentou índice de Margalef de 2,33 (Tabela 2.2), que denota uma comunidade com distribuição irregular quanto à abundância das espécies. Além disso, a comunidade de abelhas apresentou baixa diversidade ($H' = 1,07$) e baixa equitabilidade ($J = 0,38$), mostrando-se pouco uniforme. A presença de espécies dominantes e abundantes, que prevalece sobre as

demais espécies na busca de recursos alimentares, devido sua grande capacidade de recrutamento (ROUBIK & BUCHMANN, 1984), pode estar contribuindo para a baixa uniformidade da comunidade.

Nesse estudo, isso pode ser comprovado pelas espécies mais abundantes e dominantes: *A. mellifera* e *T. spinipes*. *A. mellifera* é caracterizada pela eficiente capacidade de comunicação e orientação da fonte de recurso e hábitos de forrageio generalistas (ROUBIK & BUCHMANN, 1984; LORENZON et al., 2003). Essa espécie consegue comparar o volume e a concentração de açúcares no néctar, em diferentes espécies botânicas. Com isso, escolhem aqueles com melhores recompensas energéticas (GOULSON, 1994). Ao encontrar recursos, com grande número de inflorescências, fácil acesso ao néctar e pólen, agrupados em altas densidades, *A. mellifera* monopoliza esses recursos, com inúmeras operárias forrageando ao mesmo tempo (LORENZON et al., 2003).

Trigona spinipes (FABRICIUS, 1793), foi a segunda espécie mais abundante amostrada neste trabalho. Essa espécie apresenta o ferrão atrofiado, eficiente capacidade de comunicar a fonte de recurso alimentar, ninhos populosos, podendo conter até 180 mil indivíduos (MICHENER, 2000; NOGUEIRA-NETO, 1997).

De certa forma, as características apresentadas por essas espécies dominantes podem explicar em parte, seu destaque como as espécies mais abundantes em estudos faunísticos em diferentes biomas brasileiros: Caatinga (AGUIAR & ZANELLA, 2005), Cerrado (ANACLETO & MARCHINI, 2005), Floresta Amazônica (OLIVEIRA & CUNHA, 2005) e Floresta tropical atlântica (GONÇALVES & BRANDÃO, 2008).

Tabela 2. 2 - Análise ecológica da fauna de abelhas em inflorescência de *Vernonia polyanthes*, realizadas nos anos de 2012 e 2013, na cidade de Valença-RJ.

Parâmetros	
Abundância	937
Riqueza (S)	16
Índice de Chao 1	18
Índice de Margalef	2,33
Índice de Shannon (H')	1,07
Índice de Simpson	0,50
Equitabilidade Pielou (J)	0.38
<u>Número de espécies:</u>	
Dominantes	2
Não-dominantes	14
<u>Número de espécies: quanto à constância</u>	
Constantes	6
Acessórias	3
Acidentais	7

Nesse estudo, as espécies dominantes apresentaram frequência relativa de 6,25% ou superior. As duas espécies que se destacaram neste parâmetro foram: *A. mellifera* e *T. spinipes*, que também foram às espécies bem sucedidas quanto aos outros parâmetros ecológicos da comunidade. A dominância dessas espécies ao forragearem pode provocar uma redução na riqueza e diversidade de polinizadores devido ao declínio na taxa de visitação (ROUBIK, 1989; KEARNS et al., 1998). Esse declínio de polinizadores não indica que ocorreu uma exclusão competitiva, pois muitas vezes as espécies podem deslocar seu nicho temporal (MENEZES et al., 2007; COSTA et al., 2008) e nicho alimentar (AGUIAR, 2003; FRANCO et al., 2009; CARNEIRO & MARTINS, 2012), para diminuir os efeitos competitivos provocados pelas abelhas africanizadas.

Espécies dominantes e raras distribuem-se homoganeamente entre as diferentes fontes de recursos. Sendo assim, estudos faunísticos realizados em apenas uma espécie botânica favorece a avaliação mais precisa representando a totalidade de abelhas das comunidades, uma vez que os organismos utilizam o mesmo tipo de recurso floral (WILLIAMS et al., 2009).

Segundo Andena et al. (2005), espécies dominantes de comunidades biológicas apresentam maior potencial em modificar o meio ambiente onde vivem, podendo competir por recursos com as espécies nativas e até mesmo, causar o desaparecimento de algumas espécies. Geralmente essas espécies apresentam significativa contribuição econômica para as culturas agrícolas e comunidades com distúrbios antropomórficos (KLEIJN et al., 2015). Mesmo diante de tamanha importância desse grupo, essas espécies nem sempre contribuem de forma benéfica para conservação da biodiversidade. Isso pode ser um fator preocupante, pois a maior parte dos projetos de conservação da biodiversidade visa à conservação das espécies abundantes e dominantes com importância econômica, o que representa apenas 2% das espécies de abelhas (BLAAUW & ISAACS, 2014; KLEIJN et al., 2015).

Em relação à constância, 6 espécies foram consideradas constantes (37,5%), três acessórias (18,75%) e sete acidentais (43,75%) (Tabela 1). Dentre as espécies constantes, apenas *A. mellifera* foi amostrada em todas as coletas e em todos os horários no qual o trabalho foi realizado. As outras espécies apresentaram distribuição irregular em relação às coletas, sendo a maior parte acidental, ou seja, amostradas em menos de 25% das coletas. Geralmente, as espécies acidentais apresentam menor abundância nas comunidades biológicas, mas em sua maioria, apresenta uma grande fidelidade floral e conseqüentemente, maior eficiência na polinização de algumas espécies botânicas (ANTONINI et al., 2005).

A comunidade de abelhas visitantes das inflorescências de *V. polyanthes* foi caracterizada por uma riqueza de espécie relevante, podendo ser uma boa representação da comunidade de abelhas local. A maior biomassa de indivíduos foi representada por um número reduzido de espécies. Essas informações podem ser utilizadas em estratégias de manejo e conservação

dessas espécies, em estudos futuros, uma vez que este trabalho revela os padrões ecológicos desta comunidade.

Apesar de haver outras espécies de abelhas amostradas, *A. mellifera* e *T. spinipes* destacam-se como espécies dominantes e constantes da comunidade e possivelmente desempenham o papel de agente polinizador dessa espécie botânica. Contudo, elas não monopolizam os recursos alimentares ofertados por *V. polyanthes*, uma vez que as características apresentadas por assa-peixe, como: fácil acesso ao néctar, oferta de recursos alimentares durante a estação seca podem sustentar a comunidade de abelhas e favorecer as espécies generalistas.

CAPÍTULO 3 - EFEITO DOS FATORES ABIÓTICOS SOBRE A ATIVIDADE FORRAGEADORA DE *Apis mellifera* LINNAEUS, 1758 EM INFLORESCÊNCIAS DE *Vernonia polyanthes* Less (ASTERACEAE)

3.1 RESUMO

O conhecimento das atividades de forrageio de *Apis mellifera* sob a influência dos fatores abióticos ainda não está completamente elucidado. Conhecer as interações entre abelhas e plantas de importância apícola é fundamental para o desenvolvimento de metodologias de manejo, que visem à produtividade e desenvolvimento da apicultura. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo conhecer o horário de forrageio de *A. mellifera* e avaliar a influência dos fatores ambientais sobre o forrageio nas inflorescências de *Vernonia polyanthes*. O estudo foi conduzido em uma área rural da cidade de Valença-RJ. As visitas das operárias de *A. mellifera* as inflorescências de *V. polyanthes* ocorreram das 9 às 16 h, com maior atividade entre 11 e 15 h. Dos fatores abióticos estudados, umidade relativa do ar ($r_s = -0,691$; $p < 0,0001$) e temperatura ($r_s = 0,531$; $p < 0,0001$) se correlacionaram com a atividade forrageadora. O aumento da temperatura e diminuição da umidade aumentou a frequência no forrageio das abelhas, sendo responsáveis por 46,9% da atividade de *A. mellifera*. Este trabalho fornece subsídios para o desenvolvimento da apicultura, uma vez que destaca a importância de *V. polyanthes* como fonte de recurso para *A. mellifera* durante o inverno, sendo uma boa alternativa para os apicultores melhorarem a produtividade dessa atividade econômica, principalmente em áreas de pastagem ou cultivos abandonados, com abundância de Assa-peixe.

Palavras-chave: Apicultura, fatores abióticos, abelhas africanizadas, Assa-peixe

3.3 INTRODUÇÃO

As abelhas eussociais são polinizadores dominantes das comunidades vegetais. O sucesso dessa dominância deve-se principalmente à capacidade de recrutar outras abelhas da colmeia para forragear (AMDAM et al., 2005; POTTS et al., 2003) e pela eficiência em comunicar a fonte de alimento (DYER, 2002). Operárias de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, conseguem comparar o volume e a concentração de açúcares no néctar, em diferentes espécies botânicas, e escolher os recursos com melhores recompensas energéticas (GOULSON, 1994). Essa espécie é a preferida pelos apicultores brasileiros, pois apresenta características que a diferencia das demais espécies, como alta produtividade, resistência às doenças, facilidade no manejo e eficiente capacidade de forrageio (GOULSON, 1994; MARCHINI et al., 2001).

As características de *A. mellifera*, associadas à grande procura por produtos apícolas, colocam a apicultura como uma atividade chave na manutenção dos ecossistemas e desenvolvimento da economia (CAMAZINE, 1993; POTTS et al., 2010), por isso, desperta grande interesse em diferentes setores da sociedade, além de gerar renda para o homem do campo, esta atividade é amplamente utilizada na polinização de diversas culturas agrícolas (MEFFE, 1998). Nesse sentido, o conhecimento das espécies vegetais de importância apícola, das estratégias de forrageio de *A. mellifera* e das suas relações com as diferentes variáveis ambientais, torna-se importante para o desenvolvimento da apicultura e das operações de manejo, para o melhor aproveitamento dos recursos pelas abelhas.

Como as abelhas africanizadas são sensíveis às modificações ambientais (AMDAM et al., 2005), as variáveis climáticas têm relação direta com a produtividade da colônia (COSTA et al., 2007), uma vez que estão relacionadas com o gasto de energia para regular o forrageio (BIESMEIJER & VRIES, 2001; GRÜTER & FARINA, 2007). Além de atuar diretamente sobre o comportamento de forrageio das abelhas, os fatores abióticos influenciam na produção de recursos florais (HILÁRIO et al., 2001), assim, a dinâmica de produção desses recursos varia entre as diferentes estações do ano. Durante o inverno, as abelhas tendem a coletar menos néctar (MALERBO-SOUZA &

SILVA, 2011), pela menor oferta de recursos, pois nessa estação a maioria das espécies botânicas está senescente (JÚNIOR et al., 2007). Plantas que florescem nesta época do ano são importantes na manutenção das comunidades de abelhas (RAMALHO et al., 2004).

Vernonia polyanthes Less (Asteraceae), conhecida popularmente com Assa-peixe é uma espécie arbustiva, floresce durante o inverno e apresenta ampla distribuição nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro (JÚNIOR et al., 2007; YAMAMOTO et al., 2005). Suas inflorescências estão distribuídas na forma de capítulos, onde os órgãos reprodutores e sua corola ficam altamente expostos facilitando a coleta de néctar e pólen pelas abelhas (JÚNIOR et al., 2007). Pela considerável oferta de recursos alimentares durante o inverno, época de escassez de recursos, *V. polyanthes* é considerada uma espécie de importância para apicultura e, por isso, suas floradas são muito utilizadas pelos apicultores para produção de mel, muito apreciado e com alto valor comercial (BARTH et al., 2005; JÚNIOR et al., 2007).

O conhecimento sobre a influência dos fatores abióticos durante o forrageio de abelhas africanizadas ainda carece de maiores investigações. Além disso, há poucos estudos que tragam subsídios para melhorar o manejo dessa espécie, durante a floração das plantas com importância apícola (THOMPSON et al., 2014). Este trabalho é pioneiro por destacar a importância da atividade forrageadora de *A. mellifera* em *V. polyanthes* e tem como objetivo conhecer o horário da atividade forrageadora de *A. mellifera* ao longo do dia e avaliar a influência dos fatores ambientais sobre o forrageio dessa espécie, durante a floração de *V. polyanthes*.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1. Local de estudo

O presente estudo foi conduzido em uma área rural da cidade de Valença, Estado do Rio de Janeiro. A fitofisionomia da área é composta por pastagens, cultivos abandonados, onde predomina vegetação nativa em estágio pioneiro e algumas áreas fragmentadas de Floresta Tropical Atlântica (22° 15' 54" S e 43° 49' 41" W). O clima da região é do tipo tropical de altitude Cwa (KÖPPEN, 1970), com duas estações bem definidas: verão quente e chuvoso (outubro a abril) e inverno seco e frio (maio a setembro), com dias mais curtos.

3.3.2. Amostragem

As operárias de *A. mellifera*, conhecidas popularmente como abelhas africanizadas, foram coletadas semanalmente com rede entomológica, durante o período de floração de *V. polyanthes* (julho a agosto), inverno de 2012 e 2013, de acordo com a metodologia proposta por (SAKAGAMI et al., 1967). A cada hora do período da manhã (9 às 12 h) e do período da tarde (12 às 16 h) foram realizadas sessões de 10 min, totalizando 800 min de esforço amostral durante os dois anos de estudo. A cada hora foram registrados os fatores abióticos (temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento), com um Termo-Higrômetro-Anemômetro Digital, da marca LUTRON® modelo LM-8000.

3.3.3. Análise dos dados

Os dados foram testados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e à homogeneidade das variâncias (Levene), com um nível de significância de ($p = 5\%$). Os valores de abundância absoluta de cada hora foram submetidos ao teste de Mann-Whitney para verificar diferenças entre os períodos do dia (manhã X tarde), utilizando o programa Statistica 7 (STATSOFT, 2004). A correlação entre a atividade de forrageio e os fatores abióticos foi realizada pelo coeficiente de correlação de Spearman (r_s). Para avaliar a influência das

variáveis ambientais sobre o comportamento de forrageio, foi aplicado o teste de regressão linear múltipla por meio do *software* Biostat 5.0, com nível de significância de 5%. O modelo linear do forrageio de *A. mellifera* foi representado pela seguinte equação:

$$Y' = 43,909 + (-0,407) \cdot X1 + (-1,636) \cdot X2 + (-0,468) \cdot X3$$

[umidade relativa do ar (X1), velocidade do vento (X2), temperatura (X3)]

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo foram coletadas 620 operárias de *A. mellifera*, 269 no período da manhã (43,39%) e 351 (56,61%) no período da tarde. As visitas das operárias de *A. mellifera* às inflorescências de *V. polyanthes* iniciaram às 9 h e se estenderam até o final da tarde por volta das 16 h. O horário de maior atividade das abelhas foi entre 11 e 15 h. Antes e depois desse período, o forrageamento foi menos intenso e na maioria das vezes ausente (Figura 3.1).

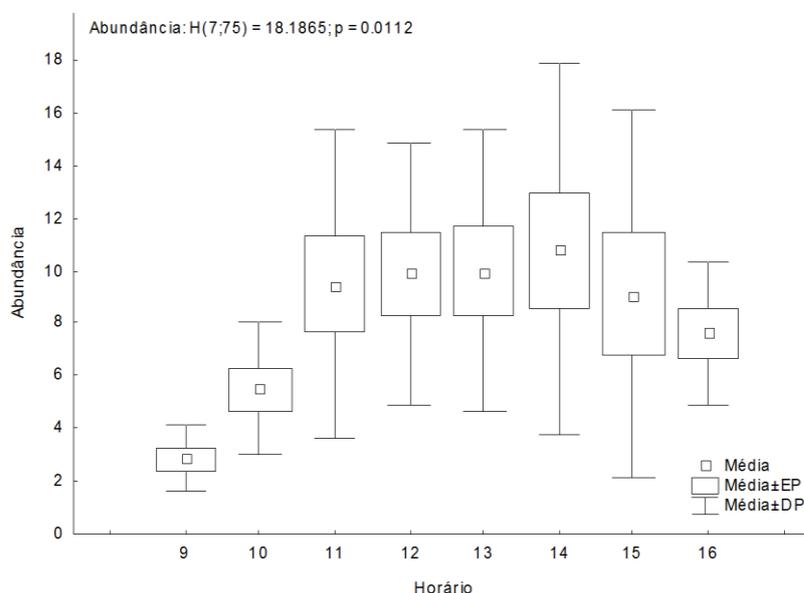


Figura 3. 1 - Horário da atividade forrageadora de *A. mellifera* ao longo do dia em inflorescências de *V. polyanthes*. EP (erro-padrão); DP (desvio-padrão).

Segundo Malerbo-Souza & Silva (2011), o forrageio das abelhas durante o inverno está mais concentrado no período da manhã, quando ocorre maior oferta de recursos alimentares, principalmente néctar. E que na parte da tarde (após as 13 h), a frequência da atividade se reduz drasticamente pela escassez de recursos (SCHUSTER et al., 1993). Apesar da atividade forrageadora de operárias de *A. mellifera*, durante o inverno de 2012 e 2013, pode-se afirmar que não houve diferença significativa ($U = 521; gl = 75; p = 0,054$) na abundância de abelhas durante o período da manhã e tarde (Figura 3.2),

nossos resultados não corroboram com os de Malerbo-Souza & Silva (2011). Isso pode estar associado ao fato desta espécie botânica estudada fornecer recursos ao longo de todo o dia, destacando-se como uma fonte de recurso fundamental para a manutenção das comunidades de abelhas durante o inverno. Por isso, as abelhas intensificam a atividade forrageadora ao final da manhã, estendendo-se ao longo de todo o dia.

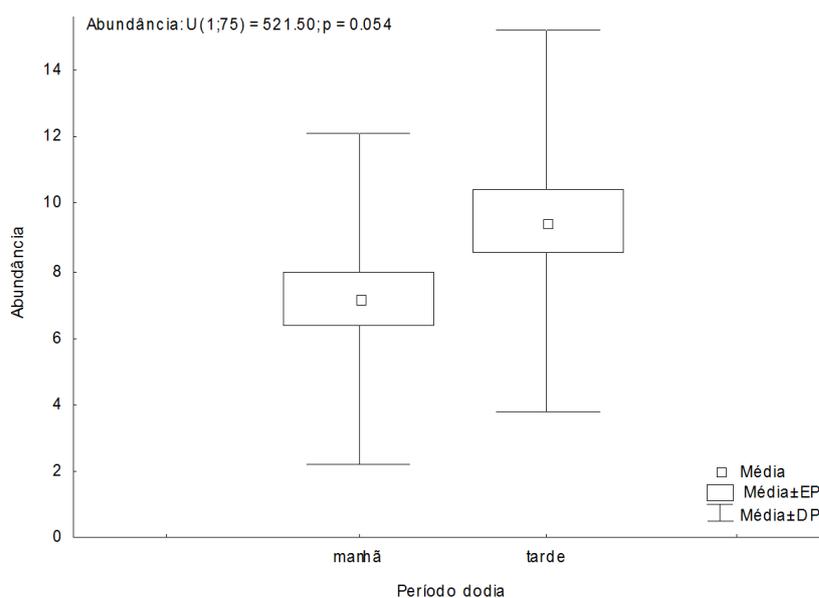


Figura 3. 2 - Abundância absoluta de operárias de *A. mellifera* no período da manhã (9 às 12 h) e tarde (12 às 16 h) em inflorescências de *V. polyanthes*. A abundância absoluta entre o período da manhã e tarde foi comparada pelo teste Mann-Whitney (U).

Neste trabalho, a umidade relativa do ar (UR %) apresentou correlação negativa ($r_s = -0,691$; $p < 0,0001$) com a abundância de *A. mellifera* (Figura 3.3 - A). Quando a umidade estava elevada acima de (81%) não houve atividade desta espécie de abelha, devido, provavelmente, ao fato de que o voo torna-se mais difícil, porque as asas e o corpo das abelhas tornam-se mais pesados, o que resulta em maior gasto de energia (BORGES & BLOCHTEIN, 2005; KLEINERT-GIOVANNINI & IMPERATRIZ-FONSECA, 1986). Pegoraro et al. (2011) encontraram resultados semelhantes desse estudo e observaram que o início do forrageio das abelhas africanizadas está relacionado à diminuição da umidade relativa do ar. Esta variável, além de atuar diretamente sobre as abelhas, também atua na concentração de açúcares no néctar. Sendo assim,

quando a umidade está elevada ocorre uma diminuição nessa concentração e, conseqüentemente, diminuição na atratividade dos recursos pelas abelhas e menor atividade de forrageio (SILVA et al., 2013).

Locais úmidos como interior de florestas podem ser limitantes para o desenvolvimento da atividade apícola e não devem ser utilizados para a instalação de apiários, pois as abelhas africanizadas são constantemente debilitadas por fungos e doenças microbianas quando instaladas nesses ambientes (ROUBIK & WOLDA, 2001). Estudo realizado na floresta Amazônica não registrou atividade de *A. mellifera* no interior da floresta, somente em áreas abertas onde a umidade é menor (OLIVEIRA & CUNHA, 2005), evidenciando que esta espécie não está bem adaptada a estes locais. Sendo assim, áreas abertas com pastagem ou cultivos abandonados com abundância de *Assa-peixe*, como o local onde o presente estudo foi desenvolvido, é ideal para o desenvolvimento da apicultura. As chances de sobrevivência das abelhas africanizadas nessas áreas são maiores, por menor influência da umidade e, conseqüentemente, menores chances de serem debilitadas por fungos e doenças bacterianas (OLIVEIRA & CUNHA, 2005; ROUBIK & WOLDA, 2001) e pela alta disponibilidade de recursos ofertados por *V. polyanthes* (JÚNIOR et al., 2007).

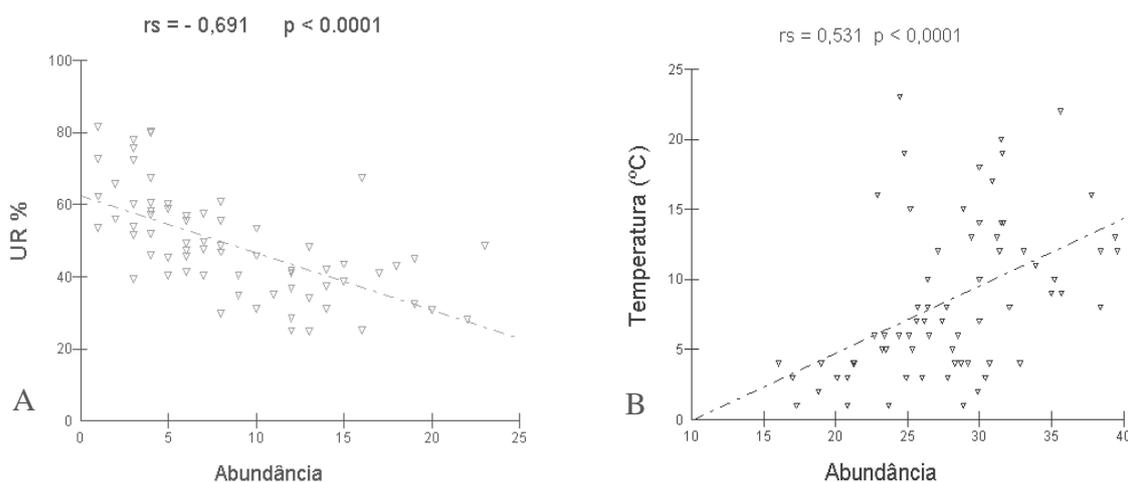


Figura 3. 3 - Coeficiente de correlação de Spearman (rs) entre a abundância de *A. mellifera* e as variáveis ambientais em inflorescências de *V. polyanthes*. (A) correlação entre umidade relativa do ar e abundância de *A. mellifera*, (B) correlação entre a temperatura e abundância de *A. mellifera*.

A temperatura esteve correlacionada positivamente ($r_s = 0,531$; $p < 0,0001$) com a abundância de *A. mellifera* (Figura 3.3 - B). As primeiras operárias iniciaram suas atividades, quando a temperatura atingiu 16°C. Estudo, realizado por Malerbo-Souza & Silva (2011), registrou uma correlação positiva entre a temperatura e a abundância de *A. mellifera*, durante o inverno. Segundo estes autores, a atividade de forrageio de *A. mellifera* iniciou quando a temperatura ambiente estava entorno de 15°C. Temperaturas abaixo dessa faixa pode ser um fator limitante para o forrageio desta espécie durante o inverno. Por isso, as operárias iniciam suas atividades quando a temperatura externa é favorável em torno de 14°C (HILÁRIO et al., 2001), resultados que corroboram os obtidos por Malerbo-Souza & Silva (2011).

O teste de regressão linear múltipla revelou que das variáveis abióticas estudadas, somente temperatura e umidade relativa do ar, influenciaram o forrageio de *A. mellifera* ($R^2 = 0,469$; $p < 0,0001$), sendo responsáveis por 46,9 % desta atividade. Oliveira et al. (2012) observaram que as variáveis abióticas (umidade e temperatura) também influenciaram diretamente a atividade de forrageio de *Melipona subnitida* Ducke, seguindo o padrão encontrado no presente estudo.

De uma forma geral, a atividade de forrageio verificada nesse estudo seguiu um padrão já descrito em alguns estudos (KOVAC & STABENTHEINER 2011; MALERBO-SOUZA & SILVA, 2011; POLATTO et al., 2014), em que o aumento da temperatura e a diminuição da umidade relativa do ar influenciaram a frequência do forrageamento de *A. mellifera*. A atividade das abelhas africanizadas no presente estudo foi mais intensa quando a temperatura estava elevada, em torno de $29,4 \text{ }^\circ\text{C} \pm 4,9$, e a umidade relativa baixa do ar, por volta de $43,6\% \pm 11,2$. Sendo assim, a escolha de locais para o desenvolvimento da apicultura, buscando a alta produtividade, deve levar em consideração a variação de temperatura e umidade relativa do ar entre as estações do ano.

As operárias de *A. mellifera* forragearam praticamente ao longo de todo o dia, sendo que a maior atividade ocorreu no período da tarde, influenciada pelo aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa do ar.

Este trabalho fornece subsídios para o desenvolvimento da apicultura, uma vez que destaca a importância de *V. polyanthes* como fonte de recurso para *A. mellifera* durante o inverno, sendo uma boa alternativa para os apicultores melhorarem a produtividade dessa atividade econômica, principalmente em áreas de pastagem ou cultivos abandonados, com abundância de Assa-peixe. Além disso, as informações sobre o comportamento de forrageio de *A. mellifera* facilitam as atividades de manejos realizadas pelos apicultores, contribuindo para melhor aproveitamento dos recursos fornecidos por *V. polyanthes* e auxiliem o desenvolvimento da apicultura.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS EFEITOS COMPETITIVOS DA APICULTURA FAMILIAR SOBRE A COMUNIDADE DE ABELHAS NATIVAS

4.1 RESUMO

A apicultura é sempre avaliada quanto aos seus benefícios para os ecossistemas e as culturas agrícolas. Muito raramente há uma avaliação quanto aos possíveis impactos que o adensamento de apiários pode provocar nas comunidades de abelhas nativas. Por isso, este trabalho teve como objetivo, verificar a ação da apicultura, desenvolvida em pequenas escalas como na agricultura familiar, sobre a comunidade de abelhas nativas. A pesquisa foi realizada em duas localidades rurais (uma sem e outra com apiário), na cidade de Valença, RJ – Brasil. As amostragens foram realizadas semanalmente com rede entomológica, durante o período de floração de *V. polyanthes* de julho a agosto (estação seca), durante 2012 e 2013, em sessões de 10 minutos a cada hora do período de estudo (9 às 16 h), totalizando 1600 minutos de esforço amostral. Houve um aumento significativo na abundância de abelhas entre a localidade com e sem apiário ($t(1; 19) = 2,140$; $p = 0,046$), provocado pela presença de colônias de *A. mellifera* na área com apiário, fato que provocou uma diferença significativa entre as duas localidades estudadas. Contudo, não houve diferença significativa para a riqueza entre as duas localidades ($t(1; 19) = -0.600$; $p = 0,555$). A presença de uma determinada espécie em uma localidade e não em outra, como ocorrido para algumas espécies encontradas neste trabalho, não pode ser considerada como exclusão competitiva, devido à presença de apiário. A diferença na abundância entre as duas localidades, pode estar associada à baixa frequência e as características biológicas intrínsecas dessas espécies de abelhas. Além disso, a oferta abundante de recurso por *V. polyanthes*, pode estar contribuindo para manter a comunidade estável durante a escassez de recursos. Esses resultados sugerem que a apicultura, desenvolvida pela agricultura familiar, com até 20 colmeias de abelhas africanizadas, destaca-se como um bom modelo para ser utilizada em projetos ambientais, uma vez que é ecologicamente sustentável, gerando renda, sem impactar significativamente a riqueza e diversidade de abelhas nativas.

Palavras-chave: Abelhas nativas, *Apis mellifera*, Competição, *Vernonia polyanthes*

4.2 INTRODUÇÃO

A abelha *Apis mellifera* é nativa dos continentes Asiático, Europeu e Africano (MICHENER, 2000). No Brasil, essa espécie foi introduzida no período de colonização, pelos Europeus. Durante a década de 50, quando a apicultura brasileira passava por problemas de produtividade e sanidade, algumas rainhas de *Apis mellifera scutellata* (abelhas africanas) foram trazidas com intuito de melhorar esses aspectos. Porém, por falhas durante a execução desse projeto, as abelhas africanas escaparam, dando origem a uma subespécie, conhecida popularmente como abelhas africanizadas, que são mais produtivas e resistentes a doenças que as espécies européias, introduzidas no Brasil durante a colonização (CAMAZINE & MORSE, 1988).

As abelhas africanizadas se adaptaram muito bem a todos os biomas brasileiros (ROUBIK & BUCHMANN, 1984). Nesses biomas, há considerável número de enxames naturais, que nidificam em árvores, formigueiros e cupinzeiros abandonados, o que provoca um aumento significativo na biomassa dessa subespécie (HARRISON et al., 2006), que pode estar contribuindo para tornar os recursos limitados para as nativas (ROUBIK, 1989). Essas limitações podem provocar efeitos diretos, como: depreciação de recursos alimentares (AGUIAR, 2003; MENEZES et al., 2007; CARNEIRO & MARTINS, 2012), com redução da atratividade das espécies botânicas para as demais espécies de abelhas; repartição de recursos e conseqüentemente, deslocamento de nicho temporal (MENEZES et al., 2007; COSTA et al., 2008); sobreposição de nicho alimentar (FRANCO et al., 2009; CARNEIRO & MARTINS, 2012) e até mesmo, acarretar extinção de algumas espécies da comunidade (TRAVESET & RICHARDSON, 2006).

Mesmo havendo estudos que abordem os possíveis impactos das abelhas do gênero *Apis* sobre as abelhas nativas em áreas naturais (GOULSON, 2003), ainda não há um consenso sobre os impactos provocados pelas abelhas africanizadas, distribuídas naturalmente nos biomas brasileiros. Outro fato importante, muito especulado, é o impacto que a apicultura pode provocar nas comunidades de abelhas nativas, em virtude da introdução artificial de colmeias de abelhas africanizadas e conseqüente aumento da

biomassa dessa espécie exótica (ROUBIK & WOLDA, 2001; ROUBIK & VILLANUEVA-GUTIÉRREZ, 2009).

A apicultura é uma atividade econômica que explora racionalmente os produtos produzidos pelas abelhas do gênero *Apis*, na qual as abelhas ficam em confinamento, alojadas em caixas racionais. Isso favorece a utilização de métodos e equipamentos, desenvolvidos para aperfeiçoar e explorar com mais facilidade as potencialidades das abelhas (LORENZON et al., 2008). Grande parte da apicultura brasileira é desenvolvida por agricultores familiares, ramo do agronegócio, desenvolvido por pequenos e médios agricultores, que comercializam diversos produtos e pequenos animais (PORTUGAL, 2004; LORENZON et al., 2008). Geralmente, esta atividade é desenvolvida em pequenas escalas, como no modelo de agricultura familiar predominante no estado do Rio de Janeiro, onde os apicultores possuem em média 20 colmeias, que gera renda complementar às suas atividades tradicionais, além de preencher os requisitos para se encaixar em uma atividade sustentável (LORENZON et al., 2008).

Diversas espécies botânicas são exploradas pelos apicultores na produção de mel e outros produtos apícolas, mas a espécie *Vernonia polyanthes* Less (Asteraceae), conhecida popularmente com Assa-peixe, destaca-se por produzir néctar em grande quantidade, que é muito utilizado pelas abelhas na produção de um mel muito apreciado e com alto valor comercial (BARTH et al., 2005; JÚNIOR et al., 2007). *V. polyanthes* é uma espécie arbustiva com inflorescências distribuídas na forma de capítulos, com órgãos reprodutores e corola exposta, o que facilita a coleta de néctar e pólen pelas abelhas (JÚNIOR et al., 2007). Outro fato atrai a atenção dos apicultores, pois durante a escassez de recurso, estação seca, em sua área de distribuição natural, nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, há considerável abundância de assa-peixe, o que favorece o desenvolvimento da atividade apícola (JÚNIOR et al., 2007; YAMAMOTO et al., 2005). Essas características fazem de *V. polyanthes* um bom modelo de estudo para se verificar as possíveis implicações de áreas com e sem apiário, uma vez que os apicultores exploram racionalmente o período de floração desta espécie, durante a escassez de recursos alimentares, que corresponde à estação seca.

Geralmente, a apicultura é avaliada pelos seus benefícios aos ecossistemas e as culturas agrícolas, onde são utilizadas para aumentar a produtividade (GOULSON, 2003) e raramente há uma avaliação, quanto aos possíveis impactos que o adensamento de apiários pode provocar nas comunidades de abelhas nativas. Por isso, este trabalho teve como fazer uma análise dos efeitos competitivos da apicultura desenvolvida em pequenas escalas, como na agricultura familiar, sobre a comunidade de abelhas nativas, durante a florada de *V. polyanthes*.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

4.3.1. Local de estudo

A pesquisa foi realizada em duas localidades rurais da cidade de Valença, estado do Rio de Janeiro – Brasil. Uma com apiário (22° 17' 25" S e 43° 19' 45" W) e outra sem apiário (22° 15' 54" S e 43° 49' 41" W), distantes aproximadamente 10 km. A localidade com apiário apresentava 20 colmeias de abelhas africanizadas, já instaladas há mais de 5 anos. O número de colmeias utilizadas neste trabalho representa bem os resultados do censo apícola do estado do Rio de Janeiro, onde os apicultores possuem uma média de 20 colmeias de abelhas africanizadas (LORENZON et al., 2008).

A região onde estudo foi conduzido apresenta fitofisionomia composta por pastagens, cultivos abandonados (horticultura, fruticultura e plantio de cana utilizado na alimentação bovina), onde predomina vegetação nativa em estágio pioneiro e algumas áreas fragmentadas de Floresta Tropical Atlântica (Figura 4.1). O clima da região é do tipo tropical de altitude Cwa (KÖPPEN, 1970), com duas estações bem definidas: verão chuvoso (outubro a abril) e inverno seco (maio a setembro), com dias mais curtos, período que ocorre a floração de *V. polyanthes*, no qual foram realizadas as coletas.

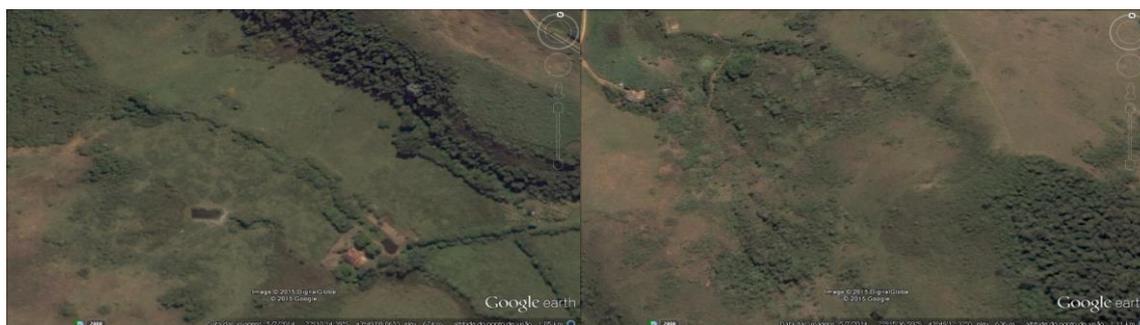


Figura 4. 1 - Localidades com distribuição natural de *V. polyanthes* na cidade de Valença - RJ. (A) localidade com apiário; (B) localidade sem apiário.

4.3.3. Amostragem

As abelhas foram coletadas com rede entomológica, semanalmente, na localidade com e sem apiário, durante o período de floração de *V. polyanthes* (Figura 4.2), nos meses de julho a agosto, durante os anos de 2012 e 2013, seguindo-se a metodologia proposta por (SAKAGAMI et al., 1967). A cada hora, dentro do intervalo de 9 às 16 horas, foram realizadas sessões de 10 min, totalizando 80 minutos de esforço amostral/dia em cada localidade, totalizando 1.600 minutos de esforço amostral, o que corresponde a aproximadamente 26,6 horas.



Figura 4. 2 (A) Arbusto de *V. polyanthes* em floração; (B) Inflorescência de *V. polyanthes*; (C) *A. mellifera* (Abelha africanizada) coletando recursos alimentares em inflorescência de *V. polyanthes*; (D) *M. quadrifasciata*

(popularmente conhecida como mandaçaia), com o corpo repleto de pólen, coletando recursos alimentares em *V. polyanthes*.

4.3.3. Análise dos dados

As localidades foram comparadas ecologicamente quanto à abundância, riqueza e diversidade (índice de Shannon), através do Teste *t* de Student, com nível de significância de 5%. Para tal, foram consideradas amostras, a soma do número de abelhas coletas em cada uma das duas localidades, durante todo o experimento (2012 e 2013).

Para verificar a existência de padrões de agrupamento durante o forrageio e deslocamento de nicho temporal das abelhas em ambas as comunidades, os dados foram submetidos à análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS: nonmetric multidimensional scaling), sendo aplicado o índice de Bray-Curtis como medida de dissimilaridade. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa Statistica 7 (STATSOFT, 2004).

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados 2.373 indivíduos distribuídos nas duas localidades. A abundância de abelhas foi maior na presença de apiário (n = 1.436; 60,5%), quando comparada a localidade sem apiário (n = 937; 39,5%). Um total de 19 espécies representou a riqueza de abelhas, sendo a maior parte comum às duas comunidades (n = 15; 78,95%). A família Apidae foi a mais representativa, tanto no número de indivíduos (n= 2.352; 99,11%), como no número de espécies (n = 16; 84,21%). As outras três famílias amostradas apresentaram abundância de 21 indivíduos, representando somente 0,89% da frequência relativa das duas comunidades. Quanto ao número de espécies, cada uma destas 3 famílias foi representada por apenas uma espécie, totalizando (n = 3; 15,79%) das espécies amostradas.

Em ambas as localidades foram registradas duas espécies (10,53%) com elevada abundância, sendo a maioria (n = 17; 89,47) representada por um baixo número de indivíduos. Esse padrão é frequentemente encontrado em estudos com abelhas em diversas comunidades no Brasil (MARTINS, 1995; AGUIAR & MARTINS, 1997).

Tabela 4. 1 - Dados sobre comunidade de abelhas em área com e sem apiário. (Código) - representa as espécies utilizadas na análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS). (*) representa as espécies sociais.

Subfamília/Espécies	Código	Sem apiário		Com Apiário	
		Abundância absoluta	Frequência relativa	Abundância absoluta	Frequência relativa
Andrenidae					
<i>Oxaea flavences</i> Klug, 1807	OF	3	0.32	2	0.14
Apidae					
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758*	AM	623	66.49	1315	91.57
<i>Bombus morio</i> Swederus, 1787*	BM	0	0.00	3	0.21
<i>Bombus pauloensis</i> Friese, 1912*	BP	4	0.43	0	0.00
<i>Cephalotrigona capitata</i> (Smith, 1854)*	CC	5	0.53	2	0.14
<i>Exomalopsis</i> sp.	EXO	21	2.24	1	0.07
<i>Melipona bicolor</i> (Lepeletier, 1836)*	MB	1	0.11	11	0.77
<i>Melipona quadrifasciata</i> (Lepeletier, 1836)*	MQ	13	1.38	14	0.97
<i>Melissoptila</i> sp.	ME	2	0.21	3	0.21
<i>Partamona críptica</i> (Pedro & Camargo, 2003)*	PC	1	0.11	4	0.28
<i>Partamona helleri</i> (Friese, 1900)*	PH	1	0.11	0	0.00
<i>Scaptotrigona tubiba</i> (Smith, 1863)	ST	0	0.00	6	0.42
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i> (Moure, 1950)*	SX	3	0.32	0	0.00
<i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepeletier, 1836)*	SQ	26	2.77	23	1.60
<i>Tetragona clavipes</i> (Fabricius, 1804)*	TC	3	0.32	12	0.84
<i>Trigona fuscipennis</i> Freise, 1900	TF	0	0.00	1	0.07
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)*	TS	219	23.32	35	2.44
Halictidae					
<i>Augochloropsis</i> sp.	HAL	8	0.85	4	0.28
Megachilidae					
Megachilidae	MEG	4	0.43	0	0.00
Total		937		1436	

As espécies com maior frequência nesse estudo foram: *A. mellifera* com frequência relativa de (91,70 %) na localidade com apiário e (66,35%) na sem apiário e *T. spinipes* com frequência relativa de (2,44 %) na localidade com apiário e (23,32%) na sem apiário (Tabela 4.1). A maior abundância dessas duas espécies está relacionada a seus hábitos de forrageio generalista e pelo

grande número de indivíduos presente em suas colônias, que são muito populosas (geralmente dezenas de milhares de indivíduos) e por isso, necessitam explorar constantemente um grande número de fonte de recursos para suprir as necessidades energéticas (CORTOPASSI-LAURINO & RAMALHO, 1988). Essas características fazem com que estas espécies sejam normalmente as mais abundantes em levantamentos de abelhas realizados em diversas regiões do Brasil (PAULINO et al., 2003; MINUSSI & ALVES-DOS-SANTOS, 2007; NOGUEIRA-FERREIRA & AUGUSTO, 2007; POLATTO & CHAUD-NETO, 2013; AGUIAR et al., 2013). A maior representatividade de *A. mellifera* em relação às demais espécies, quanto a sua abundância, pode estar associada a sua adaptação a ambientes antrópicos abertos (HARRISON et al., 2006; ROUBIK, 1989). Segundo Vital et al. (2012), esses locais são semelhantes aos ocupados por *A. mellifera* em sua área de distribuição natural, onde há um grande número de enxames naturais.

Há muitos anos a literatura contesta que a presença de apiários diminui a biodiversidade, devido à competição de recursos, provocada pelo adensamento de abelhas do gênero *Apis*. Pyke (1990) sugere que o aumento na abundância de abelhas pela presença de apiário diminui a riqueza das espécies nativas, devido à competição provocada pela exploração de recursos, o que causaria uma interferência no nicho trófico e temporal, principalmente das abelhas especialistas e das ameaçadas de extinção (WILMS et al., 1997; TRAVESSET & RICHARDSON, 2006). Atualmente o aumento na produção e procura da própolis verde, tem levado a um crescimento no número de colônia de abelhas africanizadas, porém não se sabe se esse aumento causa algum impacto sobre as abelhas nativas. Contudo, cabe destacar que esse crescimento na atividade apícola em diversas regiões do País, deve ser acompanhado de estudos que possam esclarecer as possíveis implicações dessa atividade sobre as abelhas nativas, e assim, contribuir para o desenvolvimento sustentável da apicultura.

Em nosso estudo, não houve diferença significativa na riqueza de abelhas entre as duas comunidades ($t(1; 19) = -0.600$; $p = 0,555$) (Figura 4.3). A presença de uma determina espécie em uma localidade e não em outra,

como ocorrido para algumas espécies encontradas neste trabalho, não pode ser considerada como exclusão competitiva devido à presença de apiário e sim, estar associada à baixa frequência das mesmas.

A localidade com apiário apresentou 15 espécies (78,95%), sendo três exclusivas (15,79%; n = 10) (*Bombus morio* Swederus, 1787; *Scaptotrigona tubiba* (Smith, 1863), *Trigona fuscipennis* Friese, 1900). Já a localidade sem apiário apresentou 16 espécies, sendo quatro exclusivas (21,05%) (*Bombus pauloensis* Friese, 1912, *Partamona helleri* (Friese, 1900), *Scaptotrigona xanthotricha* (Moure, 1950) e Megachilidae) (Tabela 4.1).

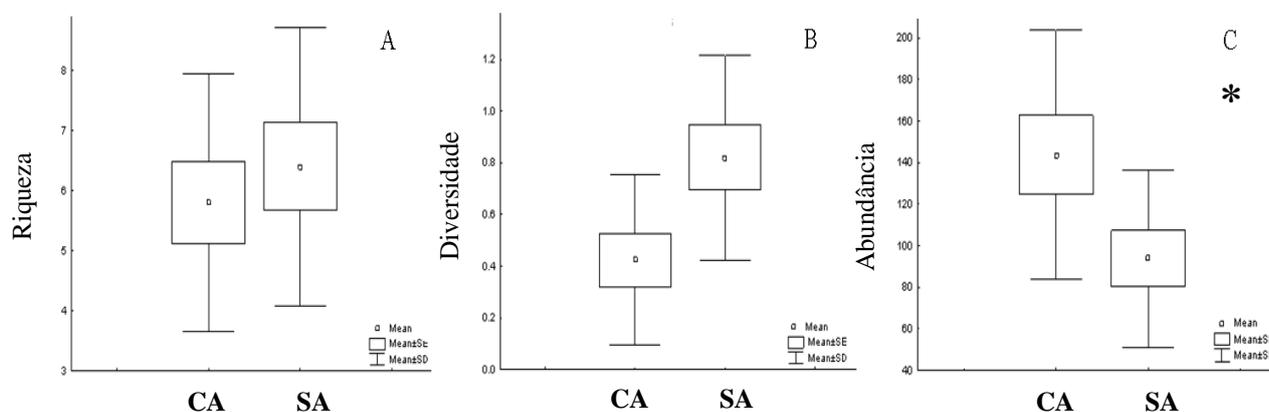


Figura 4. 3 - Box plot comparando as localidades com e sem apiário, quanto: (A) riqueza; (B) Diversidade; (C) Abundância, em inflorescência de *V. polyanthes*. No eixo X, (CA) representa a localidade com apiário e (SA) representa a localidade sem apiário. (*) diferença significativa entre as duas áreas de estudo.

A localidade com a presença de apiário apresentou uma abundância 50% maior que na localidade sem apiário, sendo este fator responsável pela diferença significativa na abundância de abelhas entre as duas localidades desse estudo ($t(1; 19) = 2,140$; $p = 0,046$). Segundo Harrison et al. (2006), um dos efeitos negativos da apicultura para as comunidades biológicas é o aumento na abundância de abelhas. Em trabalho recente, realizado com essa mesma espécie botânica, Alves et al. (2015) observaram que o forrageio das

abelhas africanizadas ocorreu durante todo o dia, com maior atividade entre 11 e 15 horas, antes e depois desse período, o forrageamento foi menos intenso. Nessas condições *A. mellifera* pode monopolizar os recursos florais, reduzindo a taxa de visitação de outras espécies, fazendo com que essas, modifiquem suas estratégias de forrageio, deslocando seu nicho temporal (ALTIERI et al., 1994).

Através da análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS; Figura 4.4), pode-se observar que algumas espécies apresentaram proximidade com os horários (11, 12, 13 e 14), o que reflete em uma maior atividade de forrageio dessas espécies nesses horários. Esta atividade forrageadora aconteceu junto com o maior horário de atividade das abelhas africanizadas, fato que evidencia que não houve deslocamento de nicho temporal das espécies envolvidas. Houve um agrupamento de espécies mais próximas da região central, (centro do gráfico) valores mais próximos de zero. Isso mostra que não houve diferença no forrageio entre as espécies presentes nas áreas com e sem apiário e nem preferência por horário de forrageio ao longo do dia. Com base nesta análise, pode-se concluir que a presença de apiário não provocou o deslocamento de nicho temporal das espécies nas localidades estudadas (Figura 4.4), fato que pode estar associado com estratégias de forrageio semelhantes entre as espécies estudadas.

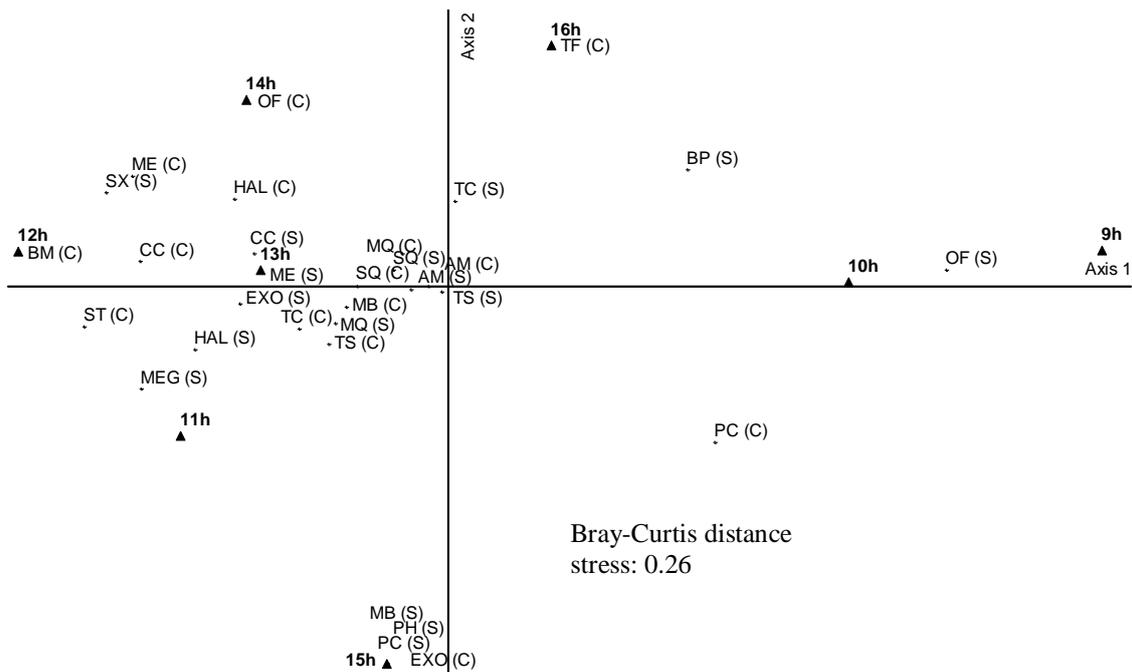


Figura 4. 4 - NMDS (Nonmetric Multidimensional Scaling) da abundância de espécies de abelhas em áreas com e sem apiário. Abreviações de acordo com Tabela 1. A letra entre parênteses na frente dos nomes abreviados representa: (C) – espécies presentes na área com Apiário; (S) espécies presentes na área sem apiário.

Em seu trabalho, Paton (1993) observou que a introdução de apenas dez colmeias de *A. mellifera*, alterou completamente a dinâmica em uma comunidade local, diminuindo a oferta de recursos, fazendo com que cinco espécies de pássaros tivessem seu nicho temporal e trófico deslocado. Além disso, houve uma diminuição no forrageio dessas espécies de pássaros, na presença de apiários. Segundo esse autor, a quantidade de recurso alimentar nessa localidade é limitada e por isso, a presença de apiário alterou completamente a comunidade.

Sugden & Pyke (1991) ao estudarem os ninhos de *Exoneura asimillima* Rayment, 1951, espécie semi-social nativa da Austrália, em localidades com e sem apiário, não observaram diferença significativa quanto à atividade reprodutiva, número de adultos, larvas e pupas, que pudessem mostrar os efeitos negativos da presença de apiários. Segundo esses autores a diminuição do número de indivíduos da colmeia geralmente está associada a fatores

ambientais. Contudo, os autores não descreveram qual o número de colmeias foram utilizadas nesses estudos. O número de colmeias introduzidas em uma comunidade pode ser o fator determinante para intensificar os efeitos competitivos sobre as abelhas nativas.

Mesmo havendo duas espécies de abelhas dominantes na comunidade, não foi observado monopolização de recursos, resultados que não corroboram com os de (ALTIERI et al. 1994). Além disso, não foi identificado comportamento agressivo e perda na riqueza de abelhas pela presença de apiário, que pudessem caracterizar competição por recursos. É possível que o ambiente onde o estudo foi conduzido apresente recursos alimentares suficientes, disponibilizados por *V. polyanthes*, que contribui para manter a comunidade estável. *V. polyanthes* apresentou néctar com concentração de açúcar de (29,6 %; $\pm 10,73$), e volume (0,004 ml $\pm 0,0026$), características que enquadra esta espécie botânica na síndrome de polinização melitófila, uma vez que a maior parte das espécies de abelhas buscam recursos tróficos com concentração de açúcar no néctar em torno de 24% (FIDALGO & KLEINERT, 2010). O grande volume e a alta concentração de açúcar no néctar de *V. polyanthes* podem estar amenizando os efeitos competitivos entre as espécies de abelhas, mesmo em época de escassez de recurso.

Esses resultados colocam a apicultura, desenvolvida pela agricultura familiar, com até 20 colmeias de abelhas africanizadas, como um bom modelo para projetos ambientais uma vez que é ecologicamente sustentável. O que pode gerar renda sem impactar significativamente a riqueza e diversidade de abelhas. Porém, é preciso cautela, quando introduzir um número maior de colmeias, como na apicultura migratória e em grandes escalas, uma vez que os impactos provocados por esta atividade não é conhecido.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo fornece informações sobre um tema relevante para o cenário ecológico atual, que tem despertado grande interesse da comunidade científica, que é o conhecimento ecológico das comunidades de abelhas, suas estratégias de forrageio e a competição por recursos alimentares entre as espécies nativas e invasoras, em especial com as abelhas africanizadas.

Uma análise inicial da literatura científica, realizada no primeiro capítulo da tese, revela diversas lacunas que dificultam a comparação entre trabalhos com diferentes metodologias. Sendo assim, foi proposto um protocolo de coleta, que associa diferentes métodos amostrais para aumentar as chances de comparação entre artigos nessa área da ciência e aumentar as possibilidades de avaliar os efeitos competitivos e suas relações com os ecossistemas.

Ao analisarmos a comunidade de abelhas nas inflorescências de *Vernonia polyanthes* (assa-peixe), amplamente utilizada pela apicultura para produção de mel, utilizando o protocolo proposto no capítulo 1, pudemos observar que a comunidade foi caracterizada por apresentar apenas duas espécies dominantes e com alta abundância, fato que contribuiu para a distribuição irregular da comunidade. Contudo, estas espécies não monopolizaram os recursos ofertados por *V. polyanthes*. Além disso, não foi observado comportamentos agressivos durante o forrageio entre as diferentes espécies de abelhas. Isso pode estar associado à oferta de recursos por assa-peixe, que parecem ser suficientes para sustentar a comunidade de abelhas, mesmo em épocas de escassez de recursos alimentares.

O desenvolvimento da apicultura está associado ao fornecimento de subsídios para melhorar as práticas de manejo. Além da importância de *V. polyanthes* como fonte de recurso para as abelhas durante o inverno, o capítulo 3 destaca o comportamento de forrageio de *A. mellifera*. As abelhas africanizadas forragearam praticamente ao longo de todo o dia, com maior atividade no período da tarde. Esta atividade esteve fortemente correlacionada

com a temperatura e umidade relativa do ar, basicamente o aumento da temperatura e diminuição da umidade, elevaram as atividades de forrageio. Sendo assim, a atividade apícola alcançará melhores resultados pela associação de técnicas de manejo eficientes e instalações em locais com condições climáticas favoráveis ao forrageio das abelhas. Essas informações facilitam as atividades de manejos realizadas pelos apicultores, contribuindo para melhor aproveitamento dos recursos fornecidos por *V. polyanthes* e, conseqüentemente, para o sustento e desenvolvimento da apicultura.

Ao analisarmos os efeitos competitivos da apicultura, desenvolvida pela agricultura familiar, com até 20 colmeias de abelhas africanizadas, sobre a comunidade de abelhas nativas durante o período de floração de *V. polyanthes*, pode-se verificar que não houve impactos significativos sobre diversidade e riqueza da comunidade de abelhas. Sendo assim, a apicultura familiar destaca-se como um bom modelo para projetos ambientais, uma vez que é ecologicamente sustentável e gera renda sem impactar significativamente a riqueza e diversidade de abelhas.

Contudo, é preciso cautela quando se trata de um número maior de colmeias, como na apicultura migratória e em grandes escalas (de várias dezenas há centenas de colmeias), uma vez que os impactos provocados por esta atividade ainda não são conhecidos. Assim, a continuidade nos estudos de monitoramento dos efeitos da introdução de colmeias de abelhas africanizadas em diferentes locais e com variados números de colmeias, faz-se necessário para se conhecer os impactos provocados por essa atividade sobre a comunidade de abelhas nativas.

6. REFERÊNCIAS

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

AGUIAR, C.M.L. & MARTINS, C.F. Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na caatinga, São João do Cariri, Paraíba, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, v.83, p.151-163, 1997.

AGUIAR, C.M.L. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, v.20, n.3, p. 457-467, 2003.

AGUIAR, C. M. & ZANELLA, F. C. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apiformis) de uma área na margem do domínio da Caatinga (Itatim, BA). *Neotropical Entomology*, 34(1), 15-24, 2005.

AGUIAR, C. M.; SANTOS, G. M. D. M.; MARTINS, C. F. & PRESLEY, S. J. Trophic niche breadth and niche overlap in a guild of flower-visiting bees in a Brazilian dry forest. *Apidologie*, 44(2), 153-162, 2013.

ALVES, L. H. S.; PREZOTO, F. & CASSINO, P. C. Efeito dos fatores abióticos sobre a atividade forrageadora de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 em inflorescências de *Vernonia polyanthes* Less (Asteraceae). *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, V. 37 (4), 2015.

AMDAM, G. V.; NORBERG, K.; OMHOLT, S. W.; KRYGER, P.; LOURENCO, A. P.; BITONDI, M. M. G. & SIMOES, Z. L. P. Higher vitellogenin concentrations in honey bee workers may be an adaptation to life in temperate climates. *Insectes sociaux*, 52(4), 316-319, 2005.

ANACLETO, D. D. & MARCHINI, L. C. Análise faunística de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) coletadas no cerrado do estado de São Paulo. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 27(3), 277-284, 2005.

ANDENA, S. R.; BEGO, L. R. & MECCHI, M. R. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí, SP) e suas visitas às flores. *Revista Brasileira de Zoociências*, 7(1), 55-91, 2005.

ANDERSEN, A. N. & SPARLING, G. P. Ants as indicators of restoration success: relationship with soil microbial biomass in the Australian seasonal tropics. *Restoration ecology*, 5 (2):109-114, 1997.

ANTONINI, Y.; SOUZA, H. G.; JACOBI, C. M. & MURY, F.B. Diversidade e comportamento dos insetos visitantes florais de *Stachytarpheta glabra* Cham.

(Verbenaceae), em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG. *Neotropical Entomology*, 34: 555-564, 2005.

BARBOSA, F. G. The scientific literature on *Limnoperla fortunei* (Dunker 1857) from 1982 to 2012. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, (AHEAD), 00-00, 2014.

BARTH, M. O.; MAIORINO, C.; BENATTI, A. P. & BASTOS, D. H. Determinação de parâmetros físico-químicos e da origem botânica de méis indicados monoflorais do sudeste do Brasil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(2), 229-233, 2005.

BATALHA FILHO, H.; NUNES, L. A.; PEREIRA, D. G. & WALDSCHMIDT, A. M. Inventário da fauna de abelhas (Hymn; Apoidea) em uma área de caatinga da região de Jequié, BA. *Bioscience Journal*, v.23, p.24–29, 2007.

BIESMEIJER J.C.; ROBERTS S.P.M.; REEMER M.; OHLEMÜLLER R.; EDWARDS M.; PEETERS T.; SCHAFFERS A.P.; POTTS S.G.; KLEUKERS R.; THOMAS C.D.; SETTELE J.; KUNIN W.E. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands, *Science* 313, 351–354, 2006.

BIESMEIJER, J. C. & DE VRIES, H. Exploration and exploitation of food sources by social insect colonies: a revision of the scout-recruit concept. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 49(2-3), 89-99, 2001.

BIESMEIJER, J.C. & SLAA, E.J. The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. *Apidologie*, v.37, n.2, p.240-258, 2006.

BLAAUW, B. R. & ISAACS, R. Flower plantings increase wild bee abundance and the pollination services provided to a pollination-dependent crop. *J. Appl. Ecol.* 51, 890–898, 2014.

BORGES, F. V. B. & BLOCHTEIN, B. Atividades externas de *Melipona marginata obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), em distintas épocas do ano. São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(3), 680-686, 2005.

CAMAZINE, S. & MORSE, R.A. The Africanized honeybee. *American Scientist*, v.76, p.464-471, 1988.

CAMAZINE, S. The regulation of pollen foraging by honey bees: how foragers assess the colony's need for pollen. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 32 (4), 265-272, 1993.

- CARNEIRO, L.T. & MARTINS, C.F. Africanized honey bees pollinate and preempt the pollen of *Spondias mombin* (Anacardiaceae) flowers. *Apidologie*, v.43, n.4, p.474-486, 2012.
- CARVALHO, A.M.C. & BEGO, L.R. Studies on Apoidea fauna of cerrado vegetation at the Panga ecological reserve, Uberlândia, MG, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 147-156, 1996.
- CASTRO, M. M.; PREZOTO, H. H. S.; FERNANDES, E. F.; BUENO, O. C. & PREZOTO, F. The ant fauna of hospitals: advancements in public health and research priorities in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 59 (1), 77-83, 2015.
- CORTOPASSI-LAURINO, M. & RAMALHO, M. Pollen harvest by Africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo. *Botanical and ecological views. Apidologie*, 19(1), 1-24, 1988.
- COSTA, A. J. C.; GUIMARÃES-DIAS, F. & PÉREZ-MALUF, R. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores de urucum em Vitória da Conquista, BA. *Ciência Rural*, v.38, p.534–537, 2008.
- COSTA, F. M.; DE MIRANDA, S. B.; DE TOLEDO, V. D. A. A.; RUVOLOTAKASUSUKI, M. C. C.; CHIARI, W. C. & HASHIMOTO, J. H. Desenvolvimento de colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas na região de Maringá, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 29 (1), 101-108, (2007).
- DEL-CLARO, K. & PREZOTO, F. As distintas faces do comportamento animal. *Sociedade Brasileira de Etologia & Livraria Conceito*. Jundiaí, SP. 2003. 276p.
- DORNHAUS, A. & CHITTKA, L. Insect behaviour: Evolutionary origins of bee dances. *Nature*, v.401, n.6748, p.38-38, 1999.
- DYER, F. C. The biology of the dance language. *Annual review of entomology*, 47(1), 917-949, 2002.
- FIDALGO, A. O. & KLEINERT, A. M. P. Floral Preferences and Climate Influence in Nectar and Pollen Foraging by *Melipona rufiventris* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in Ubatuba, São Paulo State, Brazil. *Neotropical Entomology*, v. 39, n. 6, p. 879-884, 2010.
- FRANCO, E. L.; AGUIAR, C. M. L.; FERREIRA, V. S. & DE OLIVEIRA-REBOUÇAS, P. L. Plant use and niche overlap between the introduced honey bee (*Apis mellifera*) and the native bumblebee (*Bombus atratus*)(Hymenoptera: Apidae) in an area of Tropical Mountain Vegetation in Northeastern Brazil. *Sociobiology*, 53(1), 141-150, 2009.

GARCIA, F.R.M. & LISE, F. Ants associated with pathogenic microorganisms in Brazilian hospitals: attention to a silent vector. *Acta Scientiarum Health Science*, v.35, n.1, p.9-14, 2013.

GONÇALVES, R. B. & BRANDÃO, C. R. F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica. *Biota Neotropica*, 8(4), 051-061, 2008.

GOULSON, D. A model to predict the influence of insect flower constancy on interspecific competition between insect pollinated plants. *Journal of Theoretical Biology*, 168(3), 309-314, 1994.

GOULSON, D. Effects of introduced bees on native ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, v.34, n.1, p.1-26, 2003.

GROSS, C.L. & MACKAY, D. Honeybees reduce fitness in the pioneer shrub *Melastoma affine* (Melastomataceae). *Biological Conservation*, v.86, n.2, p.169-178, 1998.

GRÜTER, G. & FARINA, W.M. Nectar Distribution and its Relation to Food Quality in Honeybee (*Apis mellifera*) Colonies. *Insectes sociaux*, 54(1), 87–94, (2007).

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. PAST: Palaeontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. Oslo, v. 4, n.1, p. 1-9, 2001.

HARRISON, J. F.; FEWELL, J. H.; ANDERSON, K. E., & LOPER, G. M. Environmental physiology of the invasion of the Americas by Africanized honeybees. *Integrative and Comparative Biology*, 46(6), 1110-1122, 2006.

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. & KLEINERT, A. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (in litt.) (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia*, 61(2), 191-196, 2001.

HORSKINS, K. & TURNER, V.B. Resource use and foraging patterns of honeybees, *Apis mellifera*, and native insects on flowers of *Eucalyptus costata*. *Australian Journal of Ecology*, v.24, n.3, p.221-227, 1999.

JERNIGAN, C. M.; ROUBIK, D. W.; WCISLO, W. T. & RIVEROS, A. J. Color-dependent learning in restrained Africanized honey bees. *The Journal of experimental biology*, v.217, n.3, p.337-343, 2014.

JÚNIOR, H. F.B; CARVALHO, D C.; CONDE, M. M. S.; LORENZON, M. C. A.; MAIMON, Z. L. & GOMES, A. M. Plantas Visitadas por Apoidea (Hymenoptera)

na região de Cacaria, Município de Pirai – RJ. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 1110-1112, 2007.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. & WASER, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. Annual review of ecology and systematics, 83-112, 1998.

KLEIJN, D.; WINFREE, R.; BARTOMEUS, I.; CARVALHEIRO, L. G.; HENRY, M.; ISAACS, R. & STEFFAN-DEWENTER, I. Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. Nature communications, 6, 2015.

KLEINERT-GIOVANNINI, A. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Flight activity and responses to climatic conditions of two subspecies of *Melipona marginata* Lepeletier (Apidae, Meliponinae). Journal of apicultural research, 25(1), 3-8, 1986.

KÖPPEN, W. Roteiro para classificação climática. Mimeo, 1970, 6 p.

KOVAC, H. & STABENTHEINER, A. Thermoregulation of foraging honeybees on flowering plants: seasonal variability and influence of radiative heat gain. Ecological entomology, 36(6), 686-699, 2011.

LORENZON, M. C. A.; PEIXOTO, E. & GONÇALVES, E. Censo apícola do Estado do Rio de Janeiro. Análise Conjuntural (2a edição). Rio de Janeiro: SESCOOP-OCB/RJ, 2008.

LORENZON, M. C. A.; CONDE, M. D. M. S. & BARBOSA, C. G. Eussocial Apidae in Tropical Insular Region. Vol.49, n. 5: pp. 733-738, 2006.

LORENZON, M. C.; MATRANGOLO, C. A. & SCHOEREDER, J. H. Flora visitada pelas abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) na Serra da Capivara, em Caatinga do Sul do Piauí. Neotropical Entomology, 32(1), 27-36, 2003.

MACEDO, J. F. & MARTINS, R. P. A. Estrutura da guilda de abelhas e vespas visitantes florais de *Waltheria americana* L. (Sterculiaceae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.28, p.617-633, 1999.

MAGURRAN, A. E. Medindo a diversidade biológica. Curitiba: UFPR, 2013. 261p.

MALERBO-SOUZA, D. T. & SILVA, F. A. S. Comportamento forrageiro da abelha africanizada *Apis mellifera* no decorrer do ano. Acta Scientiarum Animal Sciences, 33 (2), 183-190, 2011.

MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C.; TEIXEIRA, E. W.; SILVA, E. D.; RODRIGUES, R. R. & SOUZA, V. C. Plantas visitadas por abelhas africanizadas em duas localidades do estado de São Paulo. *Scientia Agricola*, 58 (2), 413-20, 2001.

MARGALEF, R. Explotación y gestión en ecología. 1970.

MARTINS, C.F. Flora apícola e nichos tróficos de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na Chapada Diamantina (Lençóis, BA). *Revista Nordestina de Biologia*, v.10, n.2, p.119-40, 1995.

MEFFE, G. K. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology*, 12 (1), 8-17, 1998.

MENEZES, C., SILVA, C.I., SINGER, R.B. & KERR, W.E. Competição entre abelhas durante forrageamento em *Schefflera arboricola* (Hayata). *Bioscience Journal*. 23, 63–69, 2007.

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

MILLER, M.; APLET, G. Biological control: A little knowledge is a dangerous thing. *Rutgers Law Review*, v.45, p.285-334, 1993

MINUSSI, L.C. & ALVES-DOS-SANTOS, I. Abelhas nativas versus *Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera, Apidae). *Bioscience Journal*, v.23, n.1, p.58-62, 2007.

NOGUEIRA-FERREIRA, F.H. & AUGUSTO, S.C. Amplitude de nicho e similaridade no uso de recursos florais por abelhas eussociais em uma área de cerrado. *Bioscience Journal*, v.23, (supp.1), p.45-51, 2007.

NOGUEIRA-NETO, P. *Vida e criação das abelhas indígenas "sem ferrão"*. São Paulo: Nogueirapis, 1997. 445p.

OLIVEIRA, F. L.; DIAS, V. H. P.; COSTA, E. M.; FILGUEIRA, M. A. & SOBRINHO, J. E. Influência das variações climáticas na atividade de vôo das abelhas jandairas *Melipona subnitida* Ducke (Meliponinae). *Revista Ciência Agronômica*, 43(3), 598-603, 2012.

OLIVEIRA, M.L.D. & CUNHA, J.A. Abelhas africanizadas *Apis mellifera* scutellata Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica. *Acta Amazônica*, v.35, n.3, p.389-394, 2005

PAINI, D.R. Impact of the introduced honey bee (*Apis mellifera*) (Hymenoptera: Apidae) on native bees: a review. *Austral ecology*, v.29, n.4, p.399-407, 2004.

- PASIN, L. E. V.; TERESO, M. J. A., & BARRETO, L. M. R. C. Análise da produção e comercialização de mel natural no Brasil no período de 1999 a 2010. *Agroalimentaria*, Merida, 18(34), 29-42, 2012.
- PATON, D. C. Honeybees in the Australian Environment does *Apis mellifera* disrupt or benefit the native biota? *BioScience*, 43:95–103, 1993.
- PAULINO, F. D. G.; MARCHINI, L. C. & SILVA, L. A. C. D. Comportamento forrageiro de *Apis mellifera* L. 1758 em panículas da noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche). *Ciência Agrônômica*, v. 34, n. 1, p.5-9, 2003.
- PEDRO, S.R.M. & DE CAMARGO, J.M.F. Interactions on floral resources between the Africanized honey bee *Apis mellifera* L. and the native bee community (Hymenoptera: Apoidea) in a natural 'cerrado'ecosystem in southeast Brazil. *Apidologie*, v.22, n.4, p.397-415, 1991.
- PEGORARO, A.; NETO, A. C.; LAZZARI, S. M. N. & DA SILVA, B. K. R. Forrageamento da abelha Africanizada na florada da bracatinga. *Archives of Veterinary Science*, 16(2), 2011.
- POLATTO, L. P.; CHAUD-NETTO, J.; DUTRA, J. C. S. & JUNIOR, V. V. A. Exploitation of floral resources on *Sparattosperma leucanthum* (Bignoniaceae): foraging activity of the pollinators and the nectar and pollen thieves. *Acta Ethologica*, 15(1), 119-126, 2012.
- POLATTO, L. P. & CHAUD-NETTO, J. Influence of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) on the Use of the Most Abundant and Attractive Floral Resources in a Plant Community. *Neotropical Entomology*, v.42, p.576-587, 2013.
- POLATTO, L. P.; CHAUD-NETTO, J. & ALVES-JUNIOR, V. V. Influence of Abiotic Factors and Floral Resource Availability on Daily Foraging Activity of Bees. *Journal of insect behavior*, 27(5), 593-612, 2014.
- PORTUGAL, A. D. O desafio da agricultura familiar. *Revista Agroanalysis*, São Paulo, 2004.
- POTTS, S. G.; VULLIAMY, B.; DAFNI, A.; NE'EMAN, G. & WILLMER, P. Linking bees and flowers: how do floral communities structure pollinator communities? *Ecology*, 84(10), 2628-2642, 2003.
- POTTS, S.G.; BIESMEIJER, J.C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O. & KUNIN, W.E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345-353, 2010.

- RAMALHO, M.; BATISTA, M. A. & SILVA, M. *Xylocopa* (Monoxylocopa) *abbreviata* Hurd & Moure (Hymenoptera: Apidae) and *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae): a tight association at the semi-arid of Brazil. *Neotropical Entomology*, 33(4), 417-425, 2004.
- RODARTE, A. T. A.; SILVA, F. O. D. & VIANA, B. F. A flora melitófila de uma área de dunas com vegetação de caatinga, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. *Acta botânica brasileira*, 22(2), 301-312, 2008.
- ROUBIK, D. W. & WOLDA, H. Do competing honey bees matter? Dynamics and abundance of native bees before and after honey bee invasion. *Population Ecology*, 43(1), 53-62, 2001.
- ROUBIK, D.W. *Ecology and Natural History of Tropical Bees*. Cambridge University Press, New York. 1989.
- ROUBIK, D.W. & BUCHMANN, S.L. Nectar selection by *Melipona* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and the ecology of nectar intake by bee colonies in a tropical forest. *Oecologia*, v.61, n.1, p.1-10, 1984.
- ROUBIK, D. W. & VILLANUEVA-GUTIÉRREZ, R. O. G. E. L. Invasive Africanized honey bee impact on native solitary bees: a pollen resource and trap nest analysis. *Biological Journal of the Linnean Society*, 98(1), 152-160, 2009.
- SAKAGAMI, S. F.; LAROCCA, S. & MOURE, J. S. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR) South Brazil. Preliminary Report. *Journal of the Faculty of Science. Hokkaido University, Series V I. Zoology*, 16(2), 253-291, 1967.
- SCHAFFER, W. M.; ZEH, D. W.; BUCHMANN, S. L.; KLEINHANS, S.; SCHAFFER, M. V. & ANTRIM, J. Competition for nectar between introduced honey bees and native North American bees and ants. *Ecology*, 564-577, 1983.
- SCHMITT D. 1980. Pollinator foraging behaviour and gene dispersal in *Senecio* (Compositae). *Evolution* 34:934-43
- SCHUSTER, A.; NOY-MEIR, I.; HEYN, C. & DANIFI, A. Pollination-dependent female reproductive success in a self-compatible outcrosser, *Asphodelus aestivus* Brot. *New phytologist*, 123(1), 165-174, 1993.
- SILVA, K. N.; DUTRA, J. C. S.; NUCCI, M. & POLATTO, L. P. Influência dos Fatores Ambientais e da Quantidade de Néctar na Atividade de Forrageio de Abelhas em Flores de *Adenocalymma bracteatum* (Cham.) DC.(Bignoniaceae). *EntomoBrasilis*, 6(3), 2013.

SILVEIRA-NETO, S.; O. NAKANO; D. BARBIN & N.A. Villa Nova. Manual de Ecologia dos insetos. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres, 1976, 419p.

STATSOFT. Statística 7.0 software. Tucks, 2004.

STOKSTAD, E. The case of the empty hives. *Science*, v.316, p.970-972, 2007.

SUGDEN, E. A.; PYKE, G. H. Effects of honey bees on colonies of *Exoneura asimillima*, an Australian native bee. *Australian Journal of Ecology*, v.16, n.4, p. 171-181, 1991.

THOMPSON, H. M.; LEVINE, S. L.; DOERING, J.; NORMAN, S.; MANSON, P.; SUTTON, P. & VON MÉREY, G. Evaluating exposure and potential effects on honeybee brood (*Apis mellifera*) development using glyphosate as an example. *Integrated environmental assessment and management*, 10(3), 463-470, 2014.

TRAVESET, A., & RICHARDSON, D. M. Biological invasions as disruptors of plant reproductive mutualisms. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(4), 208-216, 2006.

VAN RAAN, A.F.J. Scientometrics: State-of-the-Art. *Scientometrics*, v.38, p.205-218, 1997.

VAN-ENGELSDORP, D. & MEIXNER, M.D. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of invertebrate pathology*, v.103, p.80-95, 2010.

VIANA, B. F. A comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 28, 635-645, 1999.

VITAL, M. V. C.; HEPBURN, R.; RADLOFF, S. & FUCHS, S. Geographic distribution of Africanized honeybees (*Apis mellifera*) reflects niche characteristics of ancestral African subspecies. *Brazilian Journal of Nature Conservation*, 10, 184-190, 2012.

WIESE, H. Novo manual de apicultura. Guaíba, Agropecuária, 1995. 295p.

WILLIAMS, P.H. & OSBORNE, J. Bumblebee conservation and vulnerability world-wide, *Apidologie* 40, 367–387, 2009.

WILMS W, WENDEL L, ZILLIKENS A, BLOCHTEIN B, ENGELS W. Bees and other insects recorded on flowering trees in a subtropical Araucaria forest in southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 32:220–26, 1997.

YAMAMOTO, L. F.; KINOSHITA, L. S. & MARTINS, F. R. Florística dos componentes arbóreo e arbustivo de um trecho da Floresta Estacional Semidecídua Montana, município de Pedreira, estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, 28(1), 191-202, 2005.