



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS

FRANCISCO ARICLENES OLINTO

**COMPORTAMENTO HIGIÊNICO E IDENTIFICAÇÃO DE PATÓGENOS EM
COLMEIAS DE *Apis mellifera* L. AFRICANIZADAS NO SERTÃO PARAIBANO**

POMBAL-PB

2014

FRANCISCO ARICLENES OLINTO

COMPORTAMENTO HIGIÊNICO E IDENTIFICAÇÃO DE PATÓGENOS EM COLMEIAS DE *Apis mellifera* L. AFRICANIZADAS NO SERTÃO PARAIBANO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais - Linha de pesquisa: Produção e Tecnologia Agroindustrial.

Orientador: D. Sc. PATRÍCIO BORGES MARACAJÁ

POMBAL-PB

2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

O46c Olinto, Francisco Ariclênes.
Comportamento higiênico e identificação de patógenos em colmeias de *Apis mellifera* L. africanizadas no sertão paraibano / Francisco Ariclênes Olinto. – Pombal, 2014.
60 f. : il. color.

Dissertação (Mestre em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Patrício Borges Maracajá".
Referências.

1. Abelhas. 2. Higiene. 3. *Varroa destructor*. 4. *Nosema* spp.
I. Maracajá, Patrício Borges. II. Título.

CDU 638.1(043)

FRANCISCO ARICLENES OLINTO

COMPORTAMENTO HIGIÊNICO E IDENTIFICAÇÃO DE PATÓGENOS EM COLMEIAS DE *Apis mellifera* L. AFRICANIZADAS NO SERTÃO PARAIBANO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M.Sc.) em Sistemas Agroindustriais – Linha de pesquisa: Produção e Tecnologia Agroindustrial.

CONCEITO: APROVADA EM 16/12/2014

EXAMINADORES

Prof. D. Sc. Patrício Borges Maracajá
Orientador
UAGRA/CCTA/UFCG

Profa. D. Sc. Mônica Tejo Cavalcanti
UATA/CCTA/UFCG

Prof. D. Sc. Francisco Cicupira de Andrade Filho
IFPB/CAMPUS SOUSA-PB

Aos meus queridos pais João Glimar e Auxiliadora Olinto, razão da minha existência, pelo apoio constante em todos os momentos da minha vida, como também as minhas irmãs Audejane e Maria José pelo carinho fraterno.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado forças e coragem para lutar e alcançar esse grande objetivo em minha vida. Proporcionando-me saúde e proteção.

Aos meus valiosos pais, João Glimar Filho e Auxiliadora Olinto, que sempre estiveram do meu lado, seja em qualquer circunstância, dando-me carinho, atenção e incentivo para vencer os obstáculos da vida.

As minhas irmãs, Maria Audejane Olinto Luciano e Maria José Luciano, pelos momentos compartilhados, sempre com amor, paciência e dedicação. Também a Rosimere, minha irmã por consideração. A minha namorada, Luana Andrade, pela atenção e amor.

Aos meus avós maternos, Rosa Alencar e Manoel Olinto, como também aos meus avós paternos, João Luciano e Antonia Alexandre, que sempre me apoiaram de forma direta e indiretamente.

Aos meus tios, Evanuel, Evanduir, Maria do Socorro, Luciano, que contribuíram com palavras amigas, quando sempre precisei.

Aos meus cunhados Adalberto Oliveira e Arioston Trigueiro, que além de serem amigos verdadeiros, são praticamente meus irmãos.

As minhas inestimáveis sobrinhas Anny Arianny, Lívia Lawanny e Milly Arielly, a quem aprecio com amor, carinho e felicidade.

Ao professor D. Sc. Patrício Borges Maracajá, pela colaboração e orientação neste trabalho.

Ao técnico de laboratório e grande amigo, Daniel Casimiro da Silveira, pelo incentivo, colaboração, sendo de extrema importância pra a realização deste trabalho.

Aos professores do CCTA-UFCG, Mônica Tejo, Antônio Vitor, Andrea Brandão, Roberlucia Candeia, Alfredina Santos, Roberto Cleiton, Camilo Allyson.

Ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande e, em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, pela receptividade e oportunidade de realização do Mestrado.

Ao Corpo Docente do PPGSA/CCTA pelos conhecimentos repassados, a atenção, pela compreensão e incentivo para aquisição de conhecimentos.

Aos membros da Banca Examinadora, D. Sc. Patrício Borges Maracajá, D. Sc. Rosilene Agra da Silva e ao D. Sc. Francisco Cicupira de Andrade Filho.

Agradecimento especial ao Mestrando da UFERSA e Engenheiro Agrônomo Fabiano Luiz de Oliveira pela colaboração nas análises estatísticas deste trabalho.

Ao Coordenador do Curso D. Sc. Manoel Moisés de Queiroz pela receptividade, e por atender, sempre que possível, minhas solicitações e pelos momentos de descontração.

A todos os apicultores que contribuíram com as suas experiências e riquezas em forma de abelhas para realizar esse trabalho.

Aos meus grandes amigos Federais Antônio José Ferreira Gadelha, Daniel Casimiro, Flávio Lourenço, Alan Cauê Holanda e Delano Henrique pela nobre amizade e companheirismo.

Aos companheiros de pós-graduação Reginaldo, Leonardo Araujo, Decio Lima, José da Silva, José Aldenor.

Aos funcionários terceirizados do CCTA-UFCG, Juraci, Denis, Lucielma, Luci, Fátima, Sebastião, Alessandro, Ronaldo, Chagas e Valdemar o meu “Muito Obrigado” pelas expressões alegres ao me ver.

Enfim, todos que contribuíram direta ou indiretamente para a ampliação dos meus conhecimentos durante a realização deste Mestrado.

Obrigado!

*"Creio no sol, mesmo quando ele não
brilha. Creio no amor, mesmo quando não
o sinto. Creio em Deus, mesmo quando
Ele permanece silencioso."*

(autor desconhecido)

OLINTO, F. A. **Comportamento higiênico e identificação de patógenos em colmeias de *Apis mellifera* L. africanizadas no Sertão paraibano.** 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2014.

RESUMO

A apicultura é uma das poucas atividades agropecuárias que atende aos três requisitos da sustentabilidade: o econômico, o social e o ecológico. Sendo assim, fornece renda para o apicultor, ocupa mão de obra familiar ou contratada e contribui para a preservação da flora nativa. A abelha é importante para a economia mundial como polinizadora, aumentando a produção de frutos e sementes, e como fornecedora de mel, cera, geleia real, própolis, pólen e veneno (apitoxina). Esses produtos são muito procurados para a matéria-prima das indústrias farmacêutica, alimentícia e cosmética e para consumo em forma natural. A sanidade pode afetar o desenvolvimento da apicultura, pois a *Apis mellifera* como qualquer outro organismo vivo, é susceptível a doenças causadas por bactérias, vírus, fungos e outros parasitas e as desordens metabólicas, nutricionais e hormonais, além de intoxicações diversas. Assim, em virtude da necessidade de estudos a respeito da sanidade apícola, objetivou-se estudar o comportamento higiênico e a identificação da varroatose e nosemose em colônias de abelhas *Apis mellifera* em apiários localizados no Sertão do Estado da Paraíba. A pesquisa foi realizada no período de março, abril e maio de 2014, em cinco apiários localizados nos municípios de Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho e São Domingos, ambos situados na Mesorregião do Sertão do Estado da Paraíba, com um total de 25 colmeias avaliadas. O teste de comportamento higiênico foi realizado com base no método de perfuração das células de crias. Para análise da infestação por ácaro *Varroa destructor*, as abelhas adultas foram coletadas e acondicionadas em frascos de vidro contendo álcool a 70%, após 24 horas foi realizada a contagem dos ácaros. Para a identificação de *Nosema* spp. foi utilizado o método de nível de infecção da colônia, sendo selecionadas dez abelhas adultas para retirada do aparelho intestinal e posterior leitura em microscópio óptico. O percentual de comportamento higiênico foi semelhante em ambos os apiários, principalmente em Condado (93,96%), Pombal (94,30%), Jericó (87,63%) e São Domingos (95,20%), ocorrendo apenas uma ligeira diferença no apiário de São Bentinho com uma média de 76,31%. No apiário de Condado foram encontrados 59 ácaros *Varroa destructor*, nas colmeias do apiário de Pombal obteve-se apenas seis ácaros, em Jericó foram encontrados 19 ácaros, no apiário de São Bentinho, foi observado o maior número de ácaros entre os apiários, 62 varroas no total e no apiário de São Domingos foram observados 48 ácaros. A frequência de *Nosema* spp. em colmeias manejadas na região do estudo foi de 36% de um total de 25 enxames avaliados. O apiário localizado no município de Pombal obteve os melhores resultados, apresentando índice elevado de comportamento higiênico e valores baixos para varroatose e nosemose. A africanização das abelhas e as altas temperaturas do Sertão Paraibano tendem a possibilitar melhor resistência das colmeias a enfermidades.

Palavras-chave: Higiene. *Varroa destructor*. *Nosema* spp. Abelhas.

OLINTO, F. A. **Hygienic behavior and identification of pathogens in *Apis mellifera* L. Africanized hives in the Backlands of Paraíba.** 2014. 60 f. Dissertation (Master in Agribusiness Systems) - Federal University of Campina Grande, Pombal, 2014.

ABSTRACT

Beekeeping is one of the few agricultural activities that meets the three requirements of sustainability: economic, social and ecological. Therefore, provides income for the beekeeper, occupies family labor or hired and contributes to the preservation of native flora. The bee is important for the world economy as a pollinator, increasing the production of fruits and seeds, and as a supplier of honey, beeswax, royal jelly, propolis, pollen and venom (bee venom). These products are in high demand for raw materials in the pharmaceutical, food and cosmetics industries and for consumption in natural form industries. Sanitary may affect the development of beekeeping because *Apis mellifera* like any other living organism is susceptible to diseases caused by bacteria, viruses, fungi and other parasites and metabolic, nutritional and hormonal disorders, and several poisoning. Thus, because of the need for studies concerning the apiculture health, this study focuses on hygienic behavior and the identification of varroa and nosema in *Apis mellifera* honeybee colonies in apiaries located in the backlands of the state of Paraíba. The survey was conducted from March, April and May 2014, in five apiaries located in the cities of Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho and São Domingos, both located in the Greater Region of the Backlands of the State of Paraíba, with a total of 25 evaluated hives. The hygienic behavior test was conducted based on the method of drilling the brood. For analysis of the mite *Varroa destructor* infestation, the adult bees were collected and placed in glass vials containing 70% alcohol, after 24 hours was performed to count the mites. For the identification of *Nosema* spp. we used the colony of infection level method, selecting ten adult bees to remove the intestinal and later reading device in an optical microscope. The hygienic behavior percentage was similar in both apiaries, especially in Condado (93.96%), Pombal (94.30%), Jericó (87.63%) and São Domingos (95.20%); there was one slight difference in the apiary of São Bentinho with an average of 76.31%. In Condado apiary found 59 mites *Varroa destructor* in the apiary hives of Pombal was obtained only six mites Jericó found 19 mites in the apiary of São Bentinho, it was observed the largest number of mites between apiaries, 62 varroas in total and in the apiary of São Domingos were observed 48 mites. The frequency of *Nosema* spp. In the hives managed in the region of the study was 36% of a total of 25 clusters evaluated. Apiary located in the city of Pombal obtained the best results, with high level of hygienic behavior and low values for varroa and nosema. The Africanization of bees and the high temperatures of the Paraíba's hinterlands tend to provide improved resistance to diseases of the hives.

Keywords: Hygiene. *Varroa destructor*. *Nosema* spp. Bees.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diferentes fases do ciclo de desenvolvimento de abelhas <i>Apis mellifera</i>	20
Figura 2 - Aspectos da morfologia externa de operária de <i>Apis mellifera</i>	20
Figura 3 - Estrutura das castas de <i>Apis mellifera</i>	21
Figura 4 - Ciclo evolutivo do ácaro <i>Varroa destructor</i>	27
Figura 5 - Ciclo de vida da <i>Nosema</i> spp.....	29
Figura 6 - Localização dos municípios paraibanos da pesquisa.....	30
Figura 7 - Localização geográfica do apiário de Condado-PB, imagem de satélite.....	31
Figura 8 - Localização geográfica do apiário de Pombal-PB, imagem de satélite.....	31
Figura 9 - Localização geográfica do apiário de Jericó-PB, imagem de satélite.....	32
Figura 10 - Localização geográfica do apiário de São Bentinho-PB, imagem de satélite.....	32
Figura 11 - Localização geográfica do apiário de São Domingos-PB, imagem de satélite.....	33
Figura 12 - Colmeia numericamente identificada para realização da pesquisa.....	33
Figura 13 - Equipamento de proteção individual (A), formão (B), fumigador (C).....	34
Figura 14 - Marcação da área com células operculadas (A), delineamento das áreas (B), duas área com e sem perfuração de opérculos (C) e perfuração com alfinete entomológico (D).....	35
Figura 15 - Frascos de vidros identificados com as abelhas acondicionadas.....	36

Figura 16 - Abelhas separadas em bandeja branca (16A) e ácaros armazenados em placas de petri.....	36
Figura 17 - Lâminas histológicas com o conteúdo intestinal das abelhas.....	37
Figura 18 - Valores médios do comportamento higiênico das colmeias dos apiários de Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho e São Domingos, Estado da Paraíba, 2014.....	40
Figura 19 - Índice de infestação de colmeias pelo ácaro <i>Varroa destructor</i> no Sertão Paraibano, 2014.....	43
Figura 20 - Valores médios da infestação de <i>Varroa destructor</i> das colmeias dos apiários de Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho e São Domingos, Estado da Paraíba, 2014.....	44
Figura 21 - Incidência dos ácaros nas colônias analisadas nos municípios de Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho e São Domingos, Estado da Paraíba, 2014.....	45
Figura 22 - Percentual de colmeias afetadas por nosemose na região do Sertão Paraibano, 2014.....	48
Figura 23 - Correlação entre o número de células não limpas e a presença de ácaros <i>Varroa destructor</i> nos apiários do Sertão Paraibano, 2014.....	50
Figura 24 - Resumo da relação entre a presença e ausência de nosema e a quantidade de ácaros encontrados nos apiários avaliados no Sertão Paraibano, 2014.....	51

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Resumo dos resultados obtidos através da análise do comportamento higiênico em cada apiário e nas suas respectivas colmeias, apresentando o número de células perfuradas (CP) e o número de células limpas (CL) após 24 horas, 2014.....38
- Tabela 2 - Taxa de infestação (TI) de ácaro *Varroa destructor* nas colmeias dos apiários de Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho e São Domingos, Estado da Paraíba, 2014.....42
- Tabela 3 - Frequência do patógeno *Nosema* spp. em relação ao número de colmeias (NC) avaliadas no Sertão Paraibano, 2014.....47
- Tabela 4 - Resumo das variáveis avaliadas, percentual do comportamento higiênico (CH), número de varroas (V) e número de colmeias positivas para nosemose (N), nas colônias de apiários no Sertão Paraibano, 2014.....49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação zoológica da abelha <i>Apis mellifera</i>	19
Quadro 2 - Taxa de Infestação do ácaro <i>Varroa destructor</i> de abelhas adultas reportada em diferentes localidades mundiais.....	52

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE QUADROS.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 APICULTURA.....	17
3.2 A ESPÉCIE <i>Apis mellifera</i>	19
3.3 O SEMIÁRIDO.....	22
3.4 COMPORTAMENTO HIGIÊNICO.....	25
3.5 VARROATOSE.....	26
3.6 NOSEMOSE.....	28
4 METODOLOGIA.....	30
4.1 LOCALIZAÇÃO.....	30
4.2 CONDUÇÃO DA PESQUISA.....	33
4.3 AVALIAÇÕES REALIZADAS.....	34
4.3.1 Comportamento higiênico.....	34
4.3.2 Varroatose.....	35
4.3.3 Nosemose.....	36
4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
5.1 COMPORTAMENTO HIGIÊNICO.....	38
5.2 INFESTAÇÃO POR VARROA.....	42
5.3 INFESTAÇÃO POR NOSEMA.....	47
5.4 CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS AVALIADOS.....	49
6 CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

A apicultura mundial tem evoluído, recentemente, no sentido de incrementar os níveis de produção e padronizar seus processos. Os produtos apícolas têm alcançado um importante mercado mundial e, hoje em dia, sob o conceito de produto orgânico, têm atraído um seleto grupo de consumidores. Além disso, seu consumo expande-se ano após ano, o que gera oportunidade para que empresas do segmento se especializem na produção desses produtos. Esse crescimento contínuo exige uma adoção e desenvolvimento de técnicas de manejo, por parte dos apicultores, que permitam realizar e projetar um tipo de apicultura que desenvolva a máxima produção por colônia (MARTINEZ; SOARES, 2012).

Os produtos apícolas, assim como todo produto alimentício destinado principalmente a alimentação humana, devem ser produzidos com rigoroso padrão de qualidade, livres principalmente de agentes e organismos contaminantes que possam comprometer a saúde do homem. Levando em consideração esse princípio, a sanidade e o comportamento das abelhas, também devem ter especial atenção, proporcionando alta produtividade e qualidade dos produtos apícolas.

Apesar do destaque e pontos fortes da apicultura, observa-se ainda, poucos estudos científicos a despeito desse assunto, principalmente no que diz respeito a pesquisas relacionadas à sanidade e algumas pragas que acometem abelhas. A região Nordeste, tem elevado potencial para a criação racional de abelhas, podendo ser uma importante fonte de renda e desenvolvimento econômico e social, através do uso de mão-de-obra familiar e baixo custo de implantação e manutenção.

Segundo De Jong (1992), no Brasil a apicultura sofreu muito nos primeiros anos após o surgimento das abelhas ditas africanizadas, ou seja, mestiças de *Apis mellifera scutellata* e *Apis mellifera ligustica* principalmente, porque não havia técnicas adequadas para manejá-las.

A sanidade pode afetar o desenvolvimento da apicultura, pois a *Apis mellifera* como qualquer outro organismo vivo, é susceptível a doenças causadas por bactérias, vírus, fungos e outros parasitas e as desordens metabólicas, nutricionais e hormonais, além de intoxicações diversas (CARVALHO, 2004). Dentre os agentes causadores de doenças destaca-se o ácaro *Varroa destructor*, determinante da praga varroatose em abelhas (TORRES; BARRETO, 2013). Este parasita é atualmente considerado como o maior problema à atividade apícola em quase todo o mundo, causando elevada mortalidade de colônias ou graves prejuízos econômicos (MURILHAS; CASACA, 2004).

O ácaro ectoparasita *Varroa destructor* é atualmente uma das pragas apícolas de maior interesse mundial. Classificado inicialmente como *Varroa jacobsoni* Oud., foi descrito pela primeira vez em 1904 e renomeado posteriormente como *V. destructor* (ANDERSON; TRUEMAN, 2000). O ácaro, que afeta tanto crias como abelhas adultas, tornou-se parasita da *Apis mellifera* L. a partir da década de 1970. Atualmente, está presente em várias regiões do mundo (TENTCHEVA et al., 2006).

Entre as principais parasitoses associadas a *V. destructor* se encontra a nosemose, uma parasitose do trato digestivo das abelhas adultas causada por o protozoário *Nosema* spp. Atualmente é possível observar que o número de esporos de *Nosema* spp. possibilita aumentar os níveis de infestação de *V. destructor*, devido provocar uma redução na hemolinfa da abelha infestada. Assim, infestações mistas de *V. destructor* e *Nosema* spp. tem provocado um aumento na mortalidade de colônias infectadas (PUC et al., 2011).

A nosemose é hoje uma das principais ameaças à apicultura rentável, logo depois da varroatose. Proteger as abelhas das suas enfermidades e predadores continua sendo um dos pontos mais críticos da moderna apicultura a nível mundial. Por isso, os apicultores devem ter o máximo de conhecimentos técnicos e científicos, para mais facilmente identificarem os problemas sanitários dos seus apiários, e atuar em conformidade, seja profilaticamente, seja através de tratamentos.

De acordo com Pereira (2008), para se preservar a apicultura brasileira, é necessário que tenha continuidade um controle sanitário eficiente para evitar a entrada e propagação de novas doenças. Há também a necessidade de se investir ainda mais em pesquisas sobre patologia apícola e melhoramento genético de abelhas através da seleção de linhagens resistentes as doenças, visto que toda vez que uma larva ou pupa morre dentro do favo, devido à ação de um agente patogênico, causa um sério problema para as abelhas adultas da colônia. Desse modo, é de extrema importância que as operárias retirem as crias mortas, e tal retirada é feita através de um comportamento denominado comportamento higiênico, o qual funciona como um mecanismo de defesa natural contra doenças e pragas apícolas.

Em virtude da necessidade de estudos a respeito da sanidade apícola, caracterizando a real situação epidemiológica de certas pragas e enfermidades que podem acometer as abelhas, bem como o seu comportamento, como também estimular pesquisas futuras sobre possíveis medidas de prevenção e tratamentos alternativos para proporcionar uma produtividade maior, o presente trabalho de pesquisa, visa avaliar o comportamento higiênico e a identificação da varroatose e nosemose em colônias de abelhas *Apis mellifera* em apiários localizados no Sertão do Estado da Paraíba.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar o comportamento higiênico e identificar a presença dos patógenos *Varroa destructor* e *Nosema* spp. em colmeias de abelhas *Apis mellifera* L. africanizadas em apiários do Sertão do Estado da Paraíba, Brasil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o comportamento higiênico de colmeias de abelhas *Apis mellifera*;
- Identificar a presença ou ausência de *Nosema* spp. em abelhas capturadas no interior das colmeias;
- Verificar e quantificar a infestação de *Varroa destructor* em abelhas capturadas no interior das colmeias;
- Determinar o apiário que apresenta melhores condições em relação aos fatores avaliados.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 APICULTURA

Apicultura é a ciência, ou arte, da criação de abelhas com ferrão. Trata-se de um ramo da zootecnia. É uma das atividades mais antigas e importantes do mundo, prestando grande contribuição ao homem através da produção do mel, da geleia real, da própolis, da apitoxina, da cera e do pólen, bem como à agricultura, pelos serviços de polinização, além de ser um trabalho agradável (WIESE, 2000).

As abelhas são insetos sociais que vivem em grandes comunidades, onde a ordem do dia é sempre a preservação da espécie. Constroem favos, compostos por inúmeras células hexagonais de cera, chamadas alvéolos. Nessas células, são armazenados mel (favos de mel) e pólen, os dois principais alimentos da população da colmeia. Na natureza, as abelhas podem ser encontradas em ocos de árvores, em buracos em barrancos e pedras, em cupinzeiros desocupados, e em outros locais que as protejam de intempéries. Vivem, também, em colmeias que são caixas de madeiras cuidadosamente construídas, respeitando-se todo um espaço interno, o espaço abelha (COSTA; OLIVEIRA, 2005).

A criação de abelhas é hoje uma importante atividade agropecuária no Brasil, representando trabalho e renda para muitas famílias de pequenos e médios produtores rurais. Dos produtos obtidos da colmeia, o mel é o mais importante, sendo o principal objetivo da exploração apícola brasileira, composto basicamente de carboidratos, é considerado um alimento de alto valor energético para o organismo humano, possui ainda vários minerais, proteínas, ácidos orgânicos, vitaminas, hormônios, enzimas e pigmentos vegetais (CRANE, 1987).

O mel é um produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores e de secreções de partes vivas de certas plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas, que vivem sobre algumas espécies vegetais e que as abelhas recolhem, transformam, combinam e deixam maturar nos favos da colmeia. As abelhas recolhem o néctar das flores e o transforma em mel através da ação de enzimas e transformações físicas, para finalmente depositá-lo nos alvéolos onde continua o processo de desidratação até estar maduro para selar o opérculo com uma fina camada de cera (WIESE, 2000). É necessário que a produção de mel seja toda realizada, desde o campo até a entrega do produto, sempre com cuidado, para que as características do mel sejam preservadas, e controlados os riscos de contaminações para garantir uma produção segura. Para isso, o controle do processo de

produção no campo deve ser cuidadoso, bem como o trabalho de coleta e extração do mel na unidade de extração, sendo indispensáveis os registros dos procedimentos realizados, como comprovação dos cuidados tomados.

A cera é um produto que até tem aplicações na indústria, mas a grande importância está na própria apicultura, ou seja, os apicultores é que, na verdade, são os grandes consumidores de cera de abelha (COSTA; OLIVEIRA, 2005). Tem aplicação na indústria, como impermeabilizante, fabricação de vela, produção de cosméticos, na farmácia e muito mais. A cera é utilizada pelas abelhas na construção dos favos para armazenamento de alimento (alvéolos e opérculos), postura e desenvolvimento das crias (alvéolos de cria), participando ainda na composição da própolis (NUNES et al., 2012). É composta por diversas substâncias, todas obtidas do mel que as abelhas consomem para sua produção. Sua densidade é 0,960 a 0,972 com ponto de fusão aos 61 a 65 °C. A coloração é variável do branco, amarelo ao escuro pela contaminação do pólen encontrado no mel, além de partículas de própolis. A cera mais escura ou quase preta é proveniente de excesso de fervura (WIESE, 2000).

O pólen é o gameta masculino das flores que, ao ser coletado pelas abelhas operárias, é aglutinado com o néctar e substâncias salivares, em pelotas, e transportado em estruturas especiais de suas patas posteriores, chamadas de corbículas. Sua função para a colmeia é suprir as necessidades proteicas das abelhas desde o período larval até o final da vida adulta. Segundo a normativa nº 03, de 19 de janeiro de 2001 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, define-se pólen apícola como o resultado da aglutinação do pólen das flores efetuada pelas abelhas operárias, mediante o néctar e suas substâncias salivares, o qual é recolhido no ingresso da colmeia (BRASIL, 2001).

Própolis é uma denominação genérica utilizada para descrever uma mistura complexa de substâncias resinosas, gomosas e balsâmicas colhidas por abelhas melíferas de brotos, flores e exsudatos de plantas, às quais as abelhas acrescentam secreções salivares, cera e pólen para a elaboração do produto final (BRASIL, 2001). De acordo com Manrique e Soares (2002) as abelhas usam a própolis para fechar buracos, fendas e alvados para evitar o frio durante a época fria e o calor excessivo da época quente, que funciona como um agente termorregulador; também o usam para prevenir infestações no interior da colmeia por bactérias e desenvolvimento de outros microrganismos; para embalsamar animais mortos e evitar putrefação; para fixar todas as peças móveis da colmeia e para evitar as vibrações quando as colmeias estão expostas a correntes de ar minimizando os sons intensos.

A apitoxina é o veneno produzido pelas abelhas com objetivo de proteger a colônia contra a extensa variedade de predadores, que vão desde outros artrópodes a vertebrados (SCIANI et al., 2010). Indivíduos da espécie *Apis mellifera* produzem apitoxina por meio de uma glândula de secreção ácida e outra de secreção alcalina, localizadas no interior do abdômen da abelha operária, e esta substância consiste em uma mistura complexa de enzimas, peptídeos e aminoácidos, além de pequenas quantidades de carboidratos e lipídios (FERREIRA-JUNIOR et al., 2010).

3.2 A ESPÉCIE *Apis mellifera*

As abelhas provavelmente surgiram na África Tropical e foram levadas para a Europa, Leste da Índia e para a China. Não são nativas do continente americano para onde foram trazidas pelos primeiros colonizadores, e agora estão espalhadas pelo mundo inteiro. No conjunto, vivem em colônias que correspondem a milhares de abelhas, perfeitamente definidas em três categorias distintas, a rainha, as abelhas operárias e os zangões (WIESE, 2000).

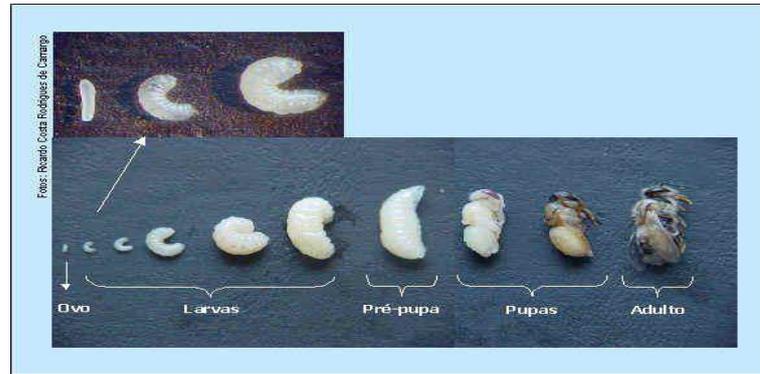
A espécie *Apis mellifera* é a mais utilizada em todo o mundo para a produção de mel. Possui um grande número de subespécies. Todas as abelhas desse tipo das diferentes regiões, quando cruzadas entre si, podem produzir híbridos plenamente férteis, pois pertencem a mesma espécie, a classificação zoológica da *Apis mellifera* está apresentada no Quadro 1 (ITAGIBA, 1997).

Quadro 1 - Classificação zoológica da abelha *Apis mellifera*.

Reino	<i>Animalia</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordem	<i>Himenoptera</i>
Sub-ordem	<i>Apocrita</i>
Família	<i>Apidae</i>
Sub-família	<i>Apinae</i>
Super-família	<i>Apoidea</i>
Tribo	<i>Apini</i>
Gênero	<i>Apis</i>
Espécie	<i>Mellifera</i>

Durante seu ciclo de vida, as abelhas passam por quatro diferentes fases: ovo, larva, pupa e adulto, conforme ilustrado na Figura 1.

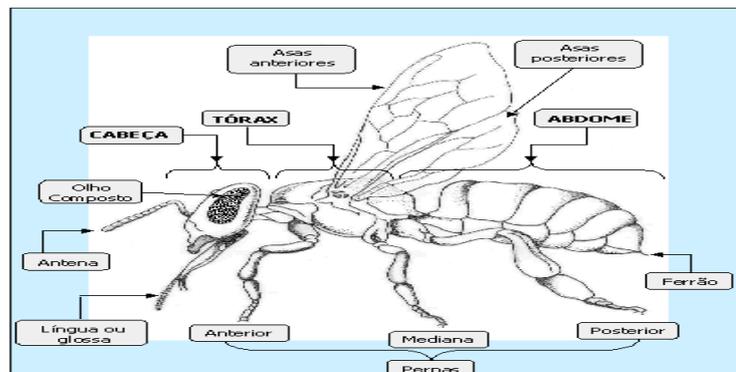
Figura 1 - Diferentes fases do ciclo de desenvolvimento de abelhas *Apis mellifera*.



Fonte: STAROSTA, 2007.

O corpo da *A. mellifera* é dividido em três partes: cabeça, tórax e abdome, como na ilustração da Figura 2.

Figura 2 - Aspectos da morfologia externa de operária de *Apis mellifera*.



Fonte: PEREIRA, 2003.

A cabeça é a estrutura mais sensível do corpo e nela localizam-se: os olhos – simples (ocelos) e compostos -, as antenas, o aparelho bucal e, internamente, as glândulas. Os ocelos localizam-se na região frontal da cabeça formando um triângulo. Estas estruturas não formam imagens, mas tem a função de detectar a intensidade luminosa. Já os olhos compostos, são dois grandes olhos localizados na parte lateral da cabeça que contém estruturas menores denominadas omatídeos, cujo número varia de acordo com a casta (HORRIDGE, 2009).

Na região frontal mediana da cabeça localizam-se as duas antenas que possuem estruturas sensoriais para tato, audição e olfato este último, considerado um sistema de alta

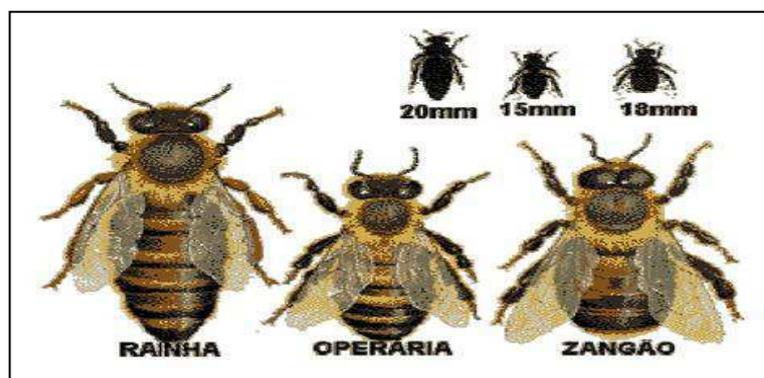
complexidade. Ainda na cabeça encontra-se o aparelho bucal, composto por duas mandíbulas e a língua ou glossa (SANDOZ, 2011).

Na região do tórax destacam-se os três pares de pernas e dois pares de asas de estrutura membranosa, que atuam como órgãos locomotores, além da grande quantidade de pelos, que possuem importante função na fixação dos grãos de pólen quando as abelhas entram em contato com as flores. No tórax também são encontrados espiráculos (órgãos de respiração), o esôfago e glândulas salivares envolvidas no processamento do alimento. (EMBRAPA, 2002).

Segundo Nogueira-Couto e Couto (2003) o abdome da abelha *Apis mellifera* é formado por segmentos unidos por membranas bastante flexíveis que facilitam o movimento do mesmo. Nesta parte do corpo, encontram-se órgãos do aparelho digestivo, circulatório, reprodutor, excretor, órgãos de defesa e glândulas produtoras de cera. Hernández (2003) acrescenta que no final do abdome localiza-se o ferrão, órgão de defesa das abelhas, que permanece no interior do animal em situações normais e excreta o veneno mediante situações de perigo iminente, identificadas pelo inseto.

Em uma colmeia vive uma sociedade dividida em castas, em que abelhas do sexo feminino dominam. A vida de toda a colmeia depende da abelha rainha e das operárias. Os zangões, que são os machos, têm a única função de reproduzir (COSTA; OLIVEIRA, 2005). Existem diferenças morfológicas entre as castas, principalmente no formato e tamanho, conforme exemplificado na Figura 3.

Figura 3 - Estrutura das castas de *Apis mellifera*.



Fonte: STAROSTA, 2007.

A população de uma colmeia é bastante variável. Seu tamanho depende de uma série de fatores como a capacidade de postura da rainha, área livre para posturas (favos vazios), da força da florada em curso (oferta de alimento para a colônia) e das condições climáticas. Uma

família pode ter mais de 60 mil abelhas, divididas em três castas: uma rainha, até 400 zangões (em média) e as demais operárias. Ovos fecundados dão origem a fêmea, e os não fecundados, aos machos; esse fenômeno é chamado de partenogênese. A rainha nasce de um ovo fecundado, desenvolvido em uma célula especial chamada realeira, e é super alimentada com geleia real (COSTA; OLIVEIRA, 2005).

Cada colmeia, em condições normais, possui uma rainha, que é a mãe de todas as abelhas e a responsável pelo equilíbrio populacional da família (WIESE, 2000). A rainha é a personagem central e mais importante da colmeia. Afinal, é dela que depende a harmonia dos trabalhos da colônia, bem como a reprodução da espécie (RAMOS; CARVALHO, 2007). A rainha é identificada pelo maior porte, e por ter um abdômen comprido (fig. 3). É encontrada com maior frequência nos favos centrais, onde se encontram as posturas mais recentes (COSTA; OLIVEIRA, 2005).

As abelhas operárias são responsáveis pela execução de todos os trabalhos dentro e fora da colmeia, realizado instintivamente e de acordo com a idade (WIESE, 2000). As abelhas operárias encarregam-se da higiene da colmeia, garantem o alimento e a água de que a colônia necessita coletando pólen e néctar, produzem a cera, com a qual constroem os favos, alimentam a rainha, os zangões e as larvas por nascer e cuidam da defesa da família. Mantêm a temperatura estável no interior da colmeia, produzem e estocam o mel que assegura a alimentação da colônia, aquecem as larvas (crias) com o próprio corpo em dias frios e elaboram a própolis (RAMOS; CARVALHO, 2007).

Os zangões (machos) não possuem ferrão. Eles nascem em células maiores que as abelhas operárias, obtendo em relação a essas, vantagem em seu tamanho. Os zangões apresentam função reprodutiva, o que acontece quando uma rainha se enfraquece ou morre, havendo o nascimento de uma nova princesa, que fará o voo nupcial e se transformará na nova rainha. Geralmente, são mantidos na colmeia em pequeno número e expulsos nas épocas de escassez de alimentos (COSTA; OLIVEIRA, 2005). Os zangões apresentam os olhos compostos mais desenvolvidos e antenas com maior capacidade olfativa; possuem asas maiores e musculatura de voo mais desenvolvida, ilustrado na figura 3 (RAMOS; CARVALHO, 2007).

3.3 O SEMIÁRIDO

As regiões áridas e semiáridas representam 55% das terras do mundo, perfazendo 2/3 da superfície total de 150 países e abrangendo ao redor de 700 milhões de pessoas. As regiões

com características de aridez e semiaridez na América Latina e Caribe estão localizadas na Argentina, Brasil, Chile e México. Todas estas áreas abrangem 313 milhões de hectares e compreendem 80% das áreas tropical e subtropical (CÂNDIDO et al., 2005).

O semiárido brasileiro abrange uma área de 982.563,3 km², segundo o Ministério da Integração Nacional, compreendendo 1.133 municípios dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (BRASIL, 2005).

Climaticamente, o semiárido brasileiro caracteriza-se por clima quente e seco, com duas estações, a seca e a úmida. A maior parte das chuvas se concentra em três a quatro meses dentro da estação da úmida, acarretando um balanço hídrico negativo na maioria dos meses do ano e elevado índice de aridez (CÂNDIDO et al., 2005).

Essa região caracteriza-se por apresentar precipitações médias anuais iguais ou inferiores a 800 mm, com temperaturas médias anuais entre 23 e 27 °C, regime pluviométrico irregular (espacial e temporal), subsolo formado, em cerca de 70%, por rochas cristalinas, rasas, o que dificulta a formação de mananciais perenes e a potabilidade da água, que normalmente é salobra (MALVEZZI, 2007).

De acordo com Rebouças e Marinho (1972), a disponibilidade hídrica anual no Nordeste é de 700 bilhões de m³, deste total, apenas 3% se mantêm acessíveis, o restante é perdido por evaporação que, em média, atinge 2000 mm anuais, e pelo escoamento superficial.

O Nordeste do Brasil tem a maior parte de seu território ocupado por uma vegetação xerófila, de fisionomia e florística variada, denominada “caatinga”. Fitogeograficamente, a caatinga ocupa cerca de 11% do território nacional. Na cobertura vegetal das áreas da região Nordeste, a caatinga representa cerca de 800.000 km², o que corresponde a 70% da região. Ao se analisar os recursos hídricos, aproximadamente 50% das terras recobertas com a caatinga são de origem sedimentar, ricas em águas subterrâneas. A vegetação de caatinga é constituída, especialmente, de espécies lenhosas e herbáceas, de pequeno porte, geralmente dotadas de espinhos, sendo, geralmente, caducifólias, perdendo suas folhas no início da estação seca, e de cactáceas e bromeliáceas. Fitossociologicamente, a densidade, frequência e dominância das espécies são determinadas pelas variações topográficas, tipo de solo e pluviosidade (DRUMOND, et al., 2000).

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior a atividade apícola experimentou início de forte crescimento no fim da década de 90 no Nordeste como um todo. Floradas variadas, produção ambientalmente limpa, clima quente e

maior período de luminosidade são trunfos do Nordeste brasileiro no tocante a apicultura (BRASIL, 2004).

O Estado da Paraíba, um dos nove estados da região Nordeste do Brasil, situa-se entre os meridianos 34°47'30" e 38°46'17" de longitude a Oeste de Greenwich e os paralelos de 6°01'01" e 8°18'10" de latitude Sul. Ocupa uma área de 56.372 km², com uma distância linear de 443km na direção Leste-Oeste e 263km na direção Norte-Sul. Ao norte, limita-se com o Estado do Rio Grande do Norte; ao sul, com o Estado de Pernambuco; a oeste, com o Estado do Ceará e, a leste, com o Oceano Atlântico. Esta localização, no extremo mais oriental das américas, coloca o Estado numa posição de fácil acesso aos países da América do Norte, Europa e África (ALENCAR-JÚNIOR, 2002). Tem clima tropical úmido no litoral, com chuvas mais abundantes. Ao se deslocar para o interior, após a Serra da Borborema, o clima passa a ser semiárido e podendo ocorrer estiagens prolongadas. A economia tem como base a agricultura, a indústria, a pecuária e o turismo (ENCICLOPÉDIA DOS MUNICÍPIOS PARAIBANOS, 1987).

A Paraíba divide-se em quatro mesorregiões, Zona da Mata, Zona do Agreste, Zona da Borborema e Zona do Sertão, que estão subdivididas em 23 microrregiões. A mesorregião do Sertão Paraibano apresenta domínio da vegetação de caatinga, abrangendo a maior parte do Estado, com um clima árido e semiárido, baixos índices pluviométricos e altas taxas de evaporação. Esta mesorregião abrange as microrregiões geográficas de Catolé do Rocha, Cajazeiras, Sousa, Patos, Piancó, Itaporanga e Serra do Teixeira (ALENCAR-JÚNIOR, 2002).

No Estado da Paraíba, diversos apicultores distribuídos em todas as regiões geográficas, estão recebendo incentivos por ações governamentais, seja incentivo fiscal ou edificações de entreposto de mel e outros produtos apícolas. A organização do Fórum Paraibano de Apicultura permite a reunião mensal de representantes do governo, instituições de pesquisa e produtores para a discussão e busca de soluções para o fortalecimento da apicultura como atividade primária dos produtores rurais (SILVA, 2008).

O Estado da Paraíba apresenta uma gama de possibilidades apícolas, tendo em vista a grande diversidade de espécies vegetais nativas presentes. Comercialmente, os produtos das abelhas têm ganhado cada vez mais espaço nas indústrias: alimentícia, cosmética, farmacêutica, e outras, onde há procura de produtos de origem natural (EVANGELISTA-RODRIGUES, 2005).

3.4 COMPORTAMENTO HIGIÊNICO

De acordo com Nogueira-Couto e Couto (2006), com relação às variáveis comportamentais, após a africanização as abelhas se tornaram mais defensivas e higiênicas, característica observada nas abelhas africanas. As abelhas higiênicas tem capacidade de detectar as crias mortas, enfermas, com danos ou com parasitas que encontram no interior das células, tanto de operárias como de zangões e eliminar, tanto as crias anormais como os parasitas (GRAMACHO, 2004).

O comportamento higiênico é um mecanismo de defesa natural das abelhas a diversas doenças e tem sido monitorado nas colônias por diferentes métodos. Esse comportamento é considerado o principal mecanismo de resistência de abelhas melíferas contra cria pútrida americana, causada pela bactéria, cria pútrida europeia e cria giz, também é um dos mecanismos de resistência contra o ácaro *Varroa destructor*. As abelhas higiênicas detectam, desoperculam e removem a cria doente da colônia antes de a doença alcançar o estágio infeccioso, evitando o manuseio e a transmissão de esporos (GONÇALVES et al., 2008).

O comportamento higiênico é controlado por dois pares de genes recessivos sendo muito importante para a dinâmica de colônia com a função de evitar doenças (ROTHENBUHLER, 1964). Mais recentemente Lapidge e colaboradores (2002), utilizando metodologias envolvendo biologia molecular concluíram que são sete os genes envolvidos no controle do comportamento higiênico nas abelhas. O comportamento higiênico é determinado geneticamente, mas nem sempre é expresso, pois parece depender de fatores populacionais e do vigor da colônia.

Para Gonçalves e Gramacho (1999), uma colônia higiênica remove 80 a 100% das crias mortas em 24 horas após o teste por perfuração. Existem dois métodos distintos para estudar comportamento higiênico em abelhas sendo estes o método de congelamento de crias e de perfuração de crias, os dois métodos são eficientes e apresentam praticidade.

Um mecanismo extremamente importante e eficaz associado ao comportamento higiênico é a capacidade da colmeia de regenerar perdas da população em curto prazo de tempo (DUSTMANN, 1993).

As abelhas africanizadas são consideradas mais higiênicas, portanto, mais resistentes que as raças europeias. A expressão do comportamento higiênico pode ser influenciada pelo fluxo de néctar, pois sua entrada estimula a taxa de remoção de cria morta ou doente (GUERRA JR et al., 2000). A alta capacidade de higiene e a rápida remoção de resíduos, larvas, abelhas doentes ou mortas, a maior resistência a enfermidades e parasitas, a alta

capacidade defensiva e de enxameação e a rápida dominância genética, foram fatores determinantes no sucesso adaptativo da abelha africanizada (SILVA et al., 2006).

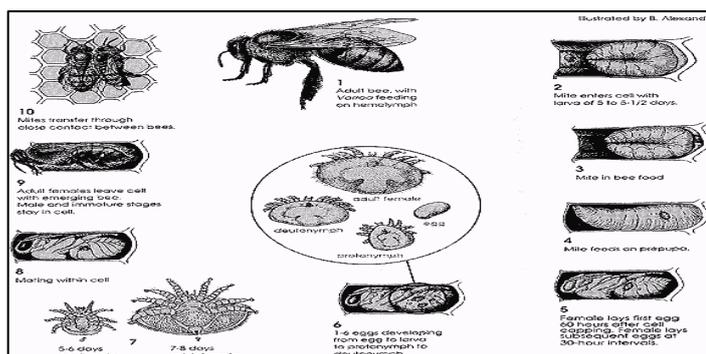
3.5 VARROATOSE

A varroatose, também conhecida como varroa, é uma doença parasitária das crias e das abelhas adultas. Essa doença é provocada pelo ácaro *Varroa destructor*, que é visível a olho nu, a infestação causa muitos danos às larvas, que nascem defeituosas, e também às abelhas adultas em que os ácaros sugam a hemolinfa, que é uma substância presente nos insetos com funções semelhantes ao sangue (COSTA; OLIVEIRA, 2005).

O ácaro *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) é um ectoparasita de abelhas, que causa danos tanto às crias quanto às abelhas adultas, além de ser importante vetor de diversas doenças, como o vírus de paralisia aguda de abelhas, o vírus de abelhas e o vírus que deforma a asa. É considerado, atualmente, uma das principais pragas apícolas mundiais, tendo se estabelecido no Brasil com a importação de abelhas e rainhas do Paraguai (CASTAGNINO, 2008).

Segundo Ambrose (2000) o ciclo de vida da fêmea do ácaro *Varroa destructor*, ilustrado na Figura 4, caracteriza-se por ter duas fases bem distintas, a forética, quando ela está aderida ao corpo das abelhas adultas, e a reprodutiva, quando a fêmea adulta abandona abelhas operárias e zangões e invade suas células de crias para realizar a postura. A fêmea do ácaro entra na célula da cria imediatamente após abandonar o corpo da abelha adulta, quando a cria encontra-se no seu último estágio larval.

Uma vez dentro da célula do favo, a fêmea do ácaro permanece escondida entre o alimento e a larva. Depois que o alimento é consumido pela larva, a fêmea da varroa deposita o primeiro ovo, que originará um macho. Os ovos seguintes serão postos em intervalos de 30 horas e serão fêmeas. A função do macho é copular com as fêmeas irmãs, morrendo em seguida. Quando a nova abelha emergir da célula de cria, com ela sairão os ácaros fêmeas prontos para parasitar novas abelhas adultas, reiniciando a fase forética (AMBROSE, 2000).

Figura 4 - Ciclo evolutivo do ácaro *Varroa destructor*.

Fonte: Murilhas e Casaca, 2004.

A fêmea *Varroa destructor* é de cor marrom-avermelhada, de forma oval e plana, com dimensões de 1,0 mm de comprimento por 1,6 mm de largura. O macho não tem aparelho bucal, não se alimenta de hemolinfa da abelha, tem coloração esbranquiçada e é menor com 0,7 mm de comprimento por 0,7 mm de largura (SAMMATARO et al., 2000).

As abelhas recém-nascidas, parasitadas pelo ácaro, têm redução de peso de 6,3 a 25,0%, quando comparadas com as não infestadas. Em alta infestação, as atividades das abelhas são reduzidas, ocasionando enfraquecimento gradual e destruição da colônia. A grande infestação do ácaro ainda está associada ao aparecimento de abelhas com má-formação nas asas, pernas, abdômen e tórax, redução da viabilidade de cria e da vida da abelha. Eventualmente, também ocasiona o aparecimento de cria irregular e diminuição do número de abelhas (SPIVAK, 1997).

De acordo com Torres e Barreto (2012) a disseminação do ácaro pelas colmeias é facilitada por diversos fatores, e um dos que contribuem para isso é o fato das fêmeas preferirem ovipositar nos alvéolos que contém cria de zangão, a única casta que não possui cheiro específico, dando a possibilidade de entrar em qualquer colmeia sem ser molestado pelas abelhas tornando fácil a sua disseminação pelas colmeias do apiário. Sendo necessário respeitar a distância mínima entre apiários de três quilômetros, não apenas pela disseminação do ácaro entre apiários, evitar a sobrecarga do pasto apícola, que ocasionará redução no forrageamento das abelhas, o que pode resultar na escassez de alimento na colmeia, na redução da oviposição realizada pela rainha, na diminuição na população de abelhas e enfraquecimento da colmeia, tornando-a suscetível ao ataque e aumento dos índices do ácaro da varroatose. Para Castagnino (2008) os níveis de infestação são influenciados por fatores ambientais, fatores intrínsecos do hospedeiro, interações entre esses fatores e a variação entre colônias.

A varroatose está disseminada em várias partes do mundo, principalmente em regiões de clima temperado onde tem encontrado condições ideais para se desenvolver, ocasionando grandes prejuízos à apicultura. Na Europa, principalmente em regiões temperadas, a perda de colônias devido à infestação por varroa pode chegar a 100% (BAKER; PENG, 1995).

No Brasil, essa praga foi introduzida em 1972, dispersou-se rapidamente e, hoje, é encontrada em todo o país. Nos últimos anos, as taxas de infestação aumentaram e, em algumas regiões brasileiras, já se assemelham às observadas na Europa. Os danos causados pelos ácaros dependem do nível de infestação da colônia; entre os principais sintomas estão a má-formação de diversos órgãos e a redução do peso de zangões e operárias, o que compromete a longevidade da população da colônia (CASTAGNINO; ORSI, 2012).

Para combater o *Varroa destructor*, tornou-se usual, principalmente na Europa, a utilização de várias classes de pesticidas, como organofosforados, clorados e piretróides. No entanto, esses produtos vêm apresentando problemas em vários países por se tornarem menos eficazes devido ao aumento da resistência das populações de ácaros nas colônias tratadas. O uso constante desses acaricidas sintéticos também tem elevado a contaminação dos produtos da colônia, principalmente do mel e da cera. Esses problemas apresentados pelos produtos convencionais têm sido um incentivo para pesquisadores na elaboração de novas estratégias de tratamento contra a varroa, como o uso de ácido oxálico, óleos essenciais, tais como arruda, timol, eucalipto, hortelã e éster de sacarose (CASTAGNINO, 2008).

3.6 NOSEMOSE

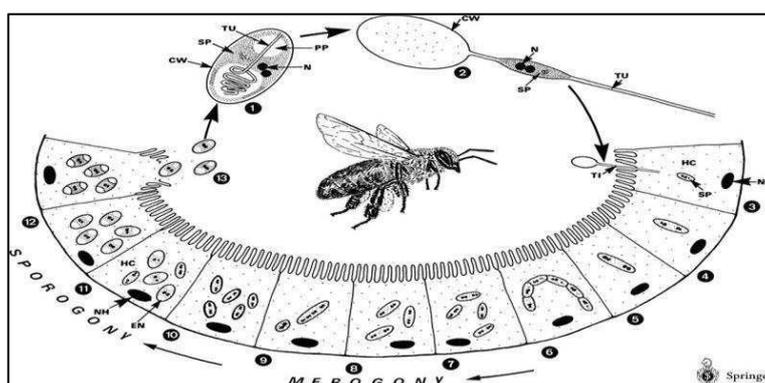
A nosemose é causada pelo desenvolvimento de um de dois microsporídeos, *Nosema apis* ou *Nosema ceranae*, nas células da mucosa do intestino médio de abelhas adultas operárias, zangões e rainhas. Os ovos, ninfas e larvas não são atacados. Os microsporídeos como a *Nosema* spp., que eram até há pouco tidos como protozoários, são agora classificados como fungos. A temperatura de desenvolvimento ótimo do microsporídeo causador da nosemose é de 30 a 34°C, ou seja, a temperatura que se vive dentro da colmeia. Nas condições ambientais adequadas, completa um ciclo evolutivo em três a quatro dias (TEIXEIRA et al., 1997).

Todos os microsporídios são parasitas obrigatórios intracelulares, e necessitam da energia do hospedeiro para se reproduzir, contaminam os hospedeiros por meio de esporos, ocorrendo a infecção das abelhas através da ingestão dos esporos maduros, provavelmente durante as atividades de limpeza, ingestão de pólen contaminado ou através de trofilaxia. Os

esporos entram pelo canal da alimentação da abelha e germinam no intestino médio, nas células epiteliais, onde ocorre a replicação dos parasitas e mais tarde a produção de esporos (FORSGREN; FRIES, 2010).

Segundo Fries (2010), os esporos têm um órgão exclusivo para a invasão da célula, em que o mecanismo de infecção se baseia na injeção mecânica de um filamento polar saliente a partir da germinação do esporo. Com a força física, o filamento penetra na membrana da célula epitelial, e o esporoplasma infeccioso é injetado no citoplasma da célula hospedeira, através da emissão do tubo polar. O desenvolvimento intracelular da *N. ceranae* no ventrículo celular parece ser semelhante ao da *N. apis*, no entanto, a *Nosema ceranae* completa o seu ciclo de vida em menos 3 dias do que a *Nosema apis*. O ciclo de vida da *Nosema* spp está ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Ciclo de vida da *Nosema* spp.



Fonte: Springer Life Science.

A nosema causa um conjunto de alterações metabólicas no hospedeiro. Uma dessas consequências é que as abelhas infestadas apresentam níveis mais baixos de proteína, causada pela redução da glândula hipofaríngea, bem como a alteração da composição da hemolinfa ao nível dos ácidos graxos (ANTÚNEZ et al., 2009).

Os sintomas da noselose são relativamente inespecíficos, podendo ser confundidos com outras doenças que afetam a colônia. Apresenta-se tipicamente com falta de vigor das abelhas e colmeia suja com excrementos diarreicos. No começo as abelhas podem apresentar-se mais agitadas, mas rapidamente verifica-se um abrandamento na sua atividade e começam a surgir transtornos intestinais. O intestino médio das abelhas doentes perde a coloração castanha clara do intestino saudável e torna-se branco leitoso. Em pouco tempo, as abelhas afetadas deixam de voar, arrastam-se e reúnem-se em pequenos grupos, tremendo e

colocando as patas junto ao tórax. As abelhas afetadas podem vir a morrer nas proximidades do apiário, após abandono da colônia (MAYACK; NAUG, 2009).

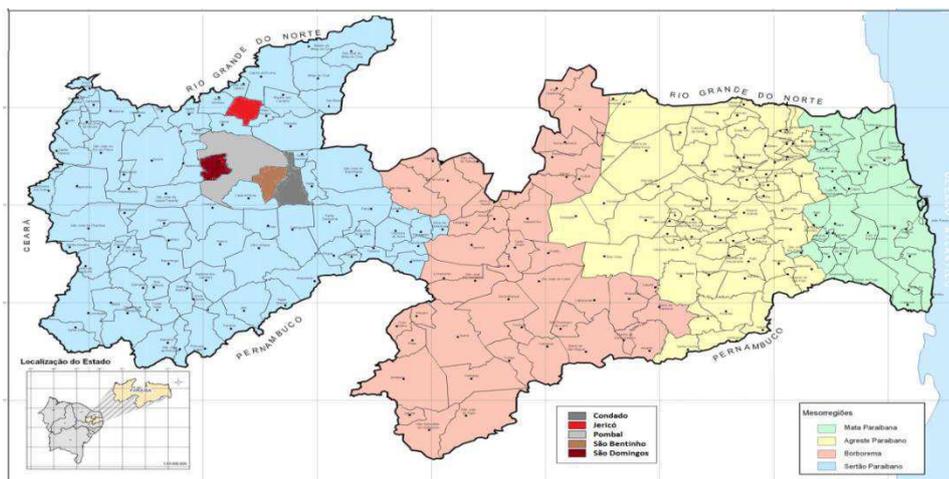
A menor sobrevivência das abelhas infestadas com nosema, em grande parte deve-se à deficiência e à redução das funções metabólicas. Os dois microsporídeos causam mortalidade e provocam um aumento do consumo de xarope de açúcar por parte das abelhas afetadas, revelado num aumento de apetite e níveis de fome, embora com um menor consumo de oxigênio, o que sugere que as abelhas infestadas não conseguem aproveitar o excesso de nutrientes extras. O aumento do consumo de alimento foi diretamente proporcional ao aumento na contagem de esporos (MARTÍN-HERNÁNDEZ et al., 2011).

4 METODOLOGIA

4.1 LOCALIZAÇÃO

A pesquisa foi realizada em cinco apiários localizados nos municípios de Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho e São Domingos, ambos situados na Mesorregião do Sertão do Estado da Paraíba, visto na Figura 6, nos meses que correspondem a estação chuvosa, especificamente março, abril e maio de 2014.

Figura 6 - Localização dos municípios paraibanos da pesquisa.



Fonte: Governo do Estado da Paraíba, SECTA, AESA. adaptado

No município de Condado, que dista 356 km da capital paraibana João Pessoa e tem uma área de 280,913 km², o apiário localiza-se no perímetro irrigado Engenheiro Arco Verde. Suas coordenadas geográficas são 6° 53' 31" de latitude Sul e 37° 35' 21" de longitude Oeste,

conforme Figura 7. O acesso ao apiário é feito pela rodovia federal BR-230.

Figura 7 - Localização geográfica do apiário de Condado-PB, imagem de satélite.



Fonte: Google Earth 2014.

Na cidade de Pombal que apresenta uma área de 888,07 km² e está distante 387 km da capital João Pessoa, o apiário está localizado na zona rural, sítio Cajazeiras. Apresenta as coordenadas geográficas 6° 47' 32" de latitude Sul e 37° 42' 30" de longitude Oeste, conforme Figura 8. O acesso ao apiário é efetuado pela rodovia federal BR-427.

Figura 8 - Localização geográfica do apiário de Pombal-PB, imagem de satélite.



Fonte: Google Earth 2014.

Em Jericó que tem uma área de 179,311 km² e situa-se a 422 km da capital João Pessoa, o apiário situa-se na zona rural, assentamento da reforma agrária Fortuna. Tem como coordenadas geográficas 6° 32' 25" de latitude Sul e 37° 49' 57" de longitude Oeste, conforme Figura 9. É possível ter acesso ao apiário através da rodovia federal BR-230 e posteriormente na rodovia estadual PB-325.

Figura 9 - Localização geográfica do apiário de Jericó-PB, imagem de satélite.



Fonte: Google Earth 2014.

No município de São Bentinho, situado a 365 km de João Pessoa e com uma área de 195,965 km², o apiário localiza-se na zona rural, sítio Riacho dos Currais e pertence a Associação Comunitária Rural. As coordenadas geográficas são 6° 87' 07" de latitude Sul e 37° 78' 65" de longitude Oeste, conforme Figura 10.

Figura 10 - Localização geográfica do apiário de São Bentinho-PB, imagem de satélite.



Fonte: Google Earth 2014.

Na cidade de São Domingos, que apresenta uma área 169,105 km² e localiza-se a 405 km da capital João Pessoa, o apiário está localizado na fazenda experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Suas coordenadas geográficas são 6° 48' 54" de latitude Sul e 37° 56' 05" de longitude Oeste, conforme Figura 11.

Figura 11 - Localização geográfica do apiário de São Domingos-PB, imagem de satélite.



Fonte: Google Earth 2014.

4.2 CONDUÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada durante o período de 25 de março a 15 de maio de 2014, totalizando 80 dias. Foram analisadas cinco colmeias padrão Langstroth de cada apiário, totalizando 25 colônias, ambas com abelhas *Apis mellifera* africanizadas, instaladas na zona rural de cada município, em local de fácil acesso e distante de pessoas e animais. As colônias selecionadas para a pesquisa foram identificadas numericamente (Figura 12).

Figura 12 - Colmeia numericamente identificada para realização da pesquisa.



Fonte: Arquivo pessoal.

Para a manipulação das colmeias, foram utilizados equipamentos de proteção individual (EPI), formão e fumigador, exemplificados na Figura 13.

Figura 13 - Equipamento de proteção individual (A), formão (B), fumigador (C).



Fonte: Arquivo pessoal.

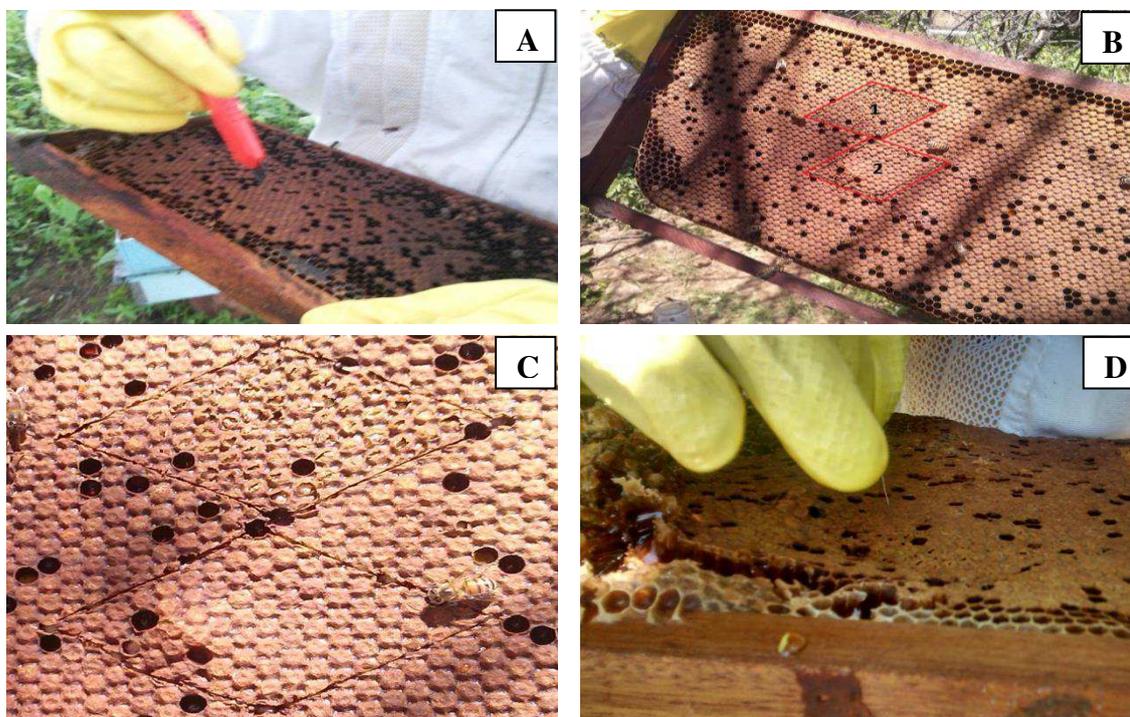
4.3 AVALIAÇÕES REALIZADAS

4.3.1 Comportamento higiênico

O teste de comportamento higiênico foi realizado em todas as 25 colônias nos cinco apiários dos cinco municípios, com base no método de perfuração das células de crias, baseado na metodologia dos pesquisadores Gonçalves e Gramacho (1999). As abelhas alimentavam-se naturalmente e estavam instaladas em colmeias tipo ninho e com melgueira.

De todas as colmeias avaliadas retirou-se um quadro de pupas e foram selecionadas e marcadas com o auxílio de um estilete duas áreas vizinhas contendo 100 células operculadas (Figura 14A e 14B), sendo uma área para perfuração e outra sem perfuração para controle, conforme ilustrado na Figura 14C. A perfuração foi realizada com auxílio de alfinete entomológico número dois, o qual foi introduzido no centro do opérculo atingindo a cria (Figura 14D).

Figura 14 - Marcação da área com células operculadas (A), delineamento das áreas (B), duas áreas com e sem perfuração de opérculos (C) e perfuração com alfinete entomológico (D).



Fonte: Arquivo pessoal.

Após a perfuração das 100 células, em seguida o quadro de crias foi devolvido para a colônia, onde permaneceu por 24 horas, para que as operárias realizassem a desoperculação e remoção das crias mortas ou danificadas pelo alfinete. Depois desse período, o quadro foi removido e as células retiradas foram quantificadas, tanto na área com perfuração como na área controle, para realizar a comparação entre ambas as áreas e calcular a porcentagem de remoção de crias danificadas de uma colônia.

4.3.2 Varroatose

As abelhas adultas que estavam próximas aos quadros centrais foram coletadas e acondicionadas em frascos de vidro contendo álcool a 70%, devidamente identificados (Figura 15). Onde permaneceram por 24 horas, tempo suficiente para haver o total desprendimento do ácaro do corpo do hospedeiro. No Laboratório de Abelhas da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Pombal foi realizada a contagem e armazenamento das abelhas e ácaros.

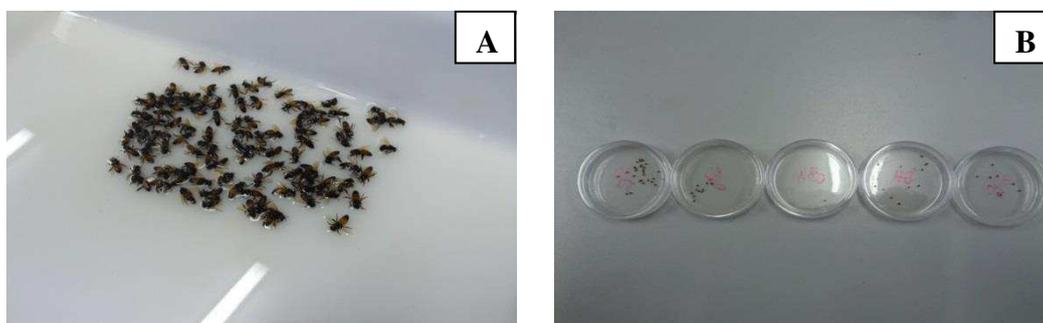
Figura 15 - Frascos de vidros identificados com as abelhas acondicionadas.



Fonte: Arquivo pessoal.

Os frascos foram agitados por aproximadamente 30 segundos e o conteúdo transferido para uma bandeja branca para facilitar a visualização (Figura 16A), onde com o auxílio de uma pinça e uma espátula, separou-se os ácaros para serem armazenados em placas de petri (Figura 16B), assim foi realizada a contagem de ácaros relacionando sua proporção com o número de abelhas, determinando o nível de infestação por colônia, segundo a técnica descrita por De Jong e Gonçalves (1981).

Figura 16 - Abelhas separadas em bandeja branca (16A) e ácaros armazenados em placas de petri (16B).



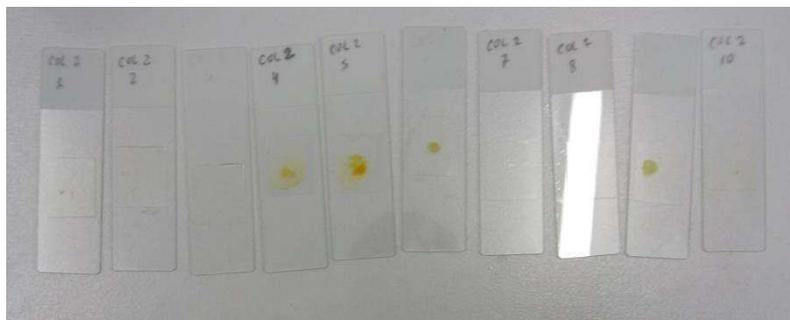
Fonte: Arquivo pessoal.

4.3.3 Nosemose

Para a identificação de *Nosema* spp. foi utilizado o método de nível de infecção da colônia. Foram selecionadas apenas dez abelhas adultas de cada frasco, no laboratório retirava-se o aparelho intestinal de cada uma delas, com o auxílio de duas pinças cirúrgicas, sendo colocada em lâminas histológicas devidamente identificadas, conforme (Figura 17), onde em seguida era efetuada a análise em microscópio óptico. Avaliaram-se duas variáveis

para identificação da Nosema, presença de Nosema (alta infestação de Nosema no intestino) ausência de Nosema (ausência total de Nosema no intestino).

Figura 17 - Lâminas histológicas com o conteúdo intestinal das abelhas.



Fonte: Arquivo pessoal.

4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para as análises estatísticas, foram realizados dois procedimentos semelhantes, uma análise de variância para cada um dos fatores estudados em relação as localidades, sendo observado a variação existente entre os fatores e os locais com base nos valores de probabilidade encontrados, além desta análise citada foi realizada uma correlação para verificar a existência de alguma dependência entre as variáveis assim como uma possível associação entre estas.

Também foram efetuadas estatísticas descritivas com comparativos entre percentuais para os dados categóricos, utilizando teste do qui-quadrado que se destina a encontrar um valor da dispersão para duas variáveis qualitativas e nominais, avaliando a associação existente entre variáveis. Todas as análises foram executadas através do auxílio do programa Prism 6 para Windows.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPORTAMENTO HIGIÊNICO

A Tabela 1 apresenta uma comparação dos resultados obtidos para o comportamento higiênico ocorrido nas colmeias dos apiários avaliados, localizados nos municípios de Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho e São Domingos, ambos no Estado da Paraíba. Salientando que o estudo foi realizado através de perfuração de crias e posterior leitura após um tempo decorrido de 24 horas.

Tabela 1 - Resumo dos resultados obtidos através da análise do comportamento higiênico em cada apiário e nas suas respectivas colmeias, apresentando o número de células perfuradas (CP) e o número de células limpas (CL) após 24 horas, 2014.

Apiário	Colmeia	CP	CL	Desvio	Percentual (%)	DP	CV (%)
Condado	1	94	89	0,2	94,68	3,81	4,29
	2	85	83	-5,8	97,64		
	3	98	88	-0,8	89,79		
	4	96	89	0,2	92,70		
	5	100	95	6,2	95,00		
	Média	94,6	88,8	-	93,96		
Pombal	1	94	83	-7,4	88,29	5,00	5,53
	2	94	88	-2,4	93,61		
	3	100	98	7,6	98,00		
	4	96	93	2,6	96,87		
	5	95	90	0,4	94,73		
	Média	95,8	90,4	-	94,30		
Jericó	1	97	91	7,4	93,81	10,30	12,32
	2	92	85	1,4	92,39		
	3	96	64	-19,6	66,66		
	4	94	85	1,4	90,42		
	5	98	93	9,4	94,89		
	Média	95,4	83,6	-	87,63		
São Bentinho	1	85	73	3,2	85,88	30,07	43,08
	2	89	85	15,2	95,50		
	3	98	88	18,2	89,79		
	4	94	92	22,2	97,87		
	5	88	11	-58,8	12,50		
	Média	90,8	69,8	-	76,31		
São Domingos	1	97	94	3,4	96,90	2,33	2,57
	2	95	91	0,4	95,78		
	3	90	88	-2,6	97,77		
	4	98	92	1,4	93,87		
	5	96	88	-2,6	91,66		
	Média	95,2	90,6	-	95,20		

DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação.

Analisando a Tabela 1, é possível observar que ocorreu uma variação no percentual de desoperculação e remoção das crias mortas após 24 horas de cada colmeia de todos os apiários, variando de 12,50% (valor mínimo) e 98,00% (valor máximo). Este resultado difere com o de Pires e colaboradores (2006), que obteve valores entre 76% e 100% estudando o comportamento higiênico de abelhas no Nordeste de Portugal.

O percentual de limpeza dos opérculos foi semelhante em ambos os apiários, principalmente em Condado (93,96%), Pombal (94,30%), Jericó (87,63%) e São Domingos (95,20%), ocorrendo apenas uma ligeira diferença no apiário de São Bentinho com uma média de 76,31%. Logo, estes valores são semelhantes aos de Pickler (2009), que estudando cinco apiários no Estado do Paraná, constatou percentual de 64% a 87%. Gramacho e Gonçalves (1994) afirmam que colônias que removem um percentual de 80% ou mais das crias mortas, após 24 horas, são consideradas higiênicas.

Pinto et al. (2012) analisando o comportamento higiênico de abelhas africanizadas no sudeste brasileiro, encontrou resultados diferentes nas cidades, constatando um valor médio de 98,6% (96 a 100%) em Taubaté, já em Viçosa, o valor médio foi de 57,7% (0 a 77,0%). A diferença entre os apiários pode ser explicada, pois de acordo com Spivak e Gillian (1993), esse comportamento é determinado geneticamente, mas nem sempre expresso, pois parece depender de fatores populacionais, do vigor da colônia e de fatores ainda desconhecidos.

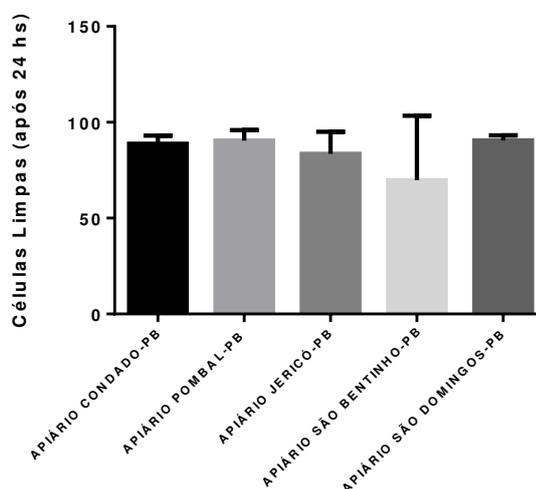
Os resultados obtidos no presente trabalho, que apresenta uma média de 89,48% de higiene praticado pelas colônias, diferem dos estudados por Silva e colaboradores (2006), em que avaliando o comportamento higiênico sanitário em colmeias no Vale do Paraíba, observou uma higiene inferior a 80% em todos os enxames, sendo constatado que as abelhas não eram consideradas higiênicas na região do estudo. Já Pickler et al. (2008), em estudo do comportamento higiênico de *Apis mellifera* no município de Marechal Cândido Rondon, encontrou um percentual de 87 e 90%, resultados que corroboram com os do presente trabalho.

É importante destacar que, em média, os apiários avaliados apresentaram comportamento higiênico elevado, acima de 80%. Mas é possível observar colmeias com higiene leve, caso da colmeia cinco no apiário de São Bentinho (12,50%), e com comportamento higiênico moderado, a exemplo da colmeia três no apiário de Jericó (66,66%). Estas constatações assemelham-se com as encontradas por Principal e colaboradores 2008 no Estado de Lara, Venezuela, que obteve 17%, 59% e 95%, significando comportamento leve, moderado e elevado, respectivamente.

Padilha et al. (2013), avaliando a higiene de abelhas africanizadas no Rio Grande do Sul, apresentou coeficiente de variação de 32,78% e desvio padrão de 22,92, corroborando com o relatado neste trabalho apenas no apiário São Bentinho, com 43,08% e 30,07, respectivamente, os demais apiários apresentou resultados diferentes.

Procedimentos semelhantes foram realizados no trabalho, destacando a análise de variância e barras de desvio padrão para o fator células limpas para cada localidade dos apiários, observando a variação existente entre os locais (Figura 18).

Figura 18 - Valores médios do comportamento higiênico das colmeias dos apiários de Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho e São Domingos, Estado da Paraíba, 2014.



Neste trabalho obteve-se uma frequência (F) de 1,155 e nível de significância (P) de 0,2529 para a variável comportamento higiênico nos apiários avaliados, logo constata-se que houve resultado não significativo estatisticamente ($P > 0,05$), significando que não houve diferença estatística entre as localidades. Os resultados obtidos são semelhantes aos encontrados por Pickler (2009), que avaliando o comportamento higiênico de 30 colônias de *Apis mellifera* no Paraná, observou valores não significativos. No entanto, Serrano e colaboradores (2001) estudando o comportamento de abelhas na Espanha, observou que existiram diferenças significativas na resposta higiênica entre as testemunhas e as células artificialmente infestadas.

Na avaliação de 20 colmeias no Nordeste de Portugal, a maioria apresentou resultado estatisticamente significativo, em 16 não houve limpeza completa das células, no entanto, em

quatro das colmeias do apiário, todas as células foram limpas, verificando-se que não houve diferenças significativas (PIRES et al., 2006).

Gonçalves e colaboradores (2008) avaliando o perfil higiênico de colmeias de abelhas africanizadas em Viçosa, Minas Gerais, encontrou resultado parecido com o do presente trabalho, ou seja, os valores não mostraram diferença significativa entre o percentual de remoção de crias perfuradas e de congeladas ($F=2,23$; $P>0,05$). Mas, de acordo com os critérios adotados, nenhuma colônia foi considerada higiênica, em ambos os testes, diferindo da situação desta pesquisa.

Para Silva e colaboradores (2006), o resultado da seleção de colônias higiênicas é eficiente considerando o fato de eliminar o foco de infecção da colônia, sem utilizar substâncias químicas que contaminem os produtos utilizados pelo homem. Além disso, a colônia fica mais saudável e populosa, podendo realizar o comportamento forrageio de forma eficaz, aumentando a sua produção de mel, geleia real, pólen, cera, produtos estes isentos de resíduos químicos, com valor comercial alto no mercado nacional e internacional.

A manutenção de colônias resistentes é fundamental para um efetivo manejo de pragas e doenças, e é uma alternativa mais sustentável em relação à dependência de antibióticos e de acaricidas. A colônia tratada com esses produtos elimina a possibilidade de seleção (GONÇALVES et al., 2008).

5.2 INFESTAÇÃO POR VARROA

Os resultados da investigação da infestação do ácaro *Varroa destructor* nos apiários localizados nos municípios de Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho e São Domingos, ambos no Estado da Paraíba, estão apresentados na Tabela 2, bem como a comparação dos números entre as colmeias e as localidades.

Tabela 2 - Taxa de infestação (TI) de ácaro *Varroa destructor* nas colmeias dos apiários de Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho e São Domingos, Estado da Paraíba, 2014.

Apiário	Colmeia	NAb	NAc	Desvio	TI (%)	TAc	DP	CV (%)
Condado	1	195	28	16,2	14,35	59	9,01	0,76
	2	179	10	-1,8	5,58			
	3	183	01	-10,8	0,54			
	4	201	13	1,2	6,46			
	5	223	07	-4,8	3,13			
	Média	196,2	11,8	-	6,01			
Pombal	1	165	00	-1,2	00	06	1,16	0,97
	2	197	01	-0,2	0,50			
	3	102	00	-1,2	00			
	4	137	03	1,8	2,18			
	5	249	02	0,8	0,80			
	Média	170	1,2	-	0,70			
Jericó	1	149	00	-3,8	00	19	2,31	0,60
	2	301	07	3,2	2,32			
	3	235	05	1,2	2,12			
	4	193	04	0,2	2,07			
	5	154	03	0,8	1,94			
	Média	206,04	3,8	-	1,69			
São Bentinho	1	270	09	-3,4	3,33	62	7,28	0,58
	2	101	06	-6,4	5,94			
	3	174	25	12,6	14,36			
	4	178	06	-6,4	3,37			
	5	210	16	3,6	7,61			
	Média	186,6	12,4	-	6,92			
São Domingos	1	219	07	-2,6	3,19	48	4,71	0,49
	2	184	09	-0,6	1,70			
	3	269	12	2,4	4,89			
	4	203	17	7,4	4,46			
	5	193	03	-6,6	1,55			
	Média	213,6	9,6	-	3,16			

NAb = Nº de Abelhas; NAc = Nº de Ácaros; TAc = Total de Ácaros; DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação.

No apiário de Condado foram encontrados 59 ácaros, num total de 981 abelhas; nas colmeias do apiário de Pombal, das 850 abelhas coletadas, obteve-se apenas seis ácaros; em Jericó, das cinco colmeias avaliadas do apiário com um total de 1.032 abelhas, foram encontrados 19 ácaros; de 933 abelhas obtidas no apiário de São Bentinho, foi observado o

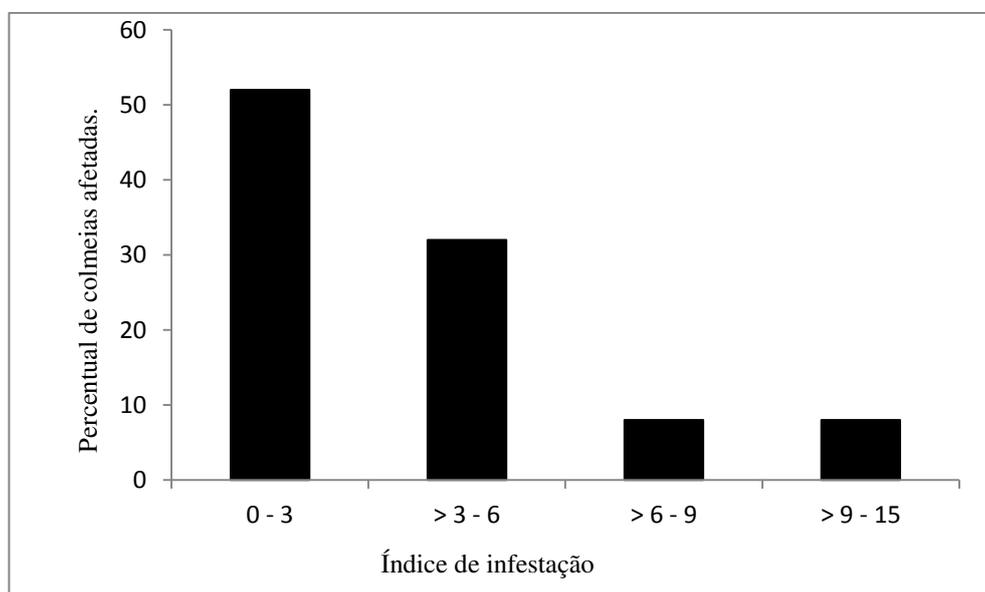
maior número de ácaros entre os apiários, 62 varroas no total; no apiário de São Domingos foram observados 48 ácaros de 1.068 abelhas coletadas.

Nos apiários de Condado e São Bentinho foram encontradas as maiores incidências de ácaros, 59 e 62, respectivamente. As colmeias destes apiários tinham em comum, postura irregular nos quadros de cria, cera operculada de baixa qualidade e velha, bem como manejo inadequado. Todos os apiários avaliados apresentavam pouca reserva de alimento, devido há anos consecutivos de seca enfrentados pelo Sertão Paraibano, resultando em escassez e atraso na floração das espécies forrageiras nas proximidades dos apiários.

Torres e Barreto (2012) encontraram incidências altas de ácaros em Santa Carmen (95 varroas) e Sinop (98 varroas), Mato Grosso, atribuindo este fato a presença de colmeias fracas, poucas abelhas e principalmente a pouca disponibilidade de alimento. Correa-Marques et al. (2003) relataram que a varroatose pode variar de gravidade de acordo com vários fatores como a subespécie das abelhas, as condições climáticas, fluxo de alimento, período de desenvolvimento da cria, capacidade em detectar o ácaro e removê-lo.

Neste trabalho, a média de infestação pelo ácaro ectoparasita *Varroa destructor* observada entre as abelhas de todas as colmeias analisadas foi de 3,70%. A maioria das colmeias estudadas (52%) apresentaram índice de infestação que variou de 0 à 3% (Figura 19). Torres e Barreto (2012) encontrou uma média de infestação de 7,19% no município de Santa Carmen e de 11,13% em Sinop, ambos no Mato Grosso, no período de julho a agosto de 2011.

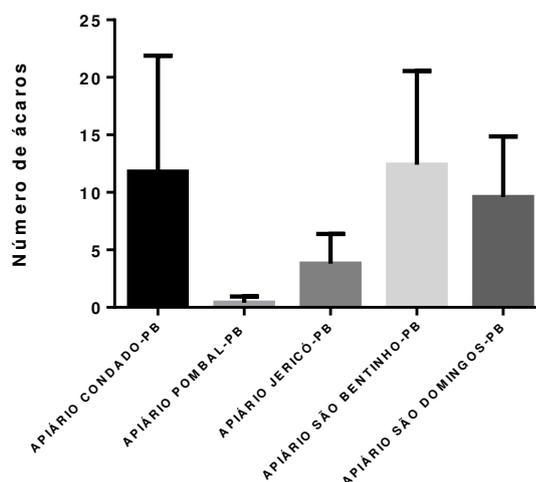
Figura 19 - Índice de infestação de colmeias pelo ácaro *Varroa destructor* no Sertão Paraibano, 2014.



No presente estudo observou-se que 16% das colônias apresentaram índice de infestação que variou entre 12,1 a 14,36%. Gramacho e Gonçalves (1997) afirmam que o nível superior a 20% de infestação é considerado prejudicial às colônias de *Apis mellifera*. Porém, o intervalo de variação observado em 16% das colmeias da região estudada pode ser avaliado como preocupante, já que tal índice nunca foi observado anteriormente na região estudada. Silva Neto e colaboradores (2010), efetuando um levantamento do índice de infestação da varroatose em abelhas africanizadas na região do semiárido piauiense, observaram que 5% das colmeias apresentaram de 12,1 a 18% de infestação, resultado considerado alarmante. No mesmo trabalho, o autor encontrou uma média de infestação de 4,9%.

Procedimentos semelhantes foram realizados no trabalho, destacando a análise de variância e barras de desvio padrão para o fator número de ácaros para cada localidade dos apiários, observando a variação existente entre os locais (Figura 20).

Figura 20 - Valores médios da infestação de *Varroa destructor* das colmeias dos apiários de Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho e São Domingos, Estado da Paraíba, 2014.

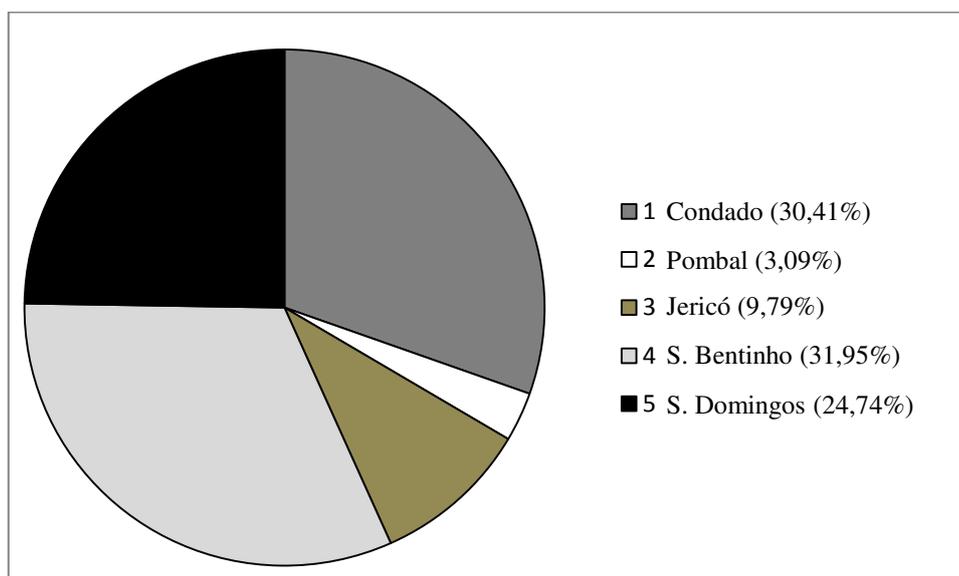


Nesta pesquisa obteve-se uma frequência (F) de 3,420 e nível de significância (P) de 0,0276 para a variável número de ácaros nos apiários avaliados, logo constata-se que houve resultado significativo estatisticamente ($P < 0,05$), significando que ocorreu diferença estatística entre as localidades.

Com a finalidade de determinar a frequência e níveis de infestação de *V. destructor* em abelhas melíferas em Yucatán no México, Puc et al. (2011), apresentou resultados diferentes do presente trabalho, constatando 62,9% de infestação em colônias manejadas e 55,1% em enxames silvestres, não encontrando diferença estatística significativa ($P=0,51$). Já Pinto e colaboradores (2012) apresentaram resultados aproximados com os do presente trabalho, pois obteve uma taxa de infestação de 4,9% em Taubaté-SP e de 10,0% em Viçosa-MG.

Os índices médios de infestação dos apiários variaram de acordo com cada localidade, sendo menor no município de Pombal e o maior em São Bentinho, porém o resultado é praticamente semelhante no apiário de Condado, conforme Figura 21.

Figura 21 - Incidência dos ácaros nas colônias analisadas nos municípios de Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho e São Domingos, Estado da Paraíba, 2014.



Turcatto e colaboradores (2012) encontraram índice de 0,95% em maio e 1,90% em junho de 2005, posteriormente obteve 0,90% em abril e 4,43% em junho de 2007 na região de Franca-SP, assim, estes índices médios de infestação em abelhas são semelhantes aos observados neste trabalho no apiário de Pombal, sendo diferente para os demais apiários desta pesquisa. O autor considera que esse aumento significativo nos índices de infestação de abril para junho de 2007 ocorre pelo fato de serem os meses onde ocorrem temperaturas mais baixas, durante o outono/inverno. Pegoraro et al. (2000) analisando abelhas adultas no Paraná mostraram que o inverno é a estação onde o grau de infestação por *V. destructor* é mais elevado.

No Brasil, de maneira geral, os índices de infestação variam de acordo com as estações do ano, sendo maiores no final do verão e início do outono, período em que as temperaturas começam a declinar (MORETTO et al., 1991). Rocha e Lara (1994), analisando infestações pelo ácaro em abelhas adultas no Rio Grande do Sul, mostraram que a temperatura foi a única variável ambiental que apresentou correlação com o parasitismo por varroa e que a infestação aumenta nos meses mais frios e diminui nos meses mais quentes.

No final do outono e início do inverno a infestação nas abelhas adultas tendem a continuar aumentando (PEGORARO et al., 2000); mesmo no Brasil, quase que totalmente ocupado pelas abelhas africanizadas, são encontradas infestações mais altas em regiões com temperaturas mais baixas (DE JONG et al., 1984).

Caracteristicamente, a região do Sertão Paraibano apresenta forte insolação, temperaturas relativamente altas e regime de chuvas marcado pela escassez e irregularidade, ocorrendo período de secas nos últimos três anos. Apesar desta pesquisa ser realizada no período considerado chuvoso (março, abril e maio), devido a seca, as temperaturas médias permaneciam elevadas e declínio da oferta de alimento, sendo fatores importantes para influenciar nos índices de infestação da varroatose. Presença de alimento é um dos fatores que pode favorecer o crescimento das populações do ácaro (DE JONG et al., 1984) e em pesquisa no sul do Brasil, nos meses mais frios, com a redução da oferta de alimento foram registradas infestações maiores em operárias adultas (PEGORARO et al., 2000).

5.3 INFESTAÇÃO POR NOSEMA

Esporos dos protozoários *Nosema* spp. estão presentes em muitos apiários brasileiros durante todo o ano e quando as condições ambientais e o nível de susceptibilidade das abelhas são favoráveis, o parasita pode multiplicar-se rapidamente, aparecendo, então, os sintomas característicos da doença denominada de nosemose, tais como, dilatação do abdome, diarreia e morte (TEIXEIRA, et al., 1997).

Das 25 colônias avaliadas nos apiários de Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho e São Domingos, verificou-se a presença de colmeias com incidência positiva de *Nosema* spp. em todos os apiários da região estudada, mas com alguns enxames negativos para esta enfermidade (Tabela 3).

Tabela 3 - Frequência do patógeno *Nosema* spp. em relação ao número de colmeias (NC) avaliadas no Sertão Paraibano, 2014.

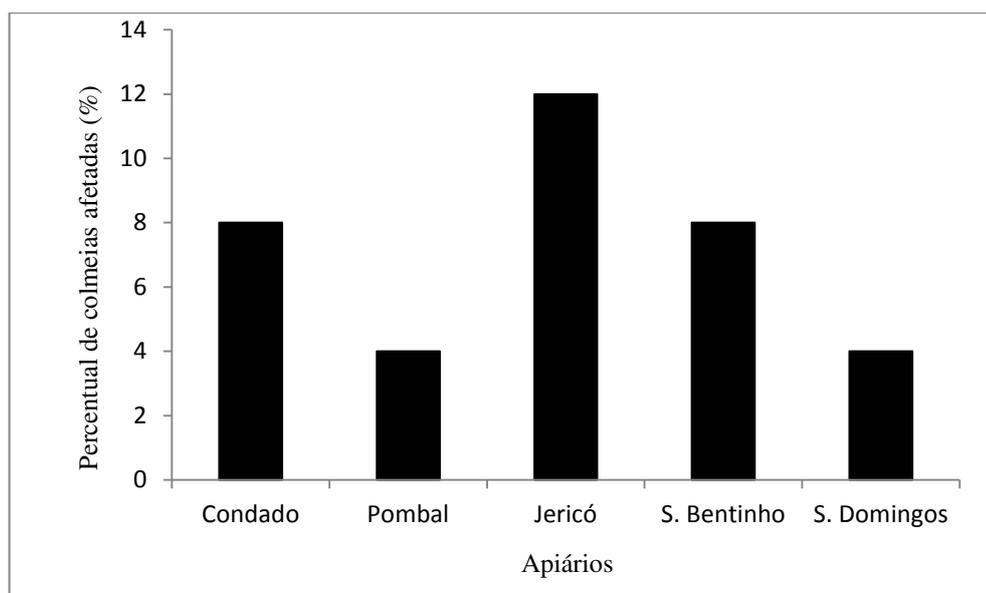
Apiário	NC	Positivas	Negativas	Percentual (%)
Condado	05	02	03	40
Pombal	05	01	04	20
Jericó	05	03	02	60
São Bentinho	05	02	03	40
São Domingos	05	01	04	20
Total	25	09	16	36
DP	-	0,41	-	-
CV (%)	-	41,57	-	-

A frequência de *Nosema* spp. em colmeias manejadas na região do estudo foi de 36% de um total de 25 enxames avaliados. Puc e colaboradores (2011), avaliando o percentual de nosemose em colônias manejadas e enxames silvestres, encontrou 74,0% e 53,06% de frequência, respectivamente, contrastando com o índice deste trabalho. Os resultados encontrados por este pesquisador são considerados elevados, principalmente em colônias manejadas.

Fries (1993) atribui esta variação elevada da infestação de *Nosema* spp. em colônias manejadas a diversos fatores geralmente causados pelo próprio apicultor, como a manipulação constante das colmeias agravando os níveis de estresse, esmagando abelhas no momento de fechar a colmeia, utilização de equipamentos contaminados e compartilhamento de favos de uma colônia doente para uma saudável. Também tem sido demonstrado que esporos de *Nosema* spp. pode ser transmitido pela cera, pólen, geleia real e bebedouros contaminados (CORNEJO; ROSSI, 1974).

Observou-se que a incidência de *Nosema* spp. em apiários da região pesquisada foi baixa, onde o apiário localizado no município de Jericó apresentou o maior percentual de colônias afetadas em relação as demais localidades (Figura 22).

Figura 22 - Percentual de colmeias afetadas por nosemose na região do Sertão Paraibano, 2014.



Nas localidades dos apiários de Pombal e São Domingos ocorreram os menores índices de presença do parasita, apresentando um percentual de apenas 4% de colmeias positivas para nosemose.

Os resultados desta pesquisa são parecidos quando comparado com o trabalho realizado por Teixeira e colaboradores (1997) na região de Pindamonhangaba, Estado de São Paulo, em que o pesquisador encontrou índices baixos de esporos de *Nosema* spp. e considerados não danosos às abelhas.

Flechtmann (1964) fazendo um levantamento das doenças que ocorriam no município de Piracicaba, São Paulo, encontrou 46% das colmeias atacadas com nosemose, já Anjos e Silva (1973) realizando um estudo preliminar no município de Pindamonhangaba-SP, constataram que 80% das colmeias observadas apresentaram esporos de *Nosema* spp., logo os índices encontrados pelos autores vão de encontro ao encontrado neste trabalho (36%).

5.4 CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS AVALIADOS

Todos os parâmetros avaliados, comportamento higiênico, infestação por *Varroa destructor* e infestação por *Nosema* spp., nas 25 colmeias dos apiários localizados nos municípios de Condado, Pombal, Jericó, São Bentinho e São Domingos, Estado da Paraíba, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resumo das variáveis avaliadas, percentual do comportamento higiênico (CH), número de varroas (V) e número de colmeias positivas para nosemose (N), nas colônias de apiários no Sertão Paraibano, 2014.

Apiário	CH (%)	V	N	CCHV	CVN
Condado	93,96	59	02	-0,357	0,045
Pombal	94,30	06	01		
Jericó	87,63	19	03		
São Bentinho	76,31	62	02		
São Domingos	95,20	48	01		

CCHV = Correlação Comportamento Higiênico e Varroatose; CVN = Correlação Varroatose e Nosemose.

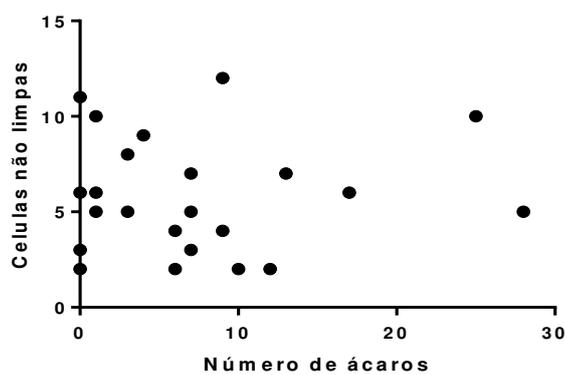
Ao analisar a Tabela 4, é possível observar uma correlação negativa e moderada entre o percentual de comportamento higiênico e a quantidade de ácaros encontrados nos apiários. Ocorreu também uma correlação baixa e positiva entre número de varroas e as colmeias positivas para nosemose.

O comportamento higiênico é baseado pelo estímulo de reação aos sintomas de doença. Em uma linha criada para o aumento do comportamento higiênico avaliado nas abelhas operárias, os sintomas de abelhas saudáveis e doentes aparecem em concentrações mais baixas nas linhagens que apresentarem nível higiênico baixo (MASTERMAN et al., 2001). Quando exposto ao mesmo nível de estímulo, em um experimento, as abelhas recebem um sinal elétrico mais forte em seus lobos cerebrais localizados na antena, gerando um nível mais alto do neuromodulador em relação as abelhas não higiênicas (SPIVAK et al., 2003). Altos níveis de neuromodulador parece ser um fato essencial para o comportamento higiênico, possivelmente porque é necessário para a formação da memória olfativa (FAROQUI et al., 2003).

Também foi possível observar através do gráfico de dispersão a seguir (Figura 23) uma pequena correlação ou associação entre a presença de ácaros e células não limpas, indicando a existências de outros fatores ou indícios atrelados as colônias higiênicas. Isto pode ser visualizado através dos pontos no gráfico, constatando que não é possível notar

comportamento linear na dispersão, podendo ser comprovado através da alta probabilidade encontrada.

Figura 23 - Correlação entre o número de células não limpas e a presença de ácaros *Varroa destructor* nos apiários do Sertão Paraibano, 2014.



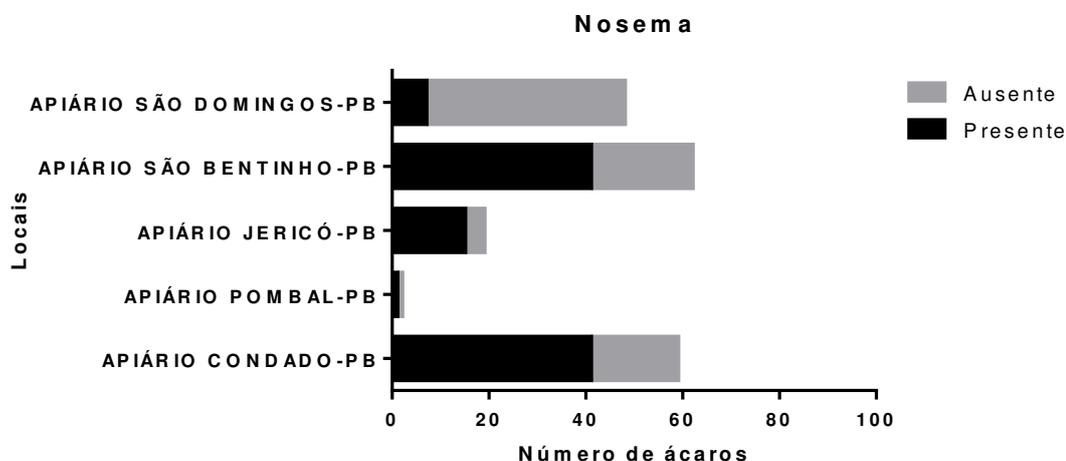
$$P = 0,3429; R^2 = 0,2254$$

Entre a abelha *Apis mellifera* e o ácaro *Varroa destructor* existe um equilíbrio, de tal forma que o parasita nunca chega a por em perigo a sobrevivência das colônias de abelhas, as quais não necessitam de ser tratadas. Uma das razões que permitem este equilíbrio baseia-se no comportamento higiênico das abelhas relativamente a células de operárias parasitadas, ou seja, à capacidade das abelhas de detectar e limpar as células da criação de operárias que se encontram parasitadas pelo ácaro (RATH, 1999).

Neste trabalho, o estímulo ao comportamento higiênico das abelhas ocorreu através da manipulação dos opérculos (perfuração de células de crias). No entanto, Serrano e colaboradores (2001) apresentaram resultados mostrando que o desencadeamento do comportamento higiênico resulta dos parasitas introduzidos e não da manipulação dos opérculos. Por outro lado, na abelha *Apis cerana* descreveram-se dois comportamentos diferentes, as abelhas podem limpar completamente as células parasitadas, retirando os parasitas e a própria criação das abelhas, ou então podem retirar unicamente os parasitas, reoperculando as células e permitindo a sobrevivência da cria das abelhas (ROSENKRANZ et al., 1993). Ambos os comportamentos foram também descritos na abelha *Apis mellifera* (FLORES et al., 2000).

Para os dados de ausência e presença de nosema, dados categóricos, e sua relação com a quantidade de ácaros varroas foi utilizado teste do qui-quadrado (Figura 24).

Figura 24 - Resumo da relação entre a presença e ausência de *Nosema* e a quantidade de ácaros encontrados nos apiários avaliados no Sertão Paraibano, 2014.



Qui-quadrado = 44,254; $P < 0,0001$

Um pequeno valor ($P < 0,0001$) é prova de que os dados são encontrados aleatoriamente a partir da distribuição esperada, significando que os resultados foram coletados fidedignamente de modo coerente e experimental, apresentando índice estatisticamente significativo ($P < 0,05$), não havendo manipulação, sendo importante o trabalho em relação a uma probabilidade tão baixa.

Abelhas africanizadas são, reconhecidamente, mais resistentes a diversas patologias apícolas (VANDAME et al., 2002), a despeito da presença de diversos patógenos em território nacional. Todavia, nos últimos anos, tem-se observado elevada mortalidade de abelhas adultas e crias, com considerável queda de produção em diversas localidades da região sudeste do Brasil (TEIXEIRA et al., 2010). Nenhum patógeno foi ainda apontado, individualmente, como diretamente responsável pelo declínio de populações de abelhas, embora *Nosema* spp. seja altamente prevalente em apiários do território nacional, apresentando valores acima de 85% (TEIXEIRA et al., 2013). Em países tropicais, incluindo o Brasil, não há registro de nenhum estudo epidemiológico amplo da doença, após a confirmação da presença de *Nosema* spp. parasitando abelhas africanizadas.

Já para estudos para as taxas de infestações de *Varroa destructor*, é possível observar um número maior de investigações nas diversas regiões do país, conforme exemplificados no Quadro 2.

Quadro 2 - Taxa de Infestação do ácaro *Varroa destructor* de abelhas adultas reportada em diferentes localidades mundiais.

Taxa de Infestação (%)	Local	Referência
2,7 - 15,6	RJ/BR	Freire e Souza (2013)
3,0 - 12,0	Uruguai	Invernizzi et al. (2011)
3,3 - 10,9	MG/BR	Bacha et al. (2009)
3,4 - 5,8	SP/BR	Pinto et al. (2012)
5,0 - 24,0	México	Medina-Flores et al. (2011)
6,7 - 10,3	RS/BR	Castagnino e Orsi (2012)
7,1 - 11,1	MT/BR	Torres e Barreto (2013)
10,5 - 14,4	PR/BR	Pegoraro et al. (2013)
20,6 - 33,1	Alemanha	Frey et al.(2011)

Thompson e Redak (2008) afirmaram que stress energético imposto ao hospedeiro da *Nosema* spp. através de uma infecção pode comprometer a eficácia da resposta imunológica, o que acaba por permitir que outros agentes patogênicos como a *Varroa destructor* possam invadir o hospedeiro, desencadeando um efeito em cascata. O stress grave e contínuo imposto pelo parasita, pode levar a mudanças complexas no comportamento alimentar do hospedeiro de acolhimento, como resposta à falta de nutrientes. Os microsporídios são particularmente graves para o hospedeiro pelo stress energético imposto, porque lhes falta às mitocôndrias, o que lhes conferem pouca capacidade metabólica e uma forte dependência neste aspecto do seu hospedeiro.

Puc et al. (2011), considera que altas frequências de *Nosema* spp. ocorridas em colônias manejados e enxames silvestres, possivelmente se deva, em parte, ao ácaro *Varroa destructor*, pois tem-se observado que o mecanismo de alimentação do ácaro provoca a debilitação das abelhas infestadas, possibilitando que a nosema se reproduza com maior intensidade.

6 CONCLUSÕES

- A maioria dos apiários avaliados apresentaram índices médios elevados (acima de 80%) de comportamento higiênico, com exceção do apiário localizado em Jericó-PB que apresentou 76,31%;
- Foi verificada a presença de *Nosema* spp. em todos os apiários da região avaliada, mas algumas colmeias foram negativas, no entanto, é necessário um estudo mais minucioso para quantificar os esporos presentes nas abelhas das colônias, como também observar se os níveis de infestação possibilita ou não a ocorrência dos sintomas da doença;
- Todos os apiários da região apresentaram ácaros *Varroa destructor*, mas o índice de infestação foi considerado baixo (3,70%), vale salientar que apenas em três colônias nenhum ácaro foi encontrado;
- O número de ácaros, encontrados nas colmeias, não influenciou significativamente no comportamento higiênico das abelhas;
- O apiário localizado no município de Pombal obteve os melhores resultados, apresentando índice elevado de comportamento higiênico (94,2%) e valores baixos para varroatose (seis ácaros) e nosebose (uma colmeia positiva).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR-JÚNIOR, J. S. **Perfil econômico da Paraíba**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2002. 86p.
- AMBROSE, J. T. Varroa Mite Disease. Beekeeping **Note 3B**. Raleigh: N.C. State University, Department of Entomology and North Carolina Cooperative Extension. 2000. Disponível em: < <http://entomology.ces.ncsu.edu/apiculture/beekeeping-notes/> > Acesso em 30/05/2014.
- ANDERSON, D.L.; TRUEMAN, J.W.H. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. **Experimental and Applied Acarology**, v. 24, p. 165-189, 2000.
- ANJOS, L. S.; SILVA, R. M B. Estudos sobre a ocorrência de da Nosemose em abelhas *Apis mellifera* L. no município de Pindamonhangaba. **B. Indústr. Anim.**, Nova Odessa, v. 30, n. 1, p. 191-197, 1973.
- ANTÚNEZ, K.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; PRIETO, L.; MEANA, A.; ZUNINO, P.; HIGES, M. Immune suppression in the honey bee (*Apis mellifera*) following infection by *Nosema ceranae* (*Microsporidia*). **Environmental Microbiology**, v. 11, n. 9, p. 2284-2290, 2009.
- BACHA, G. L; SILVA, F. A. S.; PEREIRA, P. L. L. Taxa de Infestação por ácaro *Varroa destructor* em apiários sob georreferenciamento. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 6, p. 1471-1473, 2009.
- BAKER, M.D; PENG, C.Y.S. *Varroa jacobsoni* and *Tropilaelaps clareae*: a perspective of live history and why Asian bee mites preferred honeybees. **American Bee Journal**, v.135, n.6, p.415-420, 1995.
- BRASIL, Ministério da Integração Nacional. **Relatório final**: grupo de trabalho interministerial para redelimitação do semi-árido nordestino e do polígono das secas. Brasília, 2005. Disponível em: < <http://www.cpatsa.embrapa.br> > Acesso em 23/05/2014.
- BRASIL, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Apicultura do sertão: programa de mobilização para desenvolvimento dos arranjos e territórios produtivos locais do Estado de Alagoas. 2004. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br>> Acesso em 27/05/2014.
- CÂNDIDO, M. J .D. ; ARAÚJO, G.G.L.; CAVALCANTE, M. A. B. Pastagens no ecossistema Semi-árido Brasileiro: atualização e perspectivas futuras. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005, Goiânia. Anais... Goiânia: SBZ, 2005.
- CARVALHO, J.C. **Avaliação de esporos. *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae* em mel de apiários do estado do Piauí e de métodos de detecção**. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa. 39p., 2004.
- CASTAGNINO, G. L. B. **Produtos naturais no controle do ácaro *Varroa destructor* em abelhas *Apis mellifera* L. (africanizadas)**. 2008. 53 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

- CASTAGNINO, G. L. B.; ORSI, R. O. Produtos naturais para o controle do ácaro *Varroa destructor* em abelhas africanizadas. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.47, n.6, p.738-744, jun. 2012.
- CORREA-MARQUES, M. H.; MEDINA, L. M.; MARTIN, S. J.; DE JONG, D. Comparing data on the reproduction of *Varroa destructor*. **Genetics and Molecular Research**, v. 2, p. 1-6, 2003.
- COSTA, P. S. C.; OLIVEIRA, J. S. **Manual prático de criação de abelhas**. Aprenda Fácil, Viçosa. 424 p. 2005.
- CORNEJO, L. O.; ROSSI, C. O. **Enfermedades de las abejas su profilaxis y su prevención**. Argentina: Hemisferio Sur, SRL, 1974.
- DE JONG, D.; GONÇALVES, L. S.; MORSE, R. A. Dependence on climate of the virulence of *Varroa jacobsoni*. **Bee World**, v. 65, p. 117-121, 1984.
- DE JONG, D.. O impacto das abelhas africanizadas nas Américas. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE BIOLOGIA DE ABELHAS E OUTROS INSETOS SOCIAIS. Rio Claro-SP. **Anais...** São Paulo: Naturalia, p. 112-116, 1992.
- DRUMOND, M. A.; KIILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C.; OLIVEIRA, V. R.; ALBUQUERQUE, S. G.; NASCIMENTO, C. E. S.; CAVALCANTE, J. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. Petrolina, PE, 2000. Disponível em: <<http://www.portais.ufg.br>> Acesso em 27/05/2014.
- DUSTMANN, J. H. Natural defense mechanisms of a honey bee colony against diseases and parasites. **American Bee Journal**, v. 133, p. 431-434, 1993.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas de produção - Produção de mel**. Teresina, v. 3, p. 1-136, 2002.
- ENCICLOPÉDIA DOS MUNICÍPIOS PARAIBANOS**. UNIGRAF, João Pessoa-PB. 1987. 46 p.
- EVANGELISTA-RODRIGUES A.; SILVA E. M. S. da; BESERRA E. M. F.; RODRIGUES M. L. Análise Físico-Química dos Méis das Abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* Produzidos em Duas Regiões no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, v.35, n. 5, set-out, 2005. Santa Maria/RS, Brasil.
- FAROQUI, T.; ROBINSON, K.; VAESSIN, H.; SMITH, B. H. Modulation of early olfactory processing by an octopaminergic reinforcement pathway in the honey bee. **The Journal of Neuroscience**, v. 23, n. 12, p. 5370-5380, 2003.
- FERREIRA-JUNIOR, R. S.; SCIANI, J. M.; MARQUES-PORTO, R.; JUNIOR, A. L.; ORSI, R. de O.; BARRAVIERA, B.; PIMENTA, D. C. Africanized honey bee (*Apis mellifera*) venom profiling: Seasonal variation of melittin and phospholipase A2 levels. **Toxicon**, v. 56, n. 3, p. 355-362, 2010.

FLECHTMANN, C. H. W. Ocorrência das principais doenças das abelhas. **R. Agric.**, Piracicaba, v. 39, n. 1, p. 5-8, 1964.

FLORES, J. M.; RUIZ, J. A.; RUZ, J. M.; PUERTA, F.; CAMPANO, F. Tolerancia a Varroa. El comportamiento higiénico de las abejas. **El Colmenar**, v. 57, p. 44-49, 2000.

FORSGREN, E.; FRIES, I. Comparative virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in individual European honey bees. **Veterinary Parasitology**, 170, p. 212-217, 2010.

FREIRE, N. M. S.; SOUZA, R. C. P. Ácaros parasitos de abelhas melíferas na região de Itaboraí, estado do Rio de Janeiro. **Revista UNIABEU**, Belford Roxo, v. 6, n. 13, p. 13-27, 2013.

FRIES, I. *Nosema apis*, a parasite in the honey bee colony. **BeeWorld**,; v. 74, n. 1, p. 5-19, 1993.

FRIES, I. *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*). **Journal of Invertebrate Pathology**, 103, p. 73-79, 2010.

GONÇALVES, J. C.; MESSAGE, D.; TEIXEIRA, A. B.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R. Comportamento higiénico em abelhas africanizadas. Teresina: Embrapa Meio-Norte, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento N° 82**, 2008. 20 p.

GONÇALVES, L. S.; GRAMACHO, K. P. Seleção de abelhas para resistência a doenças de crias através do comportamento higiénico. **Mensagem Doce**, n. 52, p. 2-7, 1999.

GRAMACHO, K. P. Considerações sobre o melhoramento de abelhas com base no comportamento higiénico. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA E CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA. 2004, NATAL. **Anais do XV Congresso Brasileiro de Apicultura**, Natal, 2004.

GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. Estudo comparativo dos métodos de congelamento e perfuração de crias para avaliação do comportamento higiénico em abelhas africanizadas. In: CONGRESSO LATINOIBEROAMERICANO DE APICULTURA, 4. **Anais...** Cordoba-Argentina, p.45, 1994.

GRAMACHO, K.P., GONÇALVES, L.S. Comportamento higiénico em *Apis mellifera* e novas perspectivas sobre o controle da varroatose. **Mensagem Doce**, v.41, p. 4-9, 1997.

GUERRA JR., J. C. V.; GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D. Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) are more efficient at removing worker brood artificially infested with the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oudemans than are Italian bees or Italian/Africanized hybrids. **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, p. 89-92, 2000.

HERNÁNDEZ, R. V. Aspectos toxicológicos y biomédicos del veneno de las abejas *Apis mellifera*. **Iatreia**, v. 16, n. 3, p. 217-227, 2003.

HORRIDGE, A. What does an insect see? **The Journal of Experimental Biology**, v. 212, n. 17, p. 2721-2729, 2009.

INVERNIZZI, C.; SANTOS, E.; GARCÍA, E.; DANERS, G.; DI LANDRO, R.; SAADOUN, A.; CABRERA, C. Sanitary and nutritional characterization of honeybee colonies in *Eucalyptus grandis* plantations. **Revista Archivos de zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 232, p. 1303-1314, 2011.

LAPIDGE, K.L.; OLDROYD, B.P. & SPIVAK, M. Seven suggestive quantitative loci influence hygienic behavior of honey bees. **Naturwissenschaften**, 89:565-568, 2002.

MALVEZZI, Roberto. **Semi-árido: uma visão holística**. Brasília: Confea, 2007. 140p.

MARTINEZ, O. A.; SOARES, A. E. E. Melhoramento genético na apicultura comercial para produção da própolis. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.13, n.4, p.982-990 out./dez., 2012.

MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; BOTÍA, C.; BARRIOS, L.; MARTÍNEZ-SALVADOR, A.; MEANA, A.; MAYACK, C.; HIGES, M. Comparison of the energetic stress associated with experimental *Nosema ceranae* and *Nosema apis* infection of honeybees (*Apis mellifera*). **Parasitology research**, v. 109, n. 3, p. 605-612, 2011.

MASTERMAN, R.; ROSS, R.; MESCE, K.; SPIVAK, M. Olfactory and behavioral response thresholds to odors of diseased brood differ between hygienic and non-hygienic honey bees (*Apis mellifera* L.). **J. Comp. Physiol. A**, v. 187, p. 441-452, 2001.

MAYACK, C.; NAUG, D. Energetic stress in the honey *Apis mellifera* from *Nosema ceranae* infection. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 100, p. 185-188, 2009.

MEDINA-FLORES, C. A.; GUZMÁN-NOVOA, E.; ARÉCHIGA-LORES, C. F.; AGUILERA-SOTO, J. I.; GUTIÉRREZ-PIÑA, F. J. Efecto del nivel de infestación de *Varroa destructor* sobre la producción de miel de colonias de *Apis mellifera* en el altiplano semiárido de México. **Rev. Mex. Cienc. Pec.**, v. 2, n. 3, p. 313-317, 2011.

MORETTO, G.; GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D.; BICHUETTE, M. Z. The effects of climate and bee race on *Varroa jacobsoni* Oud. infestations in Brazil. **Apidologie**, v. 22, p. 197-203, 1991.

MURILHAS, A.; CASACA, J. Conviver com a varroa em Portugal. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Universidade de Évora. **Agro 354/01**, 32 p., 2004.

NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. 2. ed., Jaboticabal: FUNEP, 2002.

PADILHA, A. H.; SATTLER, A.; COBUCI, J. A.; MCMANUS, C. M. Genetic parameters for five traits in Africanized honeybees using Bayesian inference. **Genetics and Molecular Biology**, v. 36, n. 2, p. 207-213, 2013.

PEGORARO, A.; MARQUES, E. M.; NETO, A. C.; COSTA, E. C. Infestação natural de *Varroa jacobsoni* em *Apis mellifera scutellata* (Hymenoptera; Apidae). **Archives of Veterinary Science**, v. 5, p. 89-93, 2000.

PICKLER, M. A.; GARCIA, R. C.; CHAMBÓ, E.; CHIRÉA, A.; BERWANGER, E.; HEINZEN, E. L.; BERNARDI, C. T.; JARDIM, J. G. Comportamento higiênico em *Apis mellifera* no município de Marechal Cândido Rondon. **ABZ-ZOOTEC**, João Pessoa-PB, 2008.

PICKLER, M. A. **Defensividade, higiene, produção de própolis e mel com duas gerações de *Apis mellifera***. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 59p., 2009.

PINTO, F. A.; PUKER, A.; BARRETO, L.M.R.C.; MESSAGE, D. The ectoparasite mite *Varroa destructor* Anderson and Trueman in southeastern Brazil apiaries: effects of the hygienic behavior of Africanized honey bees on infestation rates. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.64, n.5, p.1194-199, 2012.

PIRES, S. M. A.; JOSA, A.; MARTINS, A.; COSTA, A. Estudo de alguns métodos usados para avaliar o comportamento higiênico de ecotipos locais de abelhas Portuguesas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, 101 (557-558), p. 45-49, 2006.

PRINCIPAL, J.; BARRIOS, C. J.; D'AUBETERRE, R.; PUZZAR, S.; ROSA, S. B. G.; FUSELLI, S. R. Comportamiento higiênico de las abejas africanizadas (*Apis mellifera scutellata* Lepeletier) en apiarios del estado Lara, Venezuela. **Zootecnia Trop.**, Maracay, v. 26, n. 2, jun. 2008.

PUC, J. F. M.; MEDINA, L. A. M.; VENTURA, G. A. C. Frecuencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en colonias manejadas y enjambres silvestres de abejas (*Apis mellifera*) en Mérida, Yucatán, México. **Rev. Mex. Cienc. Pecu.**, v. 2, n. 1, p. 25-28, 2011.

RATH, W. Co-adaptation of *Apis cerana* Fabr. And *Varroa jacobsoni* Oud.. **Apidologie**, v. 30, p. 97-110, 1999.

REBOUÇAS, A. da C.; MARINHO, M. E. **Hidrologia das secas do Nordeste do Brasil**. Recife: SUDENE-DRN, Divisão de Hidrologia, 1972. 126p. BRASIL. SUDENE. Hidrologia, 40.

ROCHA, H. C.; LARA, A. A. Flutuação populacional do ácaro *Varroa jacobsoni* O. em colméias de abelhas africanizadas. In: **IV Congreso Ibero-latinoamericano de Apicultura**. Río Cuarto, Córdoba, Argentina, p. 97-100, 1994.

ROSENKRANZ, R.; TEWARSON, N. C.; SINGH, A.; ENGELS, W. Differential hygienic behaviour towards *Varroa jacobsoni* in capped worker brood of *Apis cerana* depends on alien scent adhering to the mites. **Journal of Apicultural Research**, v. 32, n. 2, p. 89-93, 1993.

ROTHENBUHLER, W. C. Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees I. Responses of four inbred lines to disease-killed brood. **Animal Behavior**, v. 12, n. 4, p. 578-584, 1964.

SAMMATARO, E. et al. Parasitic mites of honey bees: Life, History, Implications, and Impact. **Annuary Review Entomology**, v. 45, p.5119- 5148, 2000.

SANDOZ, J. C. Behavioral and neurophysiological study of olfactory perception and learning in honeybees. **Frontiers in Systems Neuroscience**, v. 5, n. 98, p. 1-20, 2011.

SCIANI, J. M.; MARQUES-PORTO, R.; LOURENÇO Jr., A.; ORSI, R. de O.; FERREIRA-JUNIOR, R. S.; BARRAVIERA, B.; PIMENTA, D. C. Identification of a novel melittin isoform from Africanized *Apis mellifera* venom. **Peptídes**, v. 31, n. 8, p. 1473-1479, 2010.

SERRANO, J. M. F.; PIRES, S. M. A.; PUERTA, F. P. Comportamento higiênico de *Apis Mellifera Iberica* em células de criação de obreiras artificialmente infestadas com o parasita varroa. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 538, n. 96, p. 71-74, 2001.

SILVA NETO, H. B.; BENDINI, J. N.; SOUZA, D. C. Levantamento das enfermidades apícolas e do índice de infestação do ácaro *Varroa destructor* em abelhas africanizadas na região do semiárido piauiense. In.: XIX Seminário de Iniciação Científica e II Seminário em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. **Resumos**, Teresina-PI, 2010.

SILVA, A. L. S.; SOSNOWSKI, L. A.; VELHO, N. M. R. Avaliação preliminar do comportamento higiênico sanitário em colmeia da empresa SER *Apis*, coletadas no Vale do Paraíba. In: X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação. **Anais do VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação**, São José dos Campos-SP, 2006.

SILVA, R. A.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; AQUINO, I. DE S.; FELIX, L. P.; MATA, M. F.; PERONICO, A. S. Caracterização da flora apícola do semiárido da Paraíba, **Archivos de zootecnia** vol. 57, núm. 220, p. 427-438. 2008.

SPIVAK, M.; GILLIAM, M. Facultative expression of hygienic behaviour of honey bees in relation to disease resistance. **Journal Apiculture Research**, Louisiana, n. 32, p. 147-157, 1993.

SPIVAK, M. Honeybee hygienic behavior as a defense against *Varroa jacobsoni* mites. **Resistant Pest Management**, v.9, n.2, p.22-24, 1997.

SPIVAK, M.; MASTERMAN, R.; ROSS, R.; MESCE, K. A. Hygienic behavior in the honey bee (*Apis mellifera* L.) and the modulatory role of octopamine. **Journal of Neurobiology**, n. 55, p. 341-345, 2003.

TEIXEIRA, E. W. MESSAGE, D. Abelhas. **Manual Veterinário de Colheita e Envio de Amostras**. São Paulo, Ed. Horizonte, OMS/OPAS/MAPA. p. 175-213, 2010.

TEIXEIRA, E. W.; SANTOS, L. G.; SATTTLER, A.; MESSAGE, D.; ALVES, M. L. T. M. F.; MARTINS, M. F.; GRASSI-SELLA, M. F.; FRANCOY, T. M. *Nosema ceranae* has been present in Brazil for more than three decades infecting Africanized honeybees. **J. Invertebr. Pathol.**, v. 114, p. 250-254, 2013.

TEIXEIRA, E. W.; SILVA, E. C. A.; ALVES, M. L. T. M. F.; MORETI, A. C. C. C.; SILVA, R. M. B.; GAMA, P. H. D. Epidemiologia da nosemose em abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) na região de Pidamomhangaba, SP. **B. Indústr. Anim.**, N. Odessa, v. 54, n. 1, p. 99-102, 1997.

TENTCHEVA, D.; GAUTHIER, L.; BAGNY, L.; FIEVET, J.; DAINAT, B.; OUSSEANS, F.; COLIN, M.E.; BERGOIN, M. Comparative analysis of deformed wing virus (DWV) RNA in *Apis mellifera* and *Varroa destructor*. **Apidologie**, v.37, p.41-50, 2006.

THOMPSON, S. N.; REDAK, R. A. Parasitism of an insect *Manduca sexta* L. alters feeding behavior and nutrient utilization to influence developmental success of a parasitoid. **Journal of Comparative Physiology B** 178. 2008.

TORRES, R. N. S.; BARRETO, M. R. Incidência de *Varroa destructor* (Anderson & Trueman) em criação de abelhas com ferrão na região de Sinop, Mato Grosso, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 1, p. 30-33, 2013.

TURCATTO, A. P.; ISSA, M. C.; MORAIS, M. M.; ALMEIDA, R. Infestação pelo Ácaro *Varroa destructor* (Anderson & Trueman) (Mesostigmata: Varroidae) em Operárias Adultas e em Células de Cria de Abelhas Africanizadas *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae) na Região de Franca-SP. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 3, p. 198-203, 2012.

VANDAME, R.; MORAND, S.; COLIN, M. E.; BELZUNCES, L. P. Parasitism in the social bee *Apis mellifera*: quantifying costs and benefits of behavioral resistance to *Varroa destructor* mites. **Apidologie**, v.33, p. 433- 441, 2002.