



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

FRANKLIN AMARO DE SOUZA

**EFEITO DA INSOLAÇÃO NA SANIDADE DE ABELHAS *Apis mellifera*  
(AFRICANIZADAS) NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Mossoró – RN  
2016

FRANKLIN AMARO DE SOUZA

**EFEITO DA INSOLAÇÃO NA SANIDADE DE ABELHAS *Apis mellifera*  
(AFRICANIZADAS) NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) como exigência final para obtenção do título de Mestre no curso de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Sanidade e Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Dejair Message, UFERSA

Co-orientador: Lionel Segui Gonçalves, UFERSA

MOSSORÓ - RN

2016

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos

S729e Souza, Franklin.  
Efeito da insolação na sanidade de abelhas *Apis mellifera* (africanizadas) no Semiárido Brasileiro / Franklin Souza. - 2016.  
64 f. : il.

Orientador: Dejair Message.  
Coorientador: Lionel gonçalves.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, 2016.

1. *Varroa destructor*. 2. *Nosema ceranae*. 3. Comportamento higiênico. 4. *Apis mellifera*. 5. Insolação. I. Message, Dejair, orient. II. gonçalves, Lionel, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

FRANKLIN AMARO DE SOUZA


**EFEITO DA INSOLAÇÃO NA SANIDADE DE ABELHAS *Apis mellifera*  
(AFRICANIZADAS) NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) como exigência final para obtenção do título de Mestre no curso de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Sanidade e Produção Animal.


Aprovado em: 27 / 02 / 2016.

**BANCA EXAMINADORA**



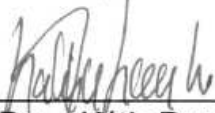
---

Prof. Dr. Dejar Message



---

Prof. Dr. Lionel Segui Goncalves



---

Profa. Dra. Kátia Peres Gramacho

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**Franklin Amaro de Souza** – Graduado em Zootecnia pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), onde trabalhou principalmente, na área voltada para a apicultura: Multiplicação de enxames, produção de rainhas, polinização, migração de apiários, produção de mel e própolis. Bolsista no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC, junto a Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, de 2011 a 2013. Trabalhou de 2010 a 2013 na MAZANS (Produtos e Indumentárias Apícolas). Desde março de 2014, é mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), com ênfase em Sanidade de abelhas (Varroatose e Nosemose), nas condições climáticas do Semiárido do Nordeste Brasileiro (sol e sombra).

## AGRADECIMENTOS

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

Ao meu querido pai Carlos Alberto e minha inestimável mãe Clélia Maria, que nunca se acostumou com minha partida, toda vez quando eu ia me despedir para vir embora, ela sempre chorava. Vocês que sempre estiveram do meu lado, em qualquer circunstância, dando-me carinho, atenção e incentivo para vencer os obstáculos da vida. Não tenho nem palavras para dizer o quanto sou grato.

As minhas irmãs, Carla Fernanda e Flávia Cristina, pelos momentos compartilhados, sempre com amor, paciência e dedicação.

Devo também agradecimentos a duas pessoas muito especiais na minha vida e, pode ter certeza que vocês têm um lugar de destaque no meu coração, você José de Calazans, que considero como um pai, pois foi você que me acolheu em uma das fases mais difíceis da minha vida, foi parceiro para todas as horas, boas e ruins e, principalmente, por ter me apresentado ao mundo fantástico das abelhas. Agradeço também a você Ângela Goulart, pessoa melhor que você no mundo não há, o que for dito aqui jamais poderá expressar o carinho que sinto por você. Obrigado por tudo, por estar ao meu lado.

Leandro e Flábio, meus parceiros de coletas, que sem vocês esta dissertação não teria fim, obrigado por aturar minhas chatices e pela disposição de estar sempre ajudando a todo o momento. Esta vitória é nossa. Muito obrigado!

A meu professor, orientador e amigo Dr. Dejair Message, ao qual deixo aqui o meu carinho e o meu muito obrigado. O senhor é uma pessoa fantástica.

Ao professor Lelis pelo companheirismo e pela boa vontade de sempre estar ajudando.

Prof. Lionel, pela compreensão, pela força e apoio dado a todo o momento.

Aos meus colegas abelhudos Joselena, Ricardo, Daiana, Herica, Victor, Nira e a Prof. Christina, obrigado pela atenção e por me aturarem.

Aos meus grandes amigos John Wayne (“Mestre Pertubado”), Dona Fátima, Jeane, Antônia, Salatiel, Pupu, Ícaro Solano, Adriano Dinho, Léo, Edel, Valéria e Telma Souza, deixo aqui o meu muito obrigado, e minha eterna gratidão por ter conhecido vocês e por terem me aturado por todo este tempo.

A meu avô Antônio do Ramiro, uma pessoa que foi para mim um exemplo de vida e, a minha tia Tó (*In memoriam*), vocês fazem muita falta.

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

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

## **EFEITO DA INSOLAÇÃO NA SANIDADE DE ABELHAS *Apis mellifera* (AFRICANIZADAS) NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

SOUZA, Franklin Amaro. **Efeito da insolação na sanidade de abelhas *Apis mellifera* (africanizadas) no Semiárido Brasileiro.** 2016. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Sanidade e Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN, Brasil.

**RESUMO:** As abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) da região do Semiárido Potiguar apresentam duas doenças principais: A varroatose cujo agente é o ácaro *Varroa destructor*, e a nosemose, recentemente introduzida no estado, cujo agente foi identificado anteriormente na região dos apiários experimentais como sendo o microsporídeo *Nosema ceranae*. Os objetivos desta pesquisa foram avaliar os efeitos diretos da insolação e do sombreamento sobre colmeias em relação à taxa de infestação do ácaro em abelhas adultas e nas crias; sobre o comportamento higiênico e sobre a doença nosemose. O experimento foi realizado no CETAPIS/UFERSA em Mossoró, RN, onde, utilizou-se 10 colmeias instaladas sob uma latada construída no sentido leste-oeste, coberta com folhas de coqueiro que absorvia cerca de 90% da insolação e, outras 10 sob efeito direto da insolação. As coletas foram feitas no período da safra (chuvoso), nos dias 30/01, 20/03, 09/4 e 10/05, e no período da entressafra (seca), nos dias 18/08, 23/09, 07/10 e 30/11. Os resultados mostraram que durante o período de entressafra as colmeias instaladas na sombra apresentaram uma taxa de infestação média (%) ( $6,54 \pm 0,59$ ) em abelhas adultas menor ( $P < 0,01$ ) do que nas colmeias instaladas no sol ( $9,71 \pm 1,02$ ). Embora os resultados tenham mostrado uma tendência de infestação menor nas crias em colmeias instaladas na sombra, em relação as instaladas no sol, não foram observadas diferenças significativas ( $P = 0,253$ ). Já o comportamento higiênico (%) foi muito baixo para as colmeias na sombra e no sol ( $57,61 \pm 6,44$  e  $57,33 \pm 7,96$ ) respectivamente. No entanto, observou-se uma correlação negativa significativa entre este comportamento e a taxa de infestação do ácaro em abelhas adultas. Quanto à nosemose, foram encontrados esporos em todas as colmeias tanto no sol quando na sombra, mas no entanto, o número médio de esporos por abelha pode ser considerado muito baixo, sendo significativamente maior no período de safra ( $200.000 \pm 40.869$ ) do que na entressafra ( $31.250 \pm 3.900$ ), no entanto, não se obteve diferenças significativas entre as colmeias na sombra e no sol.

**Palavras-Chave:** *Varroa destructor*, *Nosema ceranae*., comportamento higiênico, *Apis mellifera*, insolação



EFFECTS OF THE INSOLATION ON THE BEE HEALTH OF *Apis mellifera*  
(AFRICANIZED) IN THE BRAZILIAN SEMIARID REGION

SOUZA, Franklin Amaro. Effects of the insolation on the bee health of *Apis mellifera* (Africanized bees) in the Brazilian semiarid region. 2016. 62f. Thesis (Master's degree in Animal Science: Animal Production and Reproduction) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

**ABSTRACT:** Africanized honey bees (*Apis mellifera*) from the region of the Semiarid Potiguar has two main diseases: varroatose, whose agent is the mite *Varroa destructor* and, the Nosemosis disease, recently introduced in the state, whose agent was previously identified in the area of our experimental apiaries as being the microsporide *Nosema ceranae*. The objectives of this study were to evaluate the effects of direct insolation and shading on the hives, in relation to the mite infestation rate in the adult bees and in the worker brood; on hygienic behavior and on the Nosemosis disease. The experiment was conducted in CETAPIS / UFERSA in the Mossoró-RN city. It were used 10 beehives installed under a metallic structure covered by dry leaves of coconut, it was built on the east-west direction, and with a capacity to absorbed about 90% of the direct insolation. Ten other beehives were installed under the direct effect of insolation, about 15 meters in relation to the former group. The results showed that during the dry season period the hives installed in the shade had an average infestation rate (%) in adult bees significantly lower ( $P < 0.01$ ) than in hives installed in the sun. Although the results show a smaller infestation trend on the bee brood of hives installed in the shade, no significant differences were observed ( $P = 0.253$ ). Already hygienic behavior was very low, considering that the bees were Africanized bees and it were captured in the region during the swarming season. However, there was a significant negative correlation between the hygienic behavior and the mite infestation rate in adult bees. The nosemosis disease showed one prevalence of 100% in the experimental apiary, however, the average number of spores per bee can be considered very low, being significantly higher during the harvest period than in the off season period's, however, this results did not show significant differences between the hives receiving direct insolation and that ones under shade.

**Keywords:** *Varroa destructor*, *Nosema ceranae*, hygienic behavior, shadow.

## Lista de Figuras

Figura 1	Colmeias instaladas em ambiente: A) sombreado; B) diretamente no sol, - no semiárido nordestino. SOUZA, 2014.....	37
----------	--	----

## Lista de Tabelas

Tabela 1	- Médias e respectivos erros padrões da infestação do ácaro <i>Varroa destructor</i> em abelhas adultas e crias; do comportamento higiênico e da estimativa de população de abelhas adultas e crias em colmeias de abelhas <i>Apis mellifera</i> (africanizadas), instaladas na sombra (G1) e no sol (G2) no Semiárido Brasileiro.....	42
Tabela 2	- Correlação entre as variáveis: comportamento higiênico; taxa de infestação do ácaro <i>Varroa destructor</i> em abelhas adultas e crias; tamanho da população de abelhas adultas e crias, em colmeias instaladas na sombra. ...	47
Tabela 3	- Correlação entre as variáveis: comportamento higiênico; taxa de infestação do ácaro <i>Varroa destructor</i> em abelhas adultas e nas crias; tamanho da população de abelhas adultas e crias, em colmeias instaladas no sol. ....	47
Tabela 4	- Médias e erro padrão do número médio de esporos de <i>Nosema ceranae</i> em colmeias de abelhas africanizadas <i>Apis mellifera</i> (africanizadas), instaladas no CETAPIS, Mossoró – RN, Brasil durante período de safra e entressafra e em relação insolação. ....	48

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
2.1	GERAL .....	17
2.2	ESPECÍFICOS .....	17
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
3.1	Apis mellifera NO BRASIL.....	18
3.2	PANORAMA MUNDIAL DA APICULTURA.....	19
3.3	COMPORTAMENTO HIGIÊNICO.....	21
3.4	TERMORREGULAÇÃO .....	23
3.5	SOMBREAMENTO .....	25
3.6	SANIDADE APÍCOLA.....	26
<b>3.6.1</b>	<b>CCD (Colony Collapse Disorder) .....</b>	<b>27</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Varroatose .....</b>	<b>28</b>
<b>3.6.3</b>	<b>Ciclo de vida e reprodução do ácaro .....</b>	<b>31</b>
<b>3.6.4</b>	<b>Nosemose.....</b>	<b>32</b>
<b>3.6.5</b>	<b>Ciclo de vida e reprodução do microsporídio <i>Nosema</i> spp. ....</b>	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
4.1	LOCAL DE INSTALAÇÃO DO APIÁRIO EXPERIMENTAL.....	37
4.2	COLETA DE AMOSTRAS.....	38
<b>4.2.1</b>	<b>Infestação de varroa em abelhas adultas e nas crias pelo ácaro <i>Varroa destructor</i>, comportamento higiênico e estimação da população relativa de abelhas adultas e crias.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Infestação de <i>Nosema ceranae</i> no período de safra (período chuvoso) e entressafra (período seco).....</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>42</b>
5.1	AVALIAÇÃO DO SOMBREAMENTO E INSOLAÇÃO DIRETA NA COLÔNIA SOBRE Varroa destructor, COMPORTAMENTO HIGIÊNICO E POPULAÇÃO DA COLMEIA.....	42
5.2	INFESTAÇÃO DE <i>Nosema ceranae</i> NO PERÍODO DE SAFRA E ENTRESSAFRA .....	48

<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>51</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a introdução das abelhas africanas *Apis mellifera scutellata* no Brasil em 1956 (KERR, 1967), ocorreu o inter cruzamento com várias outras subespécies europeias introduzidas anteriormente à chegada das abelhas africanas (*A. m. ligustica*, *A. m. mellifera*, *A. m. carnica* e *A. m. caucasica*), dando origem a um poli-híbrido ao qual se deu o nome de abelha africanizada, devido à predominância das características morfológicas e comportamentais das abelhas africanas (GONÇALVES, 1974). De forma muito rápida essas abelhas africanizadas substituíram as abelhas europeias e dispersaram-se pelo continente americano. A partir do advento da abelha africanizada, a apicultura se desenvolveu em todo o Brasil, principalmente nos estados do Nordeste, hoje considerados popularmente como “o mar de mel” (MORAIS *et al.*, 2012).

Embora consideradas mais resistentes ou tolerantes que as abelhas europeias, as abelhas africanizadas também estão sujeitas a diferentes parasitas. Entre as doenças presentes no Brasil, o ácaro *Varroa destructor*, causador da varroatose (DE JONG & GONÇALVES, 1981; MESSAGE *et al.*, 2012) e o microsporídio *Nosema ceranae*, causador da nosebose (KLEE *et al.*, 2007), são os dois principais agentes detectados até o momento no semiárido potiguar (LIMA *et al.*, 2014; MESSAGE, D., inf. pessoal). Esses dois parasitas têm causado preocupações para a apicultura brasileira e mundial (MESSAGE *et al.*, 2012).

No entanto, nas abelhas africanizadas, a taxa de infestação do ácaro *V. destructor* tem se mostrado baixa em relação aos países de clima temperado, não causando danos consideráveis à apicultura (CARNEIRO *et al.*, 2007; CALDERÓN *et al.*, 2010). Estudos mostram que a população do ácaro tem se mantido baixa em função de diferentes mecanismos de resistência apresentados pelas abelhas africanizadas, como o comportamento higiênico que é um mecanismo genético de resistência a diferentes doenças em crias de abelhas, podendo-se destacar nesse caso a sua capacidade de detectar e remover mais parasitas nas suas crias e mais eficientemente ácaros em reprodução (GUERRA JR. *et al.*, 2000; CARNEIRO, *et al.*, 2007). Porém, em função da predominância do haplótipo K, a taxa de reprodução tem sido significativamente mais alta (GARRIDO *et al.*, 2003) neste século.

A nosebose tem sido considerada uma doença preocupante para apicultura. Higes *et al.* (2008) a relacionaram com o chamado colapso de colônias que vem ocorrendo em várias

partes do mundo. Apesar dos efeitos do patógeno sobre as colônias de abelhas africanizadas no Brasil ainda serem incertos, Message *et al.* (2012) relataram a ocorrência de um colapso de colmeias na região de Ribeirão Preto, SP, devido a esse patógeno.

Outro ponto importante que merece ser melhor estudado, são os efeitos das condições climáticas severas do semiárido nordestino sobre a dinâmica de população desses parasitas e patógenos (*V. destructor* e *N. ceranae*) e do comportamento higiênico das abelhas africanizadas *A. mellifera*, presentes na região.

A temperatura é um fator limitante para os insetos, pois, regula o índice de atividade, crescimento e o metabolismo (PROSSER, 1968). As abelhas *Apis mellifera* são conhecidas por controlar rigorosamente a temperatura interna de seus ninhos dentro de uma faixa térmica estreita entre 33 a 36°C (JONES & OLDROYD, 2007). O controle da temperatura dentro da colônia (termorregulação) é importante principalmente para o sucesso do desenvolvimento da cria e conseqüentemente para a sobrevivência da colônia. Além de afetar características morfológicas e a sobrevivência da cria, o seu desenvolvimento em temperaturas inadequadas pode afetar outros fatores fisiológicos dos indivíduos e assim gerar conseqüências posteriores na sua vida adulta (TAUTZ *et al.*, 2003; JONES *et al.*, 2005, ALMEIDA, 2008), podendo também afetar os parasitas e comportamentos das abelhas.

Na região Nordeste, a instalação das colmeias sob a copa de árvores ou em coberturas conhecidas como “latadas”, tem sido recomendada como forma de possibilitar conforto térmico às colônias de abelhas e ao apicultor durante o manejo, pois promovem o bloqueio parcial da radiação solar, permitindo melhor sensação térmica e uma manipulação mais adequada das colmeias (SOMBRA & GONÇALVES, 2012). Sombra (2013) mostrou vários resultados que indicam uma melhor adaptação das colônias instaladas em condições de sombreamento em relação às colônias dispostas diretamente no sol, possivelmente, envolvendo a forte necessidade e o esforço das abelhas para manterem a temperatura do ninho em torno de 34°C nas colmeias recebendo maior insolação.

Um dos primeiros trabalhos mostrando os efeitos da temperatura na região, desenvolvido a nível de laboratório no CETAPIS-UFERSA (Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte) (ALMEIDA, 2008), mostrou que quando a temperatura atinge 41°C, as abelhas não conseguem manter a termorregulação, portanto há uma saída em massa dos indivíduos das colmeias, deixando para trás todo

alimento e crias ali existentes, ocasionando a enxameação por abandono. Estes resultados, mostraram de forma clara a importância de manter as colmeias sob sombra, que propicia um melhor conforto térmico e ajuda a evitar estes abandonos. Entre outros trabalhos, como Santos (2015) e Sombra (2013), observaram que as colmeias instaladas na sombra apresentaram maior área de cria em relação às colônias instaladas no sol.

Face aos excelentes resultados dos efeitos do sombreamento sobre as colmeias em relação aos diferentes parâmetros comportamentais e fisiológicos que já foram estudados no Semiárido (ALMEIDA (2008); SOMBRA (2013); SANTOS, 2015), propõe-se que seria muito importante estudar os efeitos do sombreamento e insolação direta sobre as colmeias, em relação à sanidade apícola (varroatose, comportamento higiênico e nosebose), para se ter melhores condições de manejo sanitário das colmeias na região.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Avaliar a influencia do sombreamento e da insolação direta sobre colmeias de abelhas *Apis mellifera* (africanizadas) instaladas em ambiente sombreado e em exposição direta a radiação do sol no comportamento higiênico e na dinâmica de populações dos parasitas *Varroa destructor* e *Nosema ceranae*.

### 2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar as colmeias instaladas no sol e na sombra

1. Quanto aos efeitos destas condições sobre o comportamento higiênico, no período da entressafra (seca);
2. Em relação à dinâmica populacional do ácaro *Varroa destructor* (taxa de infestação em adultos e taxa de infestação na área de cria), no período da entressafra (seca);
3. Quanto à relação entre área de cria, a população de abelhas adultas das colmeias, nestas condições, e a taxa de infestação do ácaro, no período da entressafra (seca);
4. Quanto ao número de esporos por abelha de microsporídios de *Nosema ceranae* durante o período de safra (período chuvoso) e entressafra (período seco).

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 *Apis mellifera* NO BRASIL

As abelhas do gênero *Apis* não são insetos nativos do continente Americano. No Brasil a subespécie *Apis mellifera mellifera*, foi introduzida no estado do Rio de Janeiro, pelo padre Antônio Carneiro no ano de 1839, com a finalidade da criação para produção de cera utilizada na confecção de velas (CAMARGO, 1972). Já no ano de 1845 a mesma subespécie foi introduzida no Sul do Brasil por imigrantes alemães. Entre os anos de 1870 a 1880, outras subespécies foram introduzidas no Sul e na Bahia, (*A. m. ligustica*, *A. m. carnica* e *A. m. caucasica*) formando o grupo das abelhas europeias no Brasil (GONÇALVES, 1974). Estas são abelhas pouco defensivas e com baixa produtividade no nosso clima. Como estas abelhas apresentavam uma produtividade baixa, o professor Warwick Estevam Kerr, em 1956 foi enviado à África, pelo Governo Brasileiro a procura de uma abelha mais produtiva, resistente e adaptada ao clima do Brasil.

Em 1956, foram importadas 133 rainhas de abelhas africanas *Apis mellifera scutellata* (anteriormente a Ruttner (1981) era considerada como sendo a *A.m.adansonii*. da Tanzânia e África do Sul, sendo que destas apenas 48 foram introduzidas no Brasil (KERR, 1967). Estas abelhas são conhecidas pela sua alta produtividade, resistência a doenças, muito defensivas e enxameadoras. Destas 48 rainhas, 35 foram transportadas para uma floresta de Eucaliptos no Horto de Camacã, nas proximidades da cidade de Rio Claro – SP para a realização de testes. Em 1957, 26 colônias de *Apis mellifera scutellata* escaparam acidentalmente e então ocorreu o inter cruzamento com várias outras subespécies europeias introduzidas anteriormente à chegada das abelhas africanas (*A.m. ligustica*, *A. m. mellifera*, *A. m. carnica* e *A. m. caucasica*), dando origem a um poli-híbrido ao qual se deu o nome de “abelha africanizada”, devido à predominância das características morfológicas e comportamentais das abelhas africanas (GONÇALVES, 1974).

De forma muito rápida essas abelhas africanizadas substituíram as abelhas europeias e dispersaram-se rapidamente pelo continente americano. A partir do advento da abelha africanizada, a apicultura se desenvolveu em todo o Brasil, principalmente, nos estados do Nordeste considerado hoje o “mar de mel” do país (MORAIS *et al.*, 2012).

### 3.2 PANORAMA MUNDIAL DA APICULTURA

Hoje mais de 130 países exploram a atividade apícola, onde o produto mais consumido é o mel. A própolis e a apitoxina, também tem se destacado nos últimos anos. Alguns países têm aumentado a sua produção destacando-se no mercado internacional e ofertando uma diversidade de produtos e subprodutos da apicultura (ICEPA, 2013). O continente Asiático ocupa a primeira posição mundial de produção de mel com 43,1% da produção, onde a China é o principal produtor, em segundo a Europa com 22,9% da produção, seguido das Américas com 21,6%.

No ano de 2014, o Brasil ocupou a 8ª posição mundial, onde o Brasil possui uma vegetação e clima bem diversificado, que favorece a exploração da atividade apícola em todo território. Embora o fator vegetação e clima sejam bastante favoráveis, a produção é considerada baixa devido às técnicas de manejo. A região Sul é a principal produtora, seguido da região Nordeste e Sudeste, com 16,6; 7,7 e 6,7 mil toneladas, respectivamente, no ano de 2012 (IBGE, 2012; SILVA, 2012).

Em termos de volume mundial de mel exportado, o Brasil subiu três posições no ranking dos maiores exportadores, saindo da posição de 11º maior exportador em 2013, para 8º lugar no ranking das exportações no ano de 2014, sendo que os principais estados exportadores foram: 1º - São Paulo (US\$ 31.640.078,00 milhões, 8.014.096 toneladas e US\$ 3,95/kg), 2º - Santa Catarina (US\$ 23.341.603,00 milhões, volume: 5.839.277 toneladas, US\$ 4,00/kg); 3º - Paraná (US\$ 11.737.157,00 milhões, 3.084.099 toneladas e US\$ 3,81/kg), 4º Ceará (US\$ 10.307.716,00 milhões, 2.715.727 toneladas e US\$ 3,80/kg), 5º - Piauí (US\$ 8.469.439,00 milhões, 2.715.787 toneladas e US\$ 3,82/kg), e, 6º - Rio Grande do Sul (US\$ 5.750.504,00 milhões, 1.574.068 toneladas e US\$ 3,65/kg) (ABEMEL, 2015).

Segundo a ABEMEL (2015), os estados brasileiros que se destacaram no mês de dezembro de 2014 como maiores exportadores do produto para os EUA foram São Paulo e Ceará, com 60,71% deste total, em valores US\$ 3.285.182,00. No ano de 2015 observa-se que a porcentagem de exportações para os EUA foi 70,41%. Comparando 2015 frente a 2014 nota-se queda de 22,63% em valor e 17,34% em volume. Os estados brasileiros que se destacaram no mês de dezembro de 2014 como maiores exportadores do produto para os países europeus foram Maranhão e Ceará, com 60,23% somando um total de US\$ 496.666,00.

Por apresentar baixo custo de implantação e manutenção, além de rápido retorno financeiro, a criação racional de abelhas *Apis mellifera* é uma das atividades zootécnicas que mais tem crescido nos últimos anos no Nordeste, pois este possui características de clima e flora que lhe conferem elevada competitividade no mercado mundial, O diferencial do mel nordestino está na baixa contaminação por pesticidas, visto que grande percentual do mel produzido na região é proveniente da vegetação nativa. A apicultura nordestina é uma atividade de caráter eminentemente familiar; atualmente, existem cerca de 46.356 mil apicultores em toda a Região e a maioria possui até 200 colmeias (FAERN, 2013).

Segundo Belchior Filho & Lira (2010), o estado do Rio Grande do Norte tem alcançado resultados expressivos nos últimos anos na atividade apícola, mostrando um constante crescimento do setor, principalmente, com o registro da produção de mel que em 2009 chegou a alcançar uma média de 2.230.000 kg/mel e a exportação alcançou 1.950.446 kg/mel. Com essa produção o estado passou a ocupar a 6ª colocação em volume de exportação entre os estados brasileiros. Por sua vez, o município de Apodi/RN foi considerado o terceiro maior produtor de mel brasileiro, com 506 toneladas em 2009.

De acordo com Trindade *et al.* (2004) e Sousa *et al.* (2009) em estudos realizados, respectivamente, nos municípios de Mossoró/RN e Acaraú/CE, as abelhas *Apis mellifera* são polinizadoras efetivas e indispensáveis para a cultura de melão. Os pesquisadores também concluíram que na sua ausência, praticamente não houve produção. No trabalho de Sousa *et al.* (2009) o uso de duas colmeias/ha apresentou um aumento expressivo e significativo de frutos quando comparado com o tratamento onde não foram introduzidas colmeias com abelhas *Apis mellifera*. Logo, com o uso de duas colmeias/ha existe um potencial a ser explorado de cerca de 20 mil colmeias/ano, somente para polinização de melão e melancia no Rio Grande do Norte, mostrando que as abelhas podem contribuir com a economia do estado, não somente através de seus produtos diretos (mel, pólen, etc.), mas também com a polinização.

O consumo de mel por habitante no mundo é considerado baixo e pouco difundido, deixando a desejar em propagandas e estudos medicinais sobre o produto, fato este que acarreta em um consumo *in natura* do produto de 300g/hab./ano. Se comparado com a média nacional que é de 100g/hab./ano, a quantidade está ainda mais baixa. Alguns países Europeus como Áustria, Grécia, Suíça e Alemanha, ultrapassam a casa de 1.000 g/habitante/ano. Os maiores consumos anuais foram observados na Áustria - 1.700 g; Grécia

– 1.600 g; Suíça – 1.300 g; Alemanha – 1.200 g; Eslovênia – 1.100 g; Ucrânia – 1.000 g; Turquia – 800 g; Canadá e Espanha – 700 g cada; Estados Unidos e Nova Zelândia – 600 g cada; França – 500 g; México – 200 g (ICEPA, 2010).

Além do mel, produtos como a cera, pólen, geleia real, própolis, apitoxina, também são bastante comercializados no mercado mundial. A própolis tem agregado valor nos últimos anos, tendo o preço variando de acordo com qualidade e origem botânica, sendo o valor médio no Brasil é em torno de R\$64,00/Kg. O Japão é o principal importador, comprando 92% de toda a produção brasileira (SEBRAE, 2014). O Brasil é o terceiro país com a maior produção de própolis, com cerca de 150 ton./ano, onde parte da produção é exportada para o Japão, China, Estados Unidos e Alemanha, gerando em torno de US\$ 300 milhões/ano (BRAGA, 2009). Setenta por cento de toda própolis nacional é produzida no estado de Minas Gerais (SEBRAE, 2014).

Os outros produtos também são muito explorados na atividade apícola. A cera é utilizada na indústria de cosméticos, medicamentos e confecções de velas e na substituição de ceras dos favos velhos, utilizando-a como cera moldada. O pólen apícola e a geleia real são utilizados como suplementação alimentar. Outro produto da atividade apícola é a utilização das colmeias para polinização, pois existem diversas culturas que necessitam das abelhas para uma polinização eficiente e efetiva. Por fim, a apitoxina utilizada pela indústria farmacêutica (SEBRAE, 2014).

### 3.3 COMPORTAMENTO HIGIÊNICO

O comportamento higiênico (CH) é um mecanismo de defesa natural das abelhas às diversas doenças e consiste na desoperculação e remoção de crias doentes, mortas, danificadas ou infestadas, sendo controlado geneticamente (ROTHENBUHLER, 1964; GONÇALVES & GRAMACHO, 2000), ou a remoção de qualquer material estranho no interior da colmeia (MESSAGE, 1979). O comportamento higiênico é considerado um dos principais mecanismos de resistência das abelhas às várias doenças de cria, principalmente contra o ácaro *Varroa destructor* (MORETO et al., 1991,1993; HARBO & HARRIS, 1999) e doenças cujos agentes etiológicos são capazes de formar esporos, como no caso das patologias cria pútrida americana e cria giz.

Os primeiros estudos envolvendo o comportamento higiênico em *Apis mellifera*, são datados da época de 1930, onde se estudava a resistência de colônias a uma bactéria chamada de *Bacillus larvae*, hoje *Paenibacillus larvae*, causadora da Cria Pútrida Americana (AFB), quando observaram que algumas colônias apresentavam certo grau de resistência à doença, e que esta resistência era passada para seus descendentes (PARK *et al.*, 1937).

As primeiras linhagens de abelhas resistentes às doenças de crias foram por Rothenbuhler & Thompson (1956), a partir de rainhas filhas de colônias de *Apis mellifera* que resistiram à infecção pelo patógeno causador da Cria Pútrida Americana (AFB). A linhagem que apresentou resistência a AFB recebeu o nome de “Brown” (nome do apicultor que cedeu as colmeias para o estudo), e a outra “Van Sacoy”, susceptível a AFB.

Rothenbuhler (1964) descobriu que o comportamento higiênico estava ligado a dois pares de genes: o gene u = desoperculador (uncapper) e o gene r = removedor (remover). Estes dois pares de genes, quando em homozigose recessiva nas abelhas, elas desoperulam e removem as crias mortas ou doentes das células, sendo classificadas como “abelhas higiênicas”. Desta forma o autor evidenciou a parte genética deste mecanismo comportamental de resistência à Cria Pútrida Americana das abelhas que começou a ser percebido desde Park *et al.* (1937).

No caso da doença AFB, as abelhas altamente higiênicas detectam, desoperulam e removem a cria doente da colônia antes dos patógenos formarem esporos, evitando o manuseio e a transmissão dos mesmos, como forma infectiva (PARK *et al.*, 1937; TARR, 1937). Já para varroa as abelhas detectam e removem a cria infestada, e quanto mais rápida for esta remoção menor será a chance do ácaro adulto deixar descendentes, assegurando a destruição de qualquer progênie do ácaro, já que 60 horas depois que a célula foi operculada, o ácaro inicia a oviposição (SPIVAK, 1996; IBRAHIM & SPIVAK, 2006).

Em estudos visando comparar a capacidade do comportamento higiênico pela limpeza de favos, para determinar a resistência a doenças de crias, Cosenza e Silva (1972), testaram abelhas africanas, caucasianas e híbridas, através da introdução de favos com crias mortas pelo método de congelamento e verificaram que as abelhas africanas são significativamente mais resistentes que as caucasianas e híbridas, sendo que foi a única espécie que detectou e removeu 100% das crias mortas.

Associado ao comportamento higiênico temos a infestação do ácaro *Varroa destructor*, onde vários estudos vêm sendo realizados a fim de selecionar colônias mais higiênicas, que por consequência, detectam o ácaro mais rapidamente interrompendo seu ciclo reprodutivo, evitando assim que deixem descendentes férteis. A eficiência do CH em relação ao ácaro parasita é afetada pelas condições climáticas segundo Kraus & Velthuis (1997), onde os ácaros quase nunca se reproduzem em umidade relativa acima de 80%. Em relação à espécie da abelha infestada, observou-se que em abelhas italianas o grau de infestação da varroatose é muito mais alto do que em abelhas africanizadas (MORETTO & MELLO JR. 1999; GUERRA JR. *et. al.*, 2000), tendo como consequência a capacidade defensiva destas abelhas contra o ácaro *Varroa destructor*, as quais após identificar a presença do mesmo nas células, interrompem o ciclo reprodutivo e ainda atacam o ácaro adulto mutilando várias partes do seu corpo (MORETTO *et al.*, 1991; 1993; CORRÊA-MARQUES, 1996).

Janmaat & Winston (2000) detectaram que colônias com alta estocagem de pólen removiam 49% da cria infestada com *Varroa* comparada a 33% de remoção pelas colônias com baixa estocagem. Por outro lado, Sombra (2013) verificou que colônias dispostas na sombra tinha uma maior quantidade de pólen, possibilitando a ocorrência de alguma relação entre a condição de colônias na sombra com o comportamento higiênico.

A quantidade de ácaros que invadem as células, também pode influenciar de forma significativa na eficiência do comportamento higiênico. De acordo com Boecking & Drescher (1991), quando é introduzido dois ou mais ácaros dentro de uma mesma célula de cria de *Apis mellifera*, as operárias detectam a presença do ácaro mais eficientemente, concluindo que a intensidade de remoção do ácaro está correlacionada com o nível de infestação.

### 3.4 TERMORREGULAÇÃO

Entende-se por termorregulação o processo de controle da temperatura corporal de um animal em um ambiente qualquer, quando há um gradiente de temperatura, ou seja, quando o animal não se encontra em termoneutralidade. Em outras palavras, segundo May (1979), é a capacidade de manutenção da temperatura corpórea dentro de certos limites,

mesmo quando a temperatura do ambiente é diferente, na forma de resposta comportamental ou fisiológica ao seu ambiente natural.

As abelhas são animais pecilotérmicos, conhecidos também como animais de “sangue frio”, pois possuem mecanismos que adapta sua temperatura de acordo com a temperatura do meio ambiente. Quando está calor a temperatura corporal destes animais sobe, sendo que ela diminui quando a temperatura ambiental cai. Temperaturas baixas limitam suas atividades, já temperaturas altas estimulam a sua atividade (KEFUSS & NYE, 1970).

As abelhas são insetos extremamente eficientes em manter a temperatura constante no interior de seu ninho a uma faixa de 32°C a 36°C, com uma média de 34,5°C, mesmo que a temperatura externa esteja oscilando. Devido a esta eficiência na termorregulação interna da colônia as abelhas são os insetos mais estudados quando se fala em homeostase térmica (SIMPSON, 1961; FAHRENHOLZ *et al.*, 1992; KLEINHENZ *et al.*, 2003; JONES & OLDROYD, 2007).

As abelhas possuem um mecanismo de regulação da temperatura chamado de termorregulação ativa, onde utilizam os músculos das asas e do tórax para dissipar calor e manter a temperatura interna do ninho constante. As crias, por possuírem uma baixa taxa metabólica, e não conseguirem gerar calor por si mesmas, são altamente dependentes da regulação da temperatura que é exercido pelas operárias (HENRICH & ESCH, 1994; JONES & OLDROYD, 2007). Quando a temperatura está abaixo de 32°, as operárias vibram a musculatura das asas e do tórax, por meio de microvibrações, controlando a temperatura e possibilitando as abelhas sobreviverem nas regiões muito frias (SOUTHWICK, 1985; STABENTHEINER *et al.*, 2003). Em temperaturas acima de 36° C, as operárias se dispersam dentro da colônia, e utilizam o “bater das asas” espalhando o ar e a água dentro das células, onde, ao bater de suas asas, a água evapora dissipando o calor (KRONENBERG & HELLER, 1982; SOUTHWICK, 1985; SOUTHWICK & MORITZ, 1987; STABENTHEINER *et al.*, 2003; ALMEIDA *et al.* 2007; ALMEIDA, 2008).

No nordeste Brasileiro as temperaturas são bastante elevadas. Este fator desregula a homeostase da colmeia, derretendo os quadros de cera e modificando as propriedades físicas e químicas do mel, o que geralmente vem a ocasionar o abandono da colmeia (LIMA, 2006; MANRIQUE & SOARES 2002).



### 3.5 SOMBREAMENTO

As altas temperaturas são também responsáveis pela baixa produtividade da colmeia, diminuindo a produção de mel e afetando o desenvolvimento das crias, além de ser responsável pelo processo de enxameação por abandono. Almeida (2008) relata que, quando o interior da colmeia atinge a temperatura de 41°C, as abelhas a abandonam, deixando para trás crias e alimento.

Assim como no Nordeste e nas regiões de clima quente, uma das alternativas para minimizar os efeitos das altas temperaturas, é a utilização de instalações de apiários aproveitando sombra parcial ou total das árvores, ou a utilização de latadas que é muito utilizado em regiões do Nordeste. Essas estratégias evitam que a temperatura interna do ninho se eleve muito, facilitando a termorregulação interna da colônia, fornecendo um maior conforto térmico tanto para as abelhas quanto para o apicultor (GONÇALVES, 2010; GONÇALVES *et al.* 2010; SOMBRA & GONÇALVES, 2012; LOPES *et al.*, 2011; SOMBRA, 2013)

Alencar (2005), estudando o efeito do sombreamento no desenvolvimento, na produtividade e qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* (africanizadas), observou que a não proteção das colmeias, permite que as temperaturas tanto internas quanto externas, atinjam valores que possa comprometer o desenvolvimento da colônia. Dos três tipos de sombreamentos utilizados (sombrite 80%, telha cerâmica e sombra natural), o sombreamento com sombrite 80%, foi o tratamento que proporcionou maiores áreas de crias durante todo período experimental, pode ser considerado uma opção adequada e de baixo custo para os apicultores da região Semiárida.

Segundo Seeley (1985), as colônias de abelhas conseguem se adaptar melhor as baixas temperaturas do que as altas temperaturas, pois estas últimas podem afetar diretamente as crias. Portanto recomenda-se um sombreamento parcial das colmeias, onde na parte da manhã receba sol, e na parte da tarde, onde a temperatura é extremamente elevada, como por exemplo, no Nordeste, as colmeias estejam sombreadas, evitando o estresse térmico da colônia (LOPES *et al.*, 2011).

As alternativas para sombreamento dos apiários são várias, podendo ser utilizadas as próprias coberturas naturais das árvores, cobertura de latadas, utilização de telhas (amianto, pet, isopor etc.), as quais contribuem para o aumento e desenvolvimento da área de cria e

beneficia o estoque de alimentos, mantendo suas características físicas e químicas (LOPES *et al.*, 2009). Pegoraro *et al.* (2013) afirmaram que as altas taxas de infestação pelo ácaro *Varroa destructor*, estão associadas a redução de área de cria e estoque de alimentos no favo, que são evidenciados pela falta de sombreamento das colmeias. No Rio Grande do Norte as altas temperaturas são fatores adversos que prejudicam o bom desenvolvimento da colônia. Almeida (2008) recomenda o sombreamento a fim de contribuir com a termorregulação das colônias, evitando que o enxame gaste muito tempo controlando a temperatura interna.

No Nordeste brasileiro o calor excessivo provocado pelas altas temperaturas, a escassez de alimentos e algumas doenças, favorecem a enxameação por abandono da colmeia, ocasionando a perda de mais de 50% dos enxames (ALMEIDA, 2008).

### 3.6 SANIDADE APÍCOLA

Nos últimos anos, a sanidade apícola, vem ganhando destaque em todo o mundo, inclusive no Brasil, principalmente devido a entrada de novos parasitas como o haplótipo K, do ácaro *Varroa destructor* (STRAPAZZON *et al.*, 2009), vários tipos de vírus (MESSAGE *et al.*, 1996; TEIXEIRA *et al.*, 2008), microsporídio *Nosema ceranae* (Klee *et al.*, 2007) e o uso indiscriminado de inseticida da classe dos neonicotinóides, o que vem agravando a situação sanitária apícola no Brasil devido ao número expressivo de perdas de colmeias.

Existem diversos tipos de parasitas e patógenos que podem infectar as abelhas, ocasionando perdas na produtividade, redução ou extermínio na população das colônias de abelhas. As doenças mais comuns são causadas por ácaros, bactérias, fungos, vírus e protozoários. Também podem ocorrer intoxicações através de pesticidas e plantas tóxicas. Algumas destas doenças podem acometer tanto as abelhas na fase de cria (cria ensacada, cria giz, cria pútrida americana, cria pútrida europeia e varroatose), quanto na fase adulta (varroatose, acariose, nosebose etc.). Nem todas as doenças que acometem as abelhas ocorrem no Brasil (MESSAGE *et al.*, 2012).

### 3.6.1 CCD (Colony Collapse Disorder)

Um fenômeno mundialmente conhecido por CCD, Colony Collapse Disorder ou Síndrome do colapso de colônias teve seu primeiro relato em colônias de *Apis mellifera*, nos Estados Unidos no ano de 2007, por Underwood & VanEngelsdorp (2007), que caracterizou este fenômeno como uma inexplicável perda da população adulta de uma colônia, apresentando as colônias colapsadas nenhuma ou poucas abelhas remanescentes, com uma rainha e poucas abelhas jovens, e também apresentavam um grande estoque de alimento, sendo que este alimento não era saqueado por outras abelhas, nem pela traça, por diversas semanas após o colapso.

VanEngelsdorp *et al.*, (2009) sugere que a CCD envolve uma interação entre patógenos e outros fatores estressantes. Das 61 variáveis quantificadas, incluindo a fisiologia da abelha adulta, carga de patógenos, níveis de pesticidas, nenhuma foi suficiente para ser sugerido como um único agente causal.

Nos Estados Unidos entre os anos de 2007 e 2008, segundo VanEngelsdorp *et al.* (2008), houve uma perda de 1 milhão de colmeias em 21 estados americanos variando entre 19 a 52% de perda, com uma média de 36%, dados considerados altos e muito preocupante para a apicultura mundial. Já na Europa Potts *et al.*, (2010), relata um declínio em 18 países.

Segundo Message *et al.* (2012), no Brasil há relatos de perdas de apiários parciais e até totais em vários estados como Rio Grande do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Segundo os autores, no Brasil, dois primeiros casos de CCD foram registrados em Altinópolis (São Paulo), em setembro de 2008 semelhantes aos casos relatados por Underwood & VanEngelsdorp (2007). Na mesma região, Teixeira *et al.*, (2008) detectaram o vírus IAPV, e os vírus APV, BQCV e DWV. Nas análises de todas as colmeias foi detectado a presença do ácaro *Varroa destructor* e do microsporídeo *Nosema ceranae*.

Os inseticidas também estão entre uma das causas mais citadas, relacionadas ao desaparecimento das abelhas, onde muitos pesquisadores apontam os Neonicotinoides como uma das principais causas deste desaparecimento, devido ao fato de este ser também altamente tóxico para elas. Alguns Neonicotinoides são facilmente encontrados no dia-a-dia, como: Fipronil (Regente), o Thiamethoxan (Cruizer), o Imidocloprid (Gaucho ou Confidor) e o Clothianidine (Poncho), onde eles apresentam atividades tóxicas, atuando na memória

das abelhas, causando efeito negativo nas atividades de forrageamento, confundindo a navegação e orientação, fazendo com que as abelhas se percam, e não conseguem retornar para a colmeia, desaparecendo sem deixar vestígios de morte (GONÇALVES, 2012).

Alguns estudos recentes como Lu *et al.* (2012), Henry *et al.* (2012) e Whitehorn *et al.* (2012), associam o desaparecimento das abelhas diretamente ao uso indiscriminado dos Neonicotinoides, principalmente o Imidaclopride, como o causador do CCD, fato que era atribuído às doenças e aos parasitas. Silva *et al.* 2012, em seu estudo com abelhas africanizadas, comprovou que o Fipronil causa sérios danos no desenvolvimento das abelhas, mesmo sendo utilizado em baixas concentrações.

O fenômeno do desaparecimento das abelhas está ocorrendo em todo o mundo e hoje é uma das principais preocupações, talvez a mais importante relacionada às abelhas, pois milhares de colônias estão sendo perdidas. É necessário intensificar os estudos a fim de tentar solucionar o problema do desaparecimento das abelhas ou então as consequências serão desastrosas para apicultura mundial.

No Brasil o aplicativo BEE ALERT (lançado pela campanha *Bee or not to be?*), tem registrados casos do desaparecimento das abelhas. Em 16 meses, a plataforma registrou a morte de 16 mil colmeias, o que equivale a aproximadamente 900 milhões de abelhas (BEE ALERT). No aplicativo foram registrados entre os anos de 2013/2014 até o dia 24 de agosto, 63 casos de perdas, totalizando 63 registros e uma perda de 5.217 colmeias no Brasil e na América, com registros no Chile, Peru, Argentina, Uruguai e a maioria dos casos no Brasil (57 relatos) de perdas de colmeias.

### **3.6.2 Varroatose**

A varroatose é causada pelo ácaro ectoparasita *Varroa destructor* que infesta colônias de abelhas *Apis mellifera*. O ácaro pertence à Ordem Parasitiformes, Subordem Mesostigmata, Família Varroidae. Esse ácaro era conhecido, anteriormente, como *Varroa jacobsoni oudemans*, porém a espécie foi reclassificada como *Varroa destructor* (Anderson & Trueman, 2000).

A fêmea do ácaro possui coloração marrom, corpo duro e forma ovalada, tendo em média 1 mm de comprimento e 1,6 mm de largura, já os machos são de coloração um pouco

mais amarelada, corpo mole e forma mais arredondada, medem em torno de 0,7 mm de comprimento e 0,7 mm de largura. Tem quatro pares de pernas, onde as duas anteriores possuem funções táteis e olfativas e as posteriores são utilizadas na sua locomoção (DE JONG, 1997; IICA, 2009; CRUZAT & BASCH, 2009).

Delfinado (1963) em Hong Kong e nas Filipinas encontrou o ácaro ocorrendo naturalmente, juntamente com a *Apis ceranae* no Sudeste Asiático, Sudeste da China, Indonésia, Afeganistão e Japão. Posteriormente foram encontrados na Flórida, em abelhas do gênero *Bombus* (KEVAN *et al.*, 1990).

Os problemas causados pela infestação do ácaro *V. destructor* (antes *Varroa jacobsoni*) se intensificaram quando por volta dos anos 50, de forma não bem conhecida, pela literatura o ácaro passou a parasitar um novo hospedeiro, a abelha *Apis mellifera*. Para alguns autores essa infestação ocorreu quando algumas colmeias foram transportadas para o leste da Rússia, ocasião que o ácaro deve ter tido o primeiro contato com a abelha *A. mellifera* (CRANE, 1978).

Segundo Morse & Gonçalves (1979), a sua entrada no Brasil se deu através da importação de rainhas provenientes do Paraguai, trazidas por apicultores do estado de São Paulo em 1972. O ácaro foi inicialmente identificado no Brasil por Alves *et al.* (1978) na região de Piracicaba-SP. Após sua introdução, o mesmo distribuiu-se rapidamente devido, à apicultura migratória do Sul/Sudeste para o Nordeste, venda de rainhas e principalmente devido à alta capacidade enxameatória das abelhas africanizadas.

Diferentemente dos países de clima temperado, onde o ácaro *V. destructor* causa sérios problemas, chegando a eliminar colmeias se não for realizado tratamentos com acaricidas (ROSENKRANZ *et al.*, 2010), aqui no Brasil tem-se observado uma maior tolerância entre as abelhas e o parasita. Uma dessas características é o tamanho das células dos favos (alvéolos) de crias, ou seja, em abelhas africanizadas o diâmetro é menor do que naqueles construídos por abelhas europeias, segundo Message & Gonçalves, 1995. Em função disso, esses autores detectaram uma menor taxa de infestação 7,3% nas células com diâmetro menor, e 15,4% em células com diâmetro maior. Além disso, em células pequenas, também foi observado um menor número de deutoninfas fêmeas, que são descendentes com grandes possibilidades de chegar ao estágio adulto por ocasião da emersão (nascimento da abelha adulta), tendo obtido um total de 74 deutoninfas em células pequenas contra 195 deutoninfas em células grandes. Message (1986) encontrou menor tempo de

desenvolvimento pós-operculação das abelhas africanizadas, que chega a ser 1 dia a menos em relação às abelhas europeias, reduzindo as possibilidades da fêmea do ácaro *V. destructor* deixar descendentes viáveis. Portanto, fatores inerentes às abelhas são importantes, tanto na taxa de infestação quanto em relação à reprodução do ácaro.

Outro fator importante é que o ácaro introduzido no Brasil se originou do Japão (MORSE & GONÇALVES, 1979), tendo na população a predominância do haplótipo J, o qual é menos virulento do que o haplótipo K, encontrado na maioria das abelhas europeias (ANDERSON & TRUEMAN, 2000; STRAPAZZON *et al.*, 2009). No entanto Carneiro *et al.* (2007), observaram uma mudança da capacidade reprodutiva do ácaro *V. destructor* presente no Brasil, tendo sido observado que a porcentagem de fêmeas férteis do ácaro que entram nas células com crias de abelhas para se reproduzirem aumentou de 56% no ano de 1980 para 86% em 2005-2006. A diferença na porcentagem de fêmeas que produziram deutoninfas foi ainda maior em 2005-2006, com 72% das fêmeas que invadiram células de crias de operárias deixaram pelo menos um descendente viável, comparado com apenas 35% em 1986-1987.

Essa maior capacidade reprodutiva tem sido atribuída por Strapazon *et al.* (2009) à mudança do haplótipo J do ácaro *V. destructor*, inicialmente introduzido no Brasil, para o haplótipo K. Em 2008 o haplótipo K estava presente em 100% das amostras obtidas em Santa Catarina, entretanto, os autores relatam que apesar desta mudança no haplótipo/genótipo e aumento da capacidade reprodutiva, tem sido verificado que o índice de infestação do ácaro em abelhas adultas tem-se mantido estável e em níveis baixos, demonstrando que outros fatores, como o comportamento higiênico e de *grooming*, são eficientes nas abelhas africanizadas, mantendo assim o equilíbrio entre parasita/hospedeiro.

Por outro lado, em Fernando de Noronha onde foram introduzidas rainhas italianas em 1984 (DE JONG & SOARES, 1997), o haplótipo detectado nas colmeias da ilha foi exclusivamente o tipo J, isso em função de que essa região tem se mantido sem a introdução de abelhas africanizadas devido à distância entre a ilha e o continente (STRAPAZZON *et al.*, 2009). No entanto, nessa ilha que apresenta condições tropicais, observou-se com o passar dos anos, após a introdução das abelhas italianas, uma redução na taxa de infestação original, mostrando que o clima pode ter alguma influência também na dinâmica populacional do ácaro.

### 3.6.3 Ciclo de vida e reprodução do ácaro

O ácaro *Varroa destructor* é um parasita haplodiplóide onde o macho é haploide com sete cromossomos, já a fêmea é diploide com quatorze cromossomos (STEINER *et al.*, 1982), e realiza parte do seu ciclo de vida nas células de crias de operárias. Segundo Fuchs (1990), a reprodução ocorre, preferencialmente, em crias de zangões, onde penetram poucas horas antes das células com larvas serem operculadas.

Conforme Neira (1992), o desenvolvimento ontogenético do ácaro *V. destructor* passa por cinco fases distintas: ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto, onde a fêmea completa o ciclo de 8 a 9 dias e o macho de 6 a 7 dias, podendo haver variações de acordo com fatores climáticos.

Existem duas fases bem distintas no ciclo de vida do ácaro: A fase forética que ocorre em abelhas adultas e a fase de reprodução dentro das células de cria operculada. Os machos do ácaro apresentam uma fase de curta duração, sendo encontrados somente em células operculadas. As fêmeas do ácaro inseridas no corpo das abelhas campeiras são transportadas até as células de crias para a sua reprodução ou propagação (KUENEN & CALDERONE, 1997).

A fêmea do ácaro já fecundada entra na célula de cria aberta, próxima de ser operculada pelas operárias e posiciona-se entre o alimento e a cria de forma que possa manter a respiração. Em seguida, logo após a célula ser operculada e a larva consumir todo o alimento depositado pelas operárias no fundo da célula, o ácaro sobe para a parte dorsal da larva e passa a se alimentar da hemolinfa, defecando na parede da célula (FERNÁNDEZ *et al.*, 1993; IFANTIDIS *et al.*, 1988).

Três dias após a operculação, o ácaro bota na parede da célula seu primeiro ovo (haploide), que dará origem ao ácaro macho, devido a este não ser fertilizado. Em seguida, a cada intervalo de 30 horas, o ácaro deposita ovos fertilizados (diploides), também depositados na parede da célula, porém na parte contrária ao local da postura dos ovos haploides. Os ovos diploides darão origem as fêmeas (INFANTIDIS, 1983; REHM & RITTER, 1989; INFANTIDIS, 1990; MARTIN, 1994; STEINER *et al.*, 1994).

Logo após a oviposição dentro da célula, as larvas dos ácaros começam a se desenvolver e passam por mudas até atingir o estágio adulto, passando por dois estágios

(protoninfa e deutoninfa). O dimorfismo sexual é bem claro, sendo os machos menores que as fêmeas durante todo o seu desenvolvimento (INFANTIDIS, 1983; LAURENT & SANTAS, 1987).

As protoninfas logo após emergirem, juntam-se a mãe, em torno do quinto seguimento abdominal da pupa, onde a mãe cria um buraco na cutícula da pupa chamado de “Zona de Alimentação” para que elas se alimentem da hemolinfa. Nesta fase as quelíceras das protoninfas em desenvolvimento ainda estão fracas e não podem perfurar a cutícula da larva e as quelíceras dos machos são modificadas para funcionar como depósito e para a transferência dos espermatozoides na hora da reprodução. As protoninfas permanecem em um local próximo da zona de alimentação, chamado de “Zona de acúmulo fecal”, quando não estão se alimentando (DONZÉ & GUERIN, 1994).

Dentro da célula de cria, o ácaro se torna maduro logo após a última muda. O macho atinge a maturidade sexual 20 horas antes das fêmeas e se aloja na zona de acúmulo fecal a espera das fêmeas. Esta que por sua vez ao atingir a maturidade sexual, procuram o macho para se acasalar (DONZÉ *et al.*, 1996).

A poligamia é comum na reprodução dos ácaros, a não ser que mais de uma fundadora entre na célula antes das operárias opercularem. Feromônios sexuais femininos dão origem ao acasalamento, onde as fêmeas jovens são mais atraentes que fêmeas mais velhas, garantindo que o macho copule com as fêmeas mais jovens. Para encher a espermateca com 35 espermatozoides são necessários vários acasalamentos (ZIEGELMANN *et al.*, 2008; FAHLE & ROSENKRANZ, 2005).

#### **3.6.4 Nosemose**

Nosemose é uma doença causada por um microsporídio do gênero *Nosema*, parasita intracelular obrigatório, o qual, em abelhas *Apis mellifera*, infecta inicialmente células do sistema digestivo (intestino médio). O agente causador desta doença em abelhas *Apis mellifera*, até recentemente era o microsporídio *Nosema apis*, amplamente distribuído ao redor do mundo (NIXON 1982; MATHESON, 1996; KLEE *et al.*, 2007). Recentemente foi identificado outro microsporídio, *N. ceranae*, também capaz de infectar as abelhas *A.*



*mellifera* (FRIES *et al.*, 1996; HIGES *et al.*, 2006; HUANG *et al.*, 2008), estando o mesmo amplamente distribuído ao redor do mundo (KLEE *et al.*, 2007)

O microsporídio é um parasita intracelular obrigatório, pertencente ao Reino Fungi, do Filo Microspora. São microrganismos capazes de infectar uma variedade de tipos insetos, principalmente as abelhas (FRANZEN & MÜLLER, 1999; FOKIN *et al.*, 2008; IRONSIDE, 2007).

A nosemose causa infecções nas células das mucosas intestinais das abelhas adultas (operárias, rainhas e zangões). Os ovos, larvas e pupas não são atacados. A nosemose está entre uma das doenças mais disseminadas por todo mundo e que atualmente tem causado danos inestimáveis para apicultura mundial. Na época era uma doença difícil de diagnosticar, não sendo possível a sua confirmação a “olho nu”, tendo geralmente que se utilizarem artifícios de microscopia óptica para confirmação da espécie causadora da nosemose. (FRANZEN & MÜLLER, 1999).

A origem dos microsporídios ocorreu há mais de 200 milhões de anos, podendo ter disseminado juntamente com o fungo *Saccharomyces*, porém, só foi descoberto há cerca de 150 anos atrás (KEELING *et al.*, 2005). Com o passar do tempo, o filo sofreu várias modificações e os estudos só se intensificaram no ano de 1980 com novas técnicas moleculares e devido ao reconhecimento do filo como o grupo de parasitas mais importantes nos seres humanos (SHADDUCK & GREELEY, 1989; ORENSTEIN, 1991; SCHUITEMA *et al.*, 1993). Com a aplicação do PCR no diagnóstico das doenças causadas por microsporídios, vários pesquisadores começaram a analisar amostras de microsporídios, analisando as diferenças destes, ao qual não era possível através da microscopia óptica e eletrônica, foi então que em 1998 Cavalier Smith (1998), classificou o filo Microsporídio dentro do reino Fungi.

No Brasil, existem relatos de Wiese (1974), de que esta doença havia sido descrita pela primeira vez por Emilio Schenk em seu livro “O apicultor brasileiro” publicado no ano de 1925. Rossi & Dávila (1970) citaram também uma investigação feita no Rio Grande do Sul por Fedeler entre 1928 e 1929 e relataram, em 1968, um alto grau de infecção em abelhas de apiários próximo a Porto Alegre/RS. Nascimento *et al* (1970) observaram em 1969 um surto grande no Setor de Apicultura e Sericicultura do IPEACS no Rio de Janeiro/RJ. Camargo (1972) descreveu em seu livro que a nosemose havia sido constatada pelo Dr. Laidlaw entre 1954 e 1955, nos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo e que em

Santa Catarina foi constatada em 1963, causando um grande índice de mortalidade. A partir da década de 80 não houve casos registrados da doença em abelhas africanizadas (MESSAGE *et al.*, 2012).

A espécie *Nosema cerana* foi encontrada inicialmente em abelhas *Apis cerana*, graças ao advento das técnicas moleculares baseadas em PCR (Polymerase Chain Reaction) (FRIES *et al.*, 1996). Logo a seguir foi detectada por Huang *et al.* (2007) em abelhas *Apis mellifera* em Taiwan e por Higes *et al.* (2006) e Paxton *et al.* (2007) na Europa.

Segundo Message *et al.* (2012b), no Brasil foi detectada em 2006 na região de Altinópolis através de análises microscópicas e confirmadas como *N. ceranae* por KLEE *et al.* (2007) e descreve que em 2007 foi observado a presença do microsporídio em todas as colmeias distribuídas nos 20 apiários na mesma região, totalizando 1.100 colônias infectadas.

Segundo Paxton (2010), pode-se afirmar que *A. mellifera* não é o hospedeiro original de *N. ceranae*, mas que em um determinado momento esta espécie mais virulenta foi introduzida na abelha *A. mellifera*, sugerindo a ideia da veiculação dos esporos através de enxames importados e a, conseqüente, falta de controle sanitário. No entanto, a situação ainda é muito controversa, pois, Teixeira *et al.* (2013) mostraram que a *N. ceranae* está presente no Brasil há mais de três décadas.

Os efeitos da *N. ceranae* sobre as abelhas ainda é muito discutido. Recentemente, em um workshop (COLOSS Workshop 2009) sobre a doença, ela foi denominada de Nosemose tipo C, por ela apresentar um padrão epidemiológico diferente daquele apresentado pela *N. apis*, podendo ser detectado esporos ao longo de todo o ano. Embora contestado por alguns pesquisadores, Higes *et al.* (2008) descrevem um caso de colapso de colônia causado pela *N. ceranae*. No Brasil, Message *et al.* (2012a) relatam diferentes colapsos (CCD e Cria Marrom) em 15 das 20 colmeias experimentais ocorrido em 2010. As cinco colônias que sobreviveram neste período de colapsos e declínio estavam entre as que apresentaram maior número de esporos de *Nosema ceranae* no início dos experimentos. Entre as que sobraram somente uma sobreviveu a outro tipo de colapso causado, possivelmente, por altas taxas de esporos nas abelhas, chegando a 40 milhões de esporos (D.Message, inf. Pessoal).

### 3.6.5 Ciclo de vida e reprodução do microsporídio *Nosema spp.*

Os microsporídios, como são parasitas intracelulares obrigatórios, necessitam da energia do hospedeiro para se reproduzir. As abelhas se contaminam através da ingestão ou inalação de esporos contaminados no ambiente, mel, água, durante as atividades de limpeza, trofalaxia e até pelo manejo inadequado dos equipamentos apícolas (L'ARRIVEE, 1965; BAILEY & BALL, 1991; HIGES *et al.*, 2009).

A transmissão do microsporídio dentro da colmeia em países de clima temperado é maior durante o inverno, onde as abelhas são obrigadas a defecar no ambiente interno devido às dificuldades para realizar o voo. O microrganismo é capaz de sobreviver no ambiente na forma de esporos viáveis por mais de um ano, aumentando ainda mais o grau de contaminação (WITTNER & WEISS, 1999; FRIES, 1993; PERNAL, 2012).

Assim que a abelha ingere o esporo de *Nosema spp.*, rapidamente ele atinge o intestino médio, onde o microsporídio libera um filamento longo, que penetra nas células epiteliais, transferindo a forma vegetativa, para o interior das células epiteliais ocorrendo a replicação dos parasitas e mais tarde a produção de esporos, infectando todo o intestino em torno de duas semanas (FORSGREN & FRIES, 2010; PERNAL, 2012).

Com relação aos efeitos da temperatura e/ou outras condições ambientais sobre os esporos ou sobre a doença causada pela *Nosema spp.*, pouco se sabe. MALONE *et al.* (2001) mostram que no caso de nosemose causado pelo microsporídio *N. apis* os esporos quando mantidos secos sobre uma lâmina perdiam a viabilidade depois de 3 a 5 dias em 40°, 45° e 49°C.

MARTÍN-HERNÁNDEZ *et al.* (2009) observaram que o potencial biótico de *N. apis* e de *N. ceranae* eram similares em 33°C, mas existia uma alta proporção de estágios imaturos de *N. ceranae* do que de *N. apis*. Entre 25 e 37°C, o potencial biótico de *N. ceranae* era mais alto do que em *N. apis*. Estes autores ainda afirmam que a melhor adaptação de *N. ceranae* para completar o seu ciclo endógeno em temperaturas diferenciais suportam a observação dos diferentes padrões epidemiológicos que vem sendo observados.

Por ser uma doença emergente, melhor para entender a relação parasita (*Nosema spp.*) e seu hospedeiro (*Apis mellifera*) ainda são necessários desenvolver diferentes experimentos que possam estabelecer alguma relação da doença com condições climáticas.

No entanto, Mayack & Naug (2009) observaram que existe uma demanda energética alta sobre o hospedeiro quando a relação parasita/hospedeiro é menos co-evoluída. Eles observaram em teste de resposta de extensão de probóscide que abelhas infectadas com *N. ceranae* têm um nível de fome maior que a leva a uma baixa sobrevivência, enquanto que abelhas infectadas recebendo alimento *ad libitum* não apresentavam diferenças significativas daquelas não infectadas. No período seco do Semiárido é possível ocorrer uma deficiência alimentar por falta de flores, portanto, o tempo de vida ou a taxa de infecção poderiam ser afetados nesse período em relação ao período das chuvas quando há abundância de alimento.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL DE INSTALAÇÃO DO APIÁRIO EXPERIMENTAL

A pesquisa foi realizada no Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte (CETAPIS), localizado na Fazenda Experimental “Rafael Fernandes” pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no bairro Alagoinha, Mossoró-RN. Para o experimento foram instaladas colmeias modelo Langstroth e numeradas, contendo abelhas africanizadas, coletadas no decorrer do ano de 2014. Todas as colmeias foram padronizadas inicialmente com mesmo número de quadros de cria, abelhas e alimento (mel e pólen).

Das 20 colmeias, 10 foram sorteadas e instaladas cerca de um metro uma da outra, com alvado voltado para face norte, sob uma latada (estrutura metálica com a cobertura de folhas de coqueiro), construída no sentido leste-oeste para evitar exposição direta das colmeias à insolação durante o dia, ficando protegida em cerca de 90% da insolação direta (Figura 1A). As outras dez colmeias foram instaladas cerca de um metro uma da outra, a 15 metros a frente da latada, também com alvado voltado para face norte, recebendo insolação direta durante o dia inteiro, sem nenhuma proteção, (Figura 1B). Perto do apiário estavam instalados bebedouros para fornecer água *ad libitum*. Nas coletas durante o período da seca, foi fornecida alimentação para manutenção dos enxames, constituída de um xarope energético 30% (água + açúcar) e uma ração proteica (extrato de soja + farinha de trigo + fubá), na proporção de 1:1:1, suprimindo parcialmente a falta de pólen na natureza.



**Figura 1:** Colmeias instaladas em ambiente: A) Sombreado; B) Diretamente no sol, no semiárido nordestino. Foto: SOUZA, 2014.

## 4.2 COLETA DE AMOSTRAS

### **4.2.1 Infestação de varroa em abelhas adultas e nas crias pelo ácaro *Varroa destructor*, comportamento higiênico e estimação da população relativa de abelhas adultas e crias**

As amostras de abelhas e quadros de cria para análise de infestação pelo ácaro *Varroa destructor*, foram coletadas durante os dias 19/8, 23/09, 07/10 e 30/11 no ano de 2015, correspondendo ao período de estiagem na região, totalizando quatro coletas por colmeia em cada um dos tratamentos (sombra e sol).

#### **4.2.1.1 Infestação em abelhas adultas pelo ácaro *Varroa destructor***

Cerca de 300 abelhas foram coletadas de um quadro de cria operculada, em um frasco de boca larga contendo 250 ml de álcool 70%. Para avaliar a taxa de infestação em abelhas adultas, utilizou-se o método descrito por De Jong *et al.* (1982), tendo-se o devido cuidado de repetir as lavagens enquanto algum ácaro fosse detectado após a filtração.

- Taxa de infestação em abelhas adultas (%) = (Total de ácaros encontrados / Número de abelhas operárias da amostra) x 100.

#### **4.2.1.2 Infestação nas crias pelo ácaro *Varroa destructor***

Para esta análise um quadro de cria de cada colmeia foi retirado e levado para o laboratório, onde 100 alvéolos contendo crias recém operculadas foram abertos com o auxílio de uma pinça anatômica e analisados quanto à presença do ácaro. Mediu-se a taxa de infestação em crias utilizando-se o mesmo cálculo feito em relação às abelhas adultas.

- Taxa de infestação na área de cria (%) = (Número de ácaros encontrados / Número de crias analisadas) x 100.

Esta taxa de infestação, por medir o número de ácaros em 100 crias, pode ser superior ao número de células infestadas e reflete o número de ácaros que passam de uma fase forética sobre as abelhas adultas, para uma possível fase reprodutiva sobre as crias. Esta taxa foi avaliada em crias recém operculadas para evitar que as abelhas adultas pudessem remover os ácaros devido ao comportamento higiênico, reduzindo a taxa de infestação.

#### **4.2.1.3 Comportamento Higiênico**

Cada colmeia instalada na sombra e no sol foi também avaliada quanto ao comportamento higiênico. Para tal, 100 crias, em uma área com predominância de pupas de olho branco, foram perfuradas com uma agulha entomológica baseando-se na técnica de Newton & Ostasiewski(1986), modificada por Gramacho & Gonçalves (1994), sem levar em consideração o teste controle, e analisadas 24 horas após, quanto ao número de crias mortas removidas.

#### **4.2.1.4 Estimação da população relativa de abelhas adultas e de crias**

Para estimar as condições das colmeias em termos populacionais, com o mínimo de perturbação, ao abrir a colmeia, utilizava-se pouca fumaça, que era aplicada somente no alvado, e tão logo a tampa era aberta, observava-se o número de quadros totalmente ocupados por abelhas adultas, e em seguida, contava-se rapidamente quantos quadros continham crias (ovo, larva e cria operculada), utilizando-se de um método semelhante ao de Al-Tikrity *et al.* (1971), com modificações para torna-lo rápido e com pouca perturbação na colmeia. Para tal, um quadro era dividido visualmente em quatro partes de cada lado, totalizando oito partes por quadro. Se todos os quadros do ninho estivessem completos com crias, o valor final seria igual a 80.

#### **4.2.1.5 Análise estatística**

Os dados coletados foram analisados estatisticamente utilizando o programa estatístico SPSS versão 23.0. Após análise da normalidade por Shapiro-Wilk e homocedasticidade por Levene, diferenças estatísticas foram obtidas através de teste t independente. Dados percentuais sofreram transformação arco-seno. Valores de  $p < 0,05$  foram considerados significativos.

#### **4.2.2 Infestação de *Nosema ceranae* no período de safra (período chuvoso) e entressafra (período seco).**

Foram realizadas quatro coletas no período de safra, nos dias 30/01, 20/03, 09/04 e 10/05, e quatro coletas no período da entressafra nos dias 18/08, 23/09, 07/10 e 30/11, totalizando oito amostras por colmeia.

As abelhas foram coletadas pela manhã durante o período de voo, entre as 07h30min.-08h30min. Para coletar somente abelhas campeiras as entradas das colmeias foram fechadas com auxílio de uma espuma. As abelhas chegando do campo eram capturadas no alvado com auxílio de um aparelho sugador portátil (modelo Message e Magrini), permitindo que apenas as abelhas campeiras que estavam retornando do campo fossem coletadas. As abelhas sugadas eram transportadas pela sucção do aparelho até um pote plástico com álcool 70% que era removido, devidamente tampado e os dados da coleta marcados em um papel com lápis e sobre a tampa, permanecendo as abelhas no mesmo até serem analisadas. Foram coletadas pelo menos 30 abelhas de cada colmeia, utilizadas para determinar o número de esporos por abelha.

##### **4.2.2.1 Análise Laboratorial (Nível de esporos por abelha da colônia)**

Para avaliar o número de esporos por abelha de cada amostra, foram maceradas 30 abelhas adicionando-se até o final do procedimento a quantidade de 1 ml de água destilada



por abelha, segundo o método descrito por Cantwell (1970), com pequenas modificações. Após a maceração o extrato foi filtrado em um funil contendo uma gaze dobrada adicionado de uma camada de algodão. Para adequar o processo, as abelhas eram maceradas com até a metade da água, sendo o restante utilizado para limpar o almofariz e o pistilo, e seu conteúdo transferido para ser coado no filtro. Após o líquido ser coado, a gaze no final era devidamente comprimida para liberar o máximo de líquido e de esporos. A suspensão resultante foi analisada através de microscópio óptico com aumento de 400x, utilizando-se uma câmara de Neubauer espelhada. A contagem dos esporos/mm<sup>3</sup> foi realizada a partir dos 25 campos presentes na parte central da câmara de Neubauer. O resultado expresso conforme fórmula:  $\bar{Y} \times 10^4$ , onde  $\bar{Y}$  é igual o total de esporos nos 25 campos analisados na câmara de Neubauer (CANTWELL, 1970; CORNEJO & ROSSI, 1974).

#### **4.2.2.2 Análise estatística**

Para verificação da Distribuição Gaussiana os dados foram submetidos aos testes Kolmogorov-Sminorv e ao teste Shapiro-Wilk, ambos, a 5% de probabilidade.

Para comparação de médias, no período de safra e no período de entressafra, foi utilizado o teste de Wilcoxon a 5% de probabilidade.

Com a finalidade de comparar as diferenças entre as datas, utilizou-se o teste de Man-Whitney com nível de significância de 5%, e para a comparação das médias que apresentaram variação foi aplicado em seguida o teste de Dunn a 5 % de probabilidade.

O programa estatístico utilizado foi o BioEstat versão 5.0.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 AVALIAÇÃO DO SOMBREAMENTO E INSOLAÇÃO DIRETA NA COLÔNIA SOBRE *Varroa destructor*, COMPORTAMENTO HIGIÊNICO E POPULAÇÃO DA COLMEIA

Na Tabela 1 são sumarizados os resultados médios obtidos das 10 colmeias instaladas na sombra e 10 colmeias instaladas no sol, avaliadas em quatro semanas diferentes, ao longo do período seco (entressafra) do Semiárido da região de Mossoró-RN.

**Tabela 1.** Médias e respectivos erros padrões da infestação do ácaro *Varroa destructor* em abelhas adultas e crias; do comportamento higiênico e da estimativa de população de abelhas adultas e crias em colmeias de abelhas *Apis mellifera* (africanizadas), instaladas na sombra (G1) e no sol (G2) no Semiárido Brasileiro

Variáveis	Grupos	Média ± erro padrão	Mínimo-Máximo	p-valor
Comportamento higiênico (%)	G1	57,61 ± 6,44	31,33 – 88,00	0,979
	G2	57,33 ± 7,96	23,00 – 100,0	
Infestação plena de <i>V. destructor</i> em 100 crias de abelhas recém operculadas (%)	G1	18,40 ± 2,92	05,33 – 33,33	0,253
	G2	24,26 ± 4,01	11,33 – 47,00	
Infestação de <i>V. destructor</i> em abelhas adultas (%)	G1	06,54 ± 0,59	02,92 – 09,16	0,016*
	G2	09,71 ± 1,02	05,78 – 15,83	
Estimativa da população de abelhas adultas* <sup>1</sup> (unidades)	G1	08,47 ± 0,55	05,50 – 10,00	0,087
	G2	07,10 ± 0,52	04,25 – 10,00	
Estimativa da população de crias* <sup>2</sup> (unidades)	G1	16,41 ± 2,20	07,88 – 27,38	0,182
	G2	12,91 ± 1,15	08,00 – 17,75	

\*Diferença estatística ( $p < 0,05$ ); (\*<sup>1</sup>) refere-se a um valor relativo da população de abelhas adultas. Um valor igual a 8 significa que as abelhas da colônia estão cobrindo 8 quadros do ninho com abelhas adultas. (\*<sup>2</sup>) refere-se a uma avaliação visual rápida para obter um valor relativo da população de crias. Para tal, um quadro repleto de crias em ambos os lados seria igual a 8 e se todos os quadros do ninho estivessem completos de crias ter-se-ia um valor total igual a 80.

Os valores médios da taxa de infestação nas abelhas adultas de todas as colmeias avaliadas nas quatro repetições foram de  $6,54 \pm 0,59\%$  na sombra e  $9,71 \pm 1,02\%$  no sol (Tabela 1), variando de 2,92%, menor resultado encontrado em uma colmeia na sombra, a 15,83%, maior resultado encontrado em uma colmeia no sol que recebia a incidência total da insolação diária.

A taxa de infestação foi significativamente superior no sol, onde as colmeias receberam insolação direta, do que na sombra ( $P=0.016$ ). Pontara *et al.* (2011) também observaram que a taxa de infestação do ácaro é menor quando as colmeias são instaladas na sombra. A taxa de infestação plena nas crias, denominação que estamos atribuindo ao

número de ácaros que se transferem da fase forética em abelhas adultas para 100 crias recém operculadas, normalmente com a finalidade de reprodução, também teve uma tendência de ser inferior, nas colmeias instaladas na sombra, no entanto, esta diferença não foi significativa ( $P=0.253$ ).

Brito (2014) encontrou uma taxa de infestação que variava entre 2,1 e 4,0%, abaixo do encontrado no presente trabalho, fato que possivelmente ocorreu devido às épocas de coletas serem diferentes, sendo que as taxas de infestações variam de acordo com a época do ano, onde no período seco a falta de alimento diminui a área de cria, fazendo com que os ácaros se concentrem mais nas abelhas adultas como afirmam Moretto *et al.* (1991b). Pinto *et al.* (2011) também encontraram resultados semelhantes em apiários com taxa de infestação no inverno de 10,3% e 4,3% no verão.

Outro fator para explicar a diferença na taxa de infestação entre o sol e a sombra é a temperatura. Segundo Winston (2003), as abelhas desviam suas funções de acordo com as necessidades fisiológicas do enxame, se a temperatura externa está elevada, as abelhas vão desviar suas funções para manter a termorregulação da colmeia, podendo neste caso até reduzir a remoção de crias infestadas, que poderia implicar em um aumento da taxa de infestação ao longo do tempo. Neste trabalho, o comportamento higiênico mostrou-se semelhante em colmeias na sombra e no sol (Tabela 1), necessitando, portanto, de mais estudos a respeito.

Ainda em relação aos efeitos de temperatura, Moretto *et al.* (1991b) observaram que em regiões mais frias, como no município de São Joaquim, SC, a taxa de infestação era mais alta do que em regiões mais quentes, resultado este que poderia estar envolvendo mecanismos fisiológicos similares àqueles sobre efeito de altas temperaturas, ou seja, a termorregulação feita pelas abelhas poderia afetar o comportamento higiênico e desta forma a infestação nas abelhas.

Estes resultados dão uma forte indicação de que as condições climáticas no entorno das colmeias, propiciada pelo sombreamento, influenciam na dinâmica populacional do ácaro *Varroa destructor*. Este resultado corrobora com aqueles observados por Alencar (2005); Almeida *et al.* (2007); Sombra & Gonçalves (2012); Sombra (2013) e Santos (2015), que em diferentes trabalhos observaram que o conforto térmico, propiciado pela instalação das colmeias na sombra, conferem a elas condições mais favoráveis para o desenvolvimento da sua população e, conseqüentemente, apresentam maior produtividade do que em relação

àquelas instaladas no sol. É possível que mecanismos fisiológicos envolvidos nestes casos também possam estar influenciando positivamente o equilíbrio da relação parasita-hospedeiro em análise, envolvendo no caso, a abelha africanizada *Apis mellifera* e o ácaro *Varroa destructor*.

Portanto, para as médias e para o valor mínimo e valor máximo da taxa de infestação observado (Tabela 1), pode-se inferir que para colmeias não tratadas, como ocorreu no referido experimento, estes níveis de infestação de 6,54% na sombra e 9,71% no sol, podem ser considerados relativamente baixos. Alattal *et al.* (2006), na região da Jordânia, avaliando abelhas *A. m. syriaca* e *A. m. carnica*, que também não receberam tratamentos por 10 meses antes dos experimentos, observaram uma taxa de infestação em crias bem superior, ou seja, entre 19-28% no verão e 22-32% no outono e uma fertilidade média das fêmeas que entram nas células de crias para se reproduzir da ordem de 90-98% em *A. m. carnica* e de 88-96% em *A. m. syriaca*.

Taxas altas de infestação nas crias, durante o outono parecem ser natural, pois, segundo Dejair Message (informação pessoal), no outono de 1995, ele detectou em um favo de cria de uma colônia de abelhas europeias de um apiário experimental da Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Inglaterra, com 100% das crias infestadas e todas com altos números de ácaros adultos, chegando, em um caso, a observar 23 fêmeas adultas de *Varroa destructor* em uma única célula de cria de operária.

Este equilíbrio parasita-hospedeiro nas condições tropicais brasileiras tem permitido a sobrevivência de ambos, sem a necessidade de se efetuar tratamentos com acaricidas para controlar a população do ácaro, como não ocorre nos países de clima temperado onde o tratamento tornou-se imprescindível, caso contrário, a colônia é exterminada em pouco tempo.

Vários fatores poderiam estar contribuindo para este equilíbrio, como a remoção do ácaro de seu corpo (*grooming*); o comportamento higiênico; o tamanho das células e o menor tempo de desenvolvimento da cria após fase de alimentação (MESSAGE, 1986; MORETTO *et al.*, 1991a; MESSAGE & GONÇALVES, 1995; GUERRA Jr. *et al.*, 2000).

No entanto, com a introdução do haplótipo K e, conseqüente, aumento da fertilidade do ácaro *Varroa destructor* para níveis próximos àqueles observados nas colônias de abelhas na Europa (GARRIDO *et al.*, 2003), outros mecanismos começaram a ser evidenciados.

Correa-Marques & De Jong (1998) descrevem um comportamento de desoperculação prematura de células operculadas com crias aparentemente normais e, analisando 360 destas células, observaram que 46% continham o ácaro fêmea ou fezes nas paredes e somente 18% fezes de larvas de *Galleria mellonella*. Analisando as crias da mesma colmeia observaram uma taxa de infestação de somente 12%, mostrando que as abelhas desoperculam seletivamente células infestadas com *Varroa destructor*. Message *et al.* (2012b) relacionou estas crias desoperculadas normais com o caso do quadro clínico denominado de “Cria Careca” que é típico na traça da cera, no entanto, também observou uma incidência acima de 70% contendo o ácaro *Varroa destructor* ou fezes na parede da célula, que segundo Rosenkranz *et al.* (2010) é um indicativo da presença de *V. destructor* férteis se reproduzindo.

Esses mecanismos de supressão da reprodução do ácaro são hoje bastante estudados e utilizados em projetos de seleção de linhagens de abelhas mais tolerantes nos Estados Unidos e em outras partes do mundo, sendo denominado no momento de VSH (*Varroa Sensitive Hygiene*), ou seja, um comportamento higiênico especial que afeta a reprodução do ácaro (HARBO & HARRIS, 2005; VILLA *et al.*, 2009; RINDERER *et al.*, 2010). No entanto, Ibrahim & Spivak (2006), observaram que existiam pequenas diferenças entre o comportamento higiênico e o VHS, ou seja, colônias selecionadas para VHS removiam mais rapidamente crias com varroa do que colônias selecionadas para o comportamento higiênico e as crias com este genótipo também interferia no sucesso reprodutivo do ácaro. Portanto, seria interessante avaliar melhor esta relação de comportamento higiênico e VHS em colmeias localizadas na sombra e no sol, embora nossos resultados mostraram não existirem diferenças significativas para o comportamento higiênico quando avaliado em colmeias situadas na sombra e no sol, respectivamente 57,1 e 57,33% (Tabela 1).

Esperava-se um nível melhor deste comportamento para as abelhas africanizadas no Nordeste, devido ao seu maior grau de africanização. Talvez este baixo nível de comportamento higiênico observado, seja devido ao período em que o mesmo foi analisado, que coincide com uma forte seca sem secreção de néctar. Boecking & Spivak (1999), relataram que na ausência de fluxo de néctar, somente abelhas com 15-16 dias de idade se envolvem na desoperculação e remoção de crias doentes, ao contrario, quando o fluxo de néctar é constante as abelhas forrageiras também são envolvidas.

Estes valores obtidos para o comportamento higiênico em pleno período seco de entressafra poderiam resultar na classificação destas colônias como não higiênicas, pois,

hoje para uma colônia ser selecionada como higiênica ela teria que ser capaz de desopercular e remover 95% das crias mortas em até 24 horas (SPIVAK & DOWNEY, 1998), ou 80% em 48 horas para Gramacho & Gonçalves (1994), ou 80% em 24 horas para Palacio *et al.* (2000). Portanto, valores muito superiores ao encontrado neste trabalho. Diante destes resultados, seria importante avaliar o comportamento higiênico e suas relações com as taxas de infestação do ácaro em um período mais longo, compreendendo as estações chuvosas, onde ocorre um fluxo de néctar mais abundante e a da seca, onde praticamente este fluxo de néctar é inexistente, com as colmeias dispostas sobre sol e sombra.

Na tabela 1 também pode ser observado que a quantidade de crias e de abelhas adultas é baixa e que na sombra tem uma pequena tendência de serem superiores do que no sol.

O comportamento higiênico não apresentou diferenças significativas quando comparado na sombra e no sol (Tabela 1), mas na sombra apresentou uma correlação negativa significativa com a quantidade de *V. destructor* nas abelhas adultas e uma correlação positiva com a quantidade de crias e abelhas adultas (Tabela 2). No sol observa-se que o comportamento higiênico foi mais eficiente quando há mais crias e abelhas adultas e entre estas duas variáveis observa-se uma correlação positiva (Tabela 3).

Em termos práticos o presente trabalho contribui para a apicultura do nordeste ao mostrar que se o apicultor dispõe suas colmeias em sistemas de coberturas tipo latada, com teto feito de folhas de carnaúba; coqueiro; telhas de barro ou mesmo sombra natural, ele estará contribuindo para reduzir significativamente a taxa de infestação do ácaro *Varroa destructor*.

**Tabela 2** - Correlação entre as variáveis: comportamento higiênico; taxa de infestação do ácaro *Varroa destructor* em abelhas adultas e crias; tamanho da população de abelhas adultas e crias, em colmeias instaladas na sombra

	Comportamento Higiênico	Infestação nas crias	Infestação em abelhas adulta	População de abelhas adultas
Infestação nas crias	-0,041	-		
Infestação em abelhas adultas	-0,633*	0,272	-	
População de abelhas adultas	0,727*	0,193	-0,250	-
Quantidade de crias	0,683*	0,058	-0,355	0,595

\*Significância estatística ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3** - Correlação entre as variáveis: comportamento higiênico; taxa de infestação do ácaro *Varroa destructor* em abelhas adultas e nas crias; tamanho da população de abelhas adultas e crias, em colmeias instaladas no sol.

	Comportamento Higiênico	Infestação em crias	Infestação em abelhas adultas	População de abelhas adultas
Infestação nas crias	-0,011	-		
Infestação em abelhas adultas	-0,447	0,525	-	
População de abelhas adultas.	0,742*	0,358	-0,334	-
Quantidade de crias	0,780*	0,416	-0,241	0,789*

\*Significância estatística ( $p < 0,05$ ).

## 5.2 INFESTAÇÃO DE *Nosema ceranae* NO PERÍODO DE SAFRA E ENTRESSAFRA

Das 20 colônias avaliadas no apiário experimental tanto no sol quanto na sombra, verificou-se uma prevalência de 100% de *Nosema ceranae*. De acordo com análises moleculares feitas no Laboratório de Sanidade Apícola (LASA) da APTA/SAA-SP (Polo Regional do Vale do Paraíba), Pindamonhangaba, SP, foi detectado que a espécie na região de Mossoró/RN era a *N. ceranae* (LIMA, *et al.*, 2014). Por ter sido a amostragem, desta análise, feita a partir de um pool de esporos que incluíram as colmeias do experimento, daqui para frente consideraremos que a espécie é a *N. ceranae*.

O número médio de esporos encontrados nas amostras, compreendendo o período da safra e entressafra, foram, respectivamente,  $200.000 \pm 40.869$  e  $31.250 \pm 3.900$ . Estes resultados mostrados apresentam diferença estatística significativa ( $P < 0.0001$ ), (Tabela 4).

**Tabela - 4** Médias e erro padrão do número médio de esporos (milhões) de *Nosema ceranae* em colmeias de abelhas *Apis mellifera* (africanizadas), instaladas no CETAPIS, Mossoró – RN, Brasil durante período de safra e entressafra e em relação insolação

Condição	Grupos	Média $\pm$ erro padrão	Mínimo- Máximo	p-valor
Safra – entressafra	SF	$200.000 \pm 40.869$	62.500 – 900.000	<0.0001*
	ES	$31.250 \pm 3.900$	12.500 – 87.500	
Proteção solar	G1	$131.250 \pm 42.838$	12.500 – 900.000	0.3968 <sup>ns</sup>
	G2	$100.000 \pm 23.192$	12.500 – 350.000	

\* diferença altamente significativa ( $P=0.0001$ ); <sup>ns</sup> Diferença não significativa ( $P=0.3968$ ); SF= Safra; ES= Entressafra; G1= Sombra; G2= Sol

Um dos fatores que pode ter contribuído para esta diferença muito grande do número médio de esporos entre o período de safra e entressafra, poderia ser o aumento de manejo que ocorre naturalmente neste período de safra, causando estresse à colônia. Puc *et al.* (2011) quando comparou colônias remanejadas com enxames silvestres observou uma frequência maior de esporos nas colônias remanejadas (74%), enquanto que os enxames



silvestres a frequência de esporos foi mais baixa (53%), atribuindo essa maior frequência de esporos ao próprio manejo do apicultor, devido a manipulação constante.

Ao usar a fumaça no manejo das colmeias, normalmente, as operárias enchem o papo de mel. Se este mel estiver contaminado com esporos de *N. ceranae*, eles serão filtrados na válvula proventricular do papo e transferidos para o intestino médio da abelha. A transferência para o intestino médio causaria a infecção das células do epitélio intestinal, levando conseqüentemente a um aumento do número de abelhas infectadas dentro da colmeia, que influencia no nível de esporos detectados nas abelhas campeiras.

Sturtevant & Revell (1954) observaram que as abelhas podem remover esporos da bactéria *Paenibacillus larvae* a partir de xarope de açúcar contaminado usando este mesmo tipo de mecanismo, no entanto, neste caso os esporos não germinariam nas condições do intestino médio das abelhas e por isso não levam à infecção e seriam eliminados. Este mecanismo é um dos que levam à resistência das abelhas à Cria Pútrida Americana.

A safra corresponde ao período em que as abelhas encontram abundância de pólen e néctar na natureza e onde a trofalaxia entre as abelhas é intensa, podendo carrear o microsporídio de uma abelha para outra. Outro ponto que poderia estar influenciando nesta maior quantidade de esporos no período de safra poderia ser o fato de se ter um número alto de crias necessitando de alimentação. Para alimenta-las as nutrizes ingerem pólen que constitui a matéria prima para a produção da geleia real e de geleia de operária. Para tal as abelhas campeiras coletam mais pólen. Higes *et al.* (2007) e Lima *et al.* (2014), detectaram a presença de esporos de *Nosema ceranae* em pólen, presentes na corbícula das abelhas, portanto, as operárias nutrizes ao se alimentarem com pólen contaminado serão infectadas pelos esporos. Portanto, um maior número de abelhas alimentando-se com pólen contaminado levarão a um aumento do número de esporos nas abelhas adultas.

Smith (2012) utilizou um grupo de abelhas operárias mais velhas infectadas com esporos de *Nosema spp.* e outro grupo com abelhas operárias recém nascidas sadias dentro de gaiolas e forneceu alimento para as abelhas mais velhas, as quais e através de uma tela, mantinham contato com as abelhas recém nascidas sadias e por este meio passavam alimento para as mais novas sadias. Quando as abelhas infectadas alimentavam as abelhas sadias houve um aumento de 13 vezes no nível de infecção das abelhas sadias do que quando elas não eram alimentadas pelas abelhas mais velhas infectadas, sendo umas das causas da rápida disseminação dos esporos.

Puc *et al.* (2011) quando estudou colônias manejadas com enxames silvestres observou uma frequência maior de esporos (74%) nas colônias manejadas, enquanto que os enxames silvestres a frequência de esporos foi mais baixa em (53%) dos enxames, atribuindo essa maior frequência de esporos ao próprio manejo do apicultor, devido a manipulação constante.

Outra possibilidade para o maior número de esporos encontrado no período da safra pode ser atribuído a uma boa alimentação no período de safra a longevidade das abelhas poderá aumentar, aumentando assim o tempo para a multiplicação do microsporídeo.

Quando comparamos os dados, da safra e entressafra, juntos, levando-se em conta colmeias expostas diretamente à radiação solar contra colmeias protegidas por sombreamento, não se observou diferenças estatísticas ( $P=0.3968$ ) no número médio de esporos por abelha, com resultados obtidos iguais a  $131.250 \pm 42.838$  e  $100.000 \pm 23.192$  respectivamente, para colmeias instaladas na sombra e sol (Tabela 4).

Segundo Martin-Hernández *et al.* (2009), o ciclo de *Nosema ceranae* em *Apis mellifera*, não depende da temperatura, pois, ao testarem o nível de infecção para abelhas em temperaturas de 25°C, 33°C e 37°C, a infecção por *Nosema ceranae* foi altamente prevalente em todas as temperaturas. Outros autores (WOYCIECHOWSKI & CZEKONSKA, 1999; FENOY *et al.*, 2009; ALATTAL *et al.*, 2015) também relataram a eficiência no ciclo biológico do microsporídeo em temperaturas mais elevadas.

Como a região do presente estudo apresenta uma temperatura média anual alta (28°C), tendo apresentado nos dias de coletas temperatura média diária de 34,8°C seria esperado uma taxa de infecção bem maior, pois, a temperatura da região seria ótima para o microsporídeo expressar o seu potencial biótico. É importante salientar que a doença foi detectada pela primeira vez no estado do Rio Grande do Norte, somente em 2014 e na região de Ceará Mirim (Dejair Message, informação pessoal). Outro ponto interessante, que merece a realização de pesquisas na região, foi a descoberta feita por Huang *et al.* (2014) de marcadores genéticos em algumas linhagens de abelhas que lhes conferem maior tolerância ou resistência a este patógeno. Esta baixa taxa de infecção talvez possa ter alguma relação com mecanismos genéticos.

## 6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como conclusão geral o trabalho mostra que as condições de conforto térmico promovido pela proteção das colmeias sob uma latada com cobertura vegetal, proporciona melhores condições sanitárias para as colmeias. De forma mais específica podemos concluir que:

1. A insolação direta, no período de entressafra, sobre as colmeias aumenta significativamente a taxa de infestação do ácaro *Varroa destructor* em abelhas adultas *Apis mellifera* (africanizadas);
2. Nas crias de operárias das abelhas africanizadas há uma tendência semelhante como o acima exposto, mas não apresentou diferenças significativas;
3. O comportamento higiênico no período de entressafra foi muito baixo, tanto para colmeias instaladas na sombra quanto no sol, sendo desta forma, considerada como não higiênicas nas condições analisadas;
4. No período de entressafra quanto maior a população de abelhas africanizadas (adultas ou crias), maior a capacidade higiênica das colmeias instaladas na sombra;
5. O nível de infestação do ácaro *Varroa destructor* no período de entressafra, apresentou uma relação significativamente inversa com o comportamento higiênico, ou seja, quanto mais higiênicas forem as colônias, menor a taxa de infestação;
6. A prevalência do microsporídeo *Nosema ceranae* foi de 100% nas colmeias experimentais, no entanto, os níveis de esporos podem ser considerados muito baixos, tanto na safra quanto na entressafra;
7. Na safra o nível de esporos de *Nosema ceranae*, na população de abelhas africanizadas campeiras, é significativamente maior do que no período de entressafra.

## REFERÊNCIAS

ALATTAL, Y.; ROSENKRANZ, P.; ZEBITZ, C. P. W. Infestation levels of *Varroa destructor* in local honey bees of Jordan. **Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie**, v.15, p.321-325, 2006.

ALATTAL, Y. e ALG HAMD, A. Impact of temperature extremes on survival of indigenous and exotic honey bee subspecies, *Apis mellifera*, under desert and semiarid climates. **Bulletin of Insectology**, v.68, n.2, p.219-222, 2015

ALENCAR, L. C. Efeito do sombreamento no desenvolvimento, na produtividade e na qualidade do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em região Semi-árida. 99f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí. 2005.

ALMEIDA, G. F.; GONÇALVES, L. S.; GRAMACHO, K. P.; BELCHIOR-FILHO, V. Absconding behaviour in Africanized Honey Bees in Northeast Brazil. **Apimondia Programme & Abstracts**. In: 40th. Apimondia International Apicultural Congress, September 9<sup>th</sup> to 14<sup>th</sup>, 2007. Melbourne, Australia. p. 172, 2007.

ALMEIDA, G. F. Fatores que interferem no comportamento enxameatório de abelhas africanizadas. 120f. Tese (Doutorado em Ciências)–Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo - USP, Ribeirão Preto, 2008.

AL-TIKRITY, W. S.; HILLMANN, R. C.; BENTON, A. W. A new instrument for brood measurement in a honey bee colony. **American Bee Journal**, v.111, p.20-26, 1971.

ALVES S. B., FLECHTMAN C. H. W.; ROSA, A. E. - *Varroa jacobsoni* Oudemans, 1904 (Acari, Mesostigmata, Varroidae) also in Brazil. **Ecossistema**, v.3, p.78-79, 1978.

ANDERSON, D.L. & J.W.H. TRUEMAN. *Varroa jacobsoni* (Acari:Varroidae) is more than one species. **Experimental and Applied Acarology**, v.24, p.165-189, 2000.

AUMEIER, P.; ROSENKRANZ, P.; GONÇALVES, L. S. A comparison of the hygienic response of Africanized and European (*Apis mellifera carnica*) honey bees to *Varroa*-infested brood in tropical Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v.23, n.4, p.787–791, 2000.

BAILEY, L., BALL, B.V. Honey Bee Pathology, second ed. **Academic Press**, London, UK. P. 123-145, 1991.

BEE ALERT. Disponível em: <<http://www.semabelhasemalimento.com.br/beealert/>>. Acesso em: 22/02/2016.

BELCHIOR FILHO V.; LIRA G.A.; A contribuição do SEBRAE na exploração da apicultura no Semi-Árido brasileiro com ênfase no Rio Grande do Norte. **Anais...** In: CONGRESSO IBEROLATINO AMERICANO DE APICULTURA, 10., 2010. Natal, Natal/RN, 2010.

BOECKING, O. e DRESCHER, W. Response of *Apis mellifera* L. colonies infested with *Varroa jacobsoni* Oudemans. **Apidologie**, v.22, p.237-241, 1991.

BOECKING, O. e SPIVAK, M. Behavioral defenses of honey bees against *Varroa jacobsoni* Oudemans. **Apidologie**, v.30, p.141-158, 1999.

BRAGA, N. Apicultura alagoana começa a dar frutos. **Instituto de Terras e Reforma Agrária de Alagoas**. 2009. Disponível em: <<http://www.iteral.al.gov.br/sala-de-imprensa/noticias/2009/07/apiculturaaalagoana-comeca-a-dar-frutos>>. Acesso em: 02/12/2015.

BRITO, R. L. Sistema de informação geográfica aplicado ao diagnóstico do ácaro varroa destructorem apiários na região nordeste do Brasil. 2014. 75f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal nos trópicos). Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA. 2014.

CALDERÓN, R. A.; VANVEEN, J. W.; SOMMEIJER, M. J.; SANCHEZ L. A. Reproductive biology of *Varroa destructor* in Africanized honey bees (*Apis mellifera*). **Experimental and Applied Acarology**, v.50, n.4, p.281-297, 2010.

CAMARGO, J. M. F. Manual de apicultura. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 252p, 1972.

CANTWELL G. E. Standard methods for counting nosema spores. **American Bee Journal**, v.110, p.222-223, 1970.

CARNEIRO, F. E.; TORRES, R. R.; STRAPAZZON, R.; RAMÍREZ, S. A.; GUERRA JUNIOR, J. C. V.; KOLING, D. F.; MORETTO, G. Changes in the reproductive ability of the mite *Varroa destructor* (Anderson e Trueman) in Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) (Hymenoptera: Apidae) colonies in Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, v.36, p.949-952, 2007.

CAVALIER-SMITH, T. A revised six-kingdom system of life. **Biological Reviews**, v.73, p.203-266, 1998.

CORREA-MARQUES, M. H. Aspectos da resistência da abelha *Apis mellifera* ao ácaro *Varroa jacobsoni* no Brasil. 113f. **Tese (Doutorado)**. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo -USP, 1996.

CORRÊA-MARQUES, M. H. e DE JONG, D. Uncapping of worker bee brood, a component of the hygienic behavior of Africanized honey bees against the mite *Varroa jacobsoni* Oudemans. **Apidologie**. v.29, p.283-28, 1998.

COSENZA, G. W. e SILVA, T. Comparação entre a capacidade de limpeza de favos da abelha africana, da abelha caucasiana e de suas híbridas. **Ciência e Cultura**, v.24, n.12, 1153-1158, 1972.

CORNEJO, L. G. e ROSSI, C. O. Enfermedades de las abejas, su prolixis y prevención. Buenos Aires: Hemisferio Sur., 238p., 1974.

CRANE, E. The Varroa mite. **Bee World**, v.59, p.164-167, 1978.

CRUZAT, R.; BAASCH, V. Resultados y Lecciones en Productos en Base a Aceites Esenciales Microencapsulados para el Control del Ácaro Varroa: Proyecto de Innovación en Región del Maule. Serie experiencias de innovación para el emprendimiento agrario . **Pecuario/Apicultura**, 4 p, 2009.

DE JONG, D. Mites: Varroa and other parasites of brood. In: MORSE, R. A.; FLOTTUM, K. (Ed.). Honey bee pests, predators and diseases.3. ed. Medina, Ohio: **Root Company**, p. 279-327, 1997.

DE JONG, D. e GONÇALVES, L.S. The varroa problem in Brazil. **American Bee Journal**, v.121, p. 186-189, 1981.

DE JONG, D. e SOARES, A.E.E. An isolated population of Italian bees that has survived *Varroa jacobsoni* infestation without treatment for over 12 years. **American Bee Journal**, v.13,1997.

DELFINADO, M. D. Mites of the honey been in South-east Asia. **Journal of Apiculture Research**, v.2, p.113-114, 1963

DONZÉ, G. e GUERIN, P. M. Behavioral attributes and parental care of Varroa mites parasitizing honeybee brood. **Behavioral Ecology and Sociobiology Journal**, v.34, p.305–319, 1994.

DONZÉ, G.; HERRMANN, M.; BACHOFEN, B.; GUERIN, P. M. Effect of mating frequency and brood cell infestation rate on the reproductive success of the honeybee parasite *Varroa jacobsoni* . **Ecological Entomology**, v.21, p.17–26, 1996.

FAERN. Federação da Agricultura e Pecuária do Rio Grande do Norte. Notícias. Balanço da seca. 28 de janeiro de 2013. Disponível em: <[http://www.senarnn.com.br/site2011/imprensa.php?id=4154&titulo=balana aaca-seca](http://www.senarnn.com.br/site2011/imprensa.php?id=4154&titulo=balana+aaca-seca)>. Acesso em: 16/01/2016.

FAHLE, N., ROSENKRANZ, P. Mate choice in Varroa destructor: male mites prefer young females. In: IUSS I-Proceedings of the German Section Meeting at Halle, **ISBN 3-901864-02-4**, 2005.

FAHRENHOLZ, L.; LAMPRECHT, I.; SCHRICKER, B. Calorimetric investigations of different castes of honey bees, *Apis mellifera carnica*. **Journal of Comparative Physiology**, v. 162, n. 2, p. 119-130, 1992.

FENOY S. R. C.; HIGES, M.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; DEL AGUILA, C. High-level resistance of *Nosema ceranae*, a parasite of the honeybee, to temperature and desiccation. **Apply Environment. Microbiology**, v.75, n.21, p.6886–6889,2009

FERNÁNDEZ, N.; EGUARAS, M.; HERNÁNDEZ, D. Distribution patterns of *Varroa jacobsoni Oudemans* on *Apis mellifera L* during winter in Argentina. **Apidologie**,v.24, p.397–401, 1993.

FOKING, S; GIUSEPPE, D. G.; ERRA, F.; DINI, F. Infecting the hipotrichous ciliate, *Euplotes woodruffi*, with observations on microsporidian infections in Ciliophora. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, v.55, n. 3,p. 214-228,2008.

FORSGREN, E. e FRIES. (2010) Comparative virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in individual European honey bees. **Veterinary Parasitology**, v.170, p.212–217, 2010.

FRANZEN, C. e MÜLLER, A. Molecular techniques for detection, species differentiation, and phylogenetic analysis of microsporidia. **Clinical Microbiology Reviews**, v.12, n.2, p.243-285, 1999.

FRIES, I. *Nosema apis*: A parasite in the honey bee colony, **Bee World**, v.74, p 5–19, 1993.

FRIES, I.; FENG, F.; SILVA, A. D.; SLEMENDA, S. B.; PIENIAZEK, N. J. *Nosema ceranae* n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera, Apidae). **European Journal of Protistology**, v.32, p.356-365, 1996.

FUCHS, S. Preference for drone brood cells by *Varroa jacobsoni* Oudemans in colonies of *Apis mellifera carnica*. **Apidologie**, v.21, p.193-199, 1990.

GARRIDO, C.; ROSENKRANZ, P., PAXTON, R. J., GONÇALVES L. S. Temporal changes in *Varroa destructor* fertility and haplotype in Brazil. **Apidologie**, v.53, p.535-54, 2003.

GONÇALVES, L.S. The introduction of the african bees (*Apis mellifera adansonii*) into Brazil and some comments on their spread in South America. **American Bee Journal**. v.114(11), p.414- 415, 419, 1974.

GONÇALVES, L. S.; SOARES, A. E. E.; STORT, A. C.; BURIOLLA, A. H.; ISSA, M. R. C.; STEINER, J. Infestação de apiaries paulistas pelo ácaro *Varroa jacobsoni* e expansão da praga no Brasil. **Ciência e Cultura**, v.33, p.677, 1981.

GONÇALVES, L. S. e GRAMACHO, K. P. Comportamento higiênico de abelhas *Apis mellifera*: crias de operárias versus crias de zangão. IN: Encontro sobre abelhas, 4, 2000, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto, SP: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, pp. 66-70, 2000.

GONÇALVES, L. S. Enxameação de abelhas africanizadas, causas, consequências e controle. **Anais do 10º Congresso Iberolatinoamericano de Apicultura**, Natal–RN, Brasil, 2010.

GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D.; GRAMACHO, K. P. A expansão da apicultura e da tecnologia apícola no nordeste brasileiro com especial destaque para o Rio Grande do Norte. **Mensagem Doce**, v.3. p. 7-15, 2010.

GRAMACHO, K. P. e GONÇALVES, L. S. Estudo comparativo dos métodos de congelamento e perfuração de crias para avaliação do comportamento higiênico em abelhas africanizadas. Anais... In: 4º Congresso latinoiberoamericano de apicultura. Córdoba-Argentina. p.45, 1994.

GUERRA JR.; 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.

GUERRA JR.; J. C.; ISSA, M. R. C.; CARNEIRO, F. E.; STRAPAZZON, R.; MORETTO, G. RAPD. Identification of *Varroa destructor* genotypes in Brazil and other regions of the Americas. **Genetics and Molecular Research**, v. 9, n. 1, p. 303-308, 2010.

HARBO, J. R. e HARRIS, J. W. Selecting honey bees for resistance to *Varroa jacobsoni*. **Apidologie**, v. 30, n. 2/3, p. 183-196, 1999.

HARBO, J. R. e HARRIS, J.W. Responses to varroa by honey bees with different levels of varroa sensitive hygiene. **Journal of Apicultural Research**. v.48, p.156-161, 2009.

HARBO, R. e HARRIS, J. W. Suppressed mite reproduction explained by the behaviour of adult bees. **Journal of Apicultural Research**, v.44, p.21-23, 2005.

HEINRICH, B. e ESCH, H. (1994). Thermoregulation in bees. **American Scientist**, v.82, p.164 -170, 1994.

HENRY,M., ROLLIN, O., APTEL,J.,TCHAMITCHIAN, S., BEGUIN,M., REQUIER, F., ROLLIN, O., DECOURTYE, A. A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in Honey Bees. **Science**, 2012.

HIGES, M.; MARTÍN, R.; MEANA, A. *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe, **Journal of Invertebrate Pathology**. v.92, p.93–95, 2006.

HIGES M, GARCIA-PALENCIA P, MARTIN-HERNANDEZ R, MEANA A. Experimental infection of *Apis mellifera* honeybees with *Nosema ceranae* (Microsporidia) **Journal of Invertebrate Pathology**, v.94, p.211–217, 2007.

HIGES M., MARTÍN-HERNÁNDEZ R., BOTÍAS C., BAILÓN E. G., GONZÁLEZ-PORTO A .V., BARRIOS L., DEL NOZAL M .J., BERNAL J. L., JIMÉNEZ J .J., PALENCIA P.G., MEANA A. (2008) How natural infection by *Nosema ceranae* causes honey bee colony collapse, **Environmental Microbiology**, v.10, p.2659–2669, 2008.

HIGES, M.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; GARRIDO-BAILÓN; BOTÍAS, C.; MEANA, A. The presence of *Nosema ceranae* (Microsporidia) in North African honey bees (*Apis mellifera intermissa*). **Journal of Apicultural Research**. V.48, p.217–219, 2009.

HUANG, W.F.; JIANG J. H.; CHEN, Y. W.; WANG, C. H. A *Nosema ceranae* isolate from the honeybee *Apis mellifera* , **Apidologie**, v.38, p.30–37, 2007.

HUANG, W. F.; BOCQUET, M, LEE K. C.; SUNG, I. H.; JIANG, J. H, CHEN, Y. W, WANG, C. H. The comparison of rDNA spacer regions of *Nosema ceranae* isolates from different hosts and locations. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.97, p.9–13, 2008.

HUANG, Q.; KRYGER, P.; LE, CONTE, Y.; LATTORFF, H. M. G.; KRAUS, F. B.; MORITZ, R. F. A. Four quantitative trait loci associated with low *Nosema ceranae* (Microsporidia) spore load in the honeybee *Apis mellifera*. **Apidologie**, v.45, n2. p.248-256, 2014.



IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal 2012. ISSN 0101-4234 Produção Pec. municipal, Rio de Janeiro, v. 40, p.1- 71, 2012. Disponível em: ICEPA. Instituto de planejamento e economia agrícola de Santa Catarina. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2013**. Disponível em: <[http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese\\_2010/mel.pdf](http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese_2010/mel.pdf)>. Acesso em: 02/12/2015.

IBRAHIM, A. e SPIVAK, M. The relationship between hygienic behavior and suppression of mite reproduction as honey bee (*Apis mellifera*) mechanisms of resistance to *Varroa destructor*. **Apidologie**, v. 37, n. 1, p. 31-40, 2006.

ICEPA. Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2009-2010**. Disponível em: <[http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese\\_2010/mel.pdf](http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese_2010/mel.pdf)>. Acesso em: 02/12/2015.

ICEPA. Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2013**. Disponível em: <[http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese\\_2010/mel.pdf](http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese_2010/mel.pdf)>. Acesso em: 02/12/2015.

IFANTIDIS, M. D. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* in worker and drone honey bee brood cells. **Journal of Apicultural Research**, v.22, p.200–206, 1983.

IFANTIDIS, M. D. Re-examination of some parameters concerning reproduction of the mite *Varroa jacobsoni* Oudemans. **Congress proceedings...** In: Proceedings of the International Symposium on Recent Research on Bee Pathology, Gent, Belgium, p.20–26, 1990.

IFANTIDIS, M. D.; THRASHYVOULOU, A.; PAPPAS, M. Some aspects of the process of *Varroa jacobsoni* mite entrance into honey bee (*Apis mellifera*) brood cells. **Apidologie**, v.19, p.387–396, 1988.

IICA - Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. **Manual de Enfermedades Apícolas**. Tegucigalpa, Honduras: IICA/SAG.54 p, 2009.

IRONSIDE, J. E. Multiple losses of sex within a single genus of Microsporidia. **BMC Evolutionary Biology**, v.7, v.48, p. 1186-1471, 2007.

JANMAAT, A.F. e WINSTON, M. L. Removal *Varroa jacobsoni* infested brood in honey bee colonies with differing pollen stores. **Apidologie**, v.31, p.377-385, 2000.

JONES, J.; HELLIWELL, P.; BEEKMAN, M.; MALESZKA, R. J.; OLDROYD, B. P. The effects of rearing temperature on developmental stability and learning and memory in the honey bee, *Apis mellifera* , **Journal of Comparative Physiology**. v. 191 , p.1121– 1129, 2005.

JONES, J.C. e OLDROYD, B.P. Nest thermoregulation in social insects. **Advances in Insect Physiology**. v.33, p. 153-191, 2007.

KEELING, P. J. e FAST, N. M. Microsporidia: biology and evolution of highly reduced intracellular parasites. **Annual Review of Microbiology**, v.56, p.93-116, 2005.

KEFUSS, J. A. e NYE, W. P. The influence of photoperiod on the flight activity of honeybees. **Journal of Apicultural Research**, v. 9, n. 3, p. 133-139, 1970.

KERR, W. E. The history of the introduction of africanized bees to Brazil. **South African Bee Journal**, v.39, p.3-5, 1967.

KEVAN, P. G.; LAVERTY, T. M.; DENMARK, H. A. Association of *Varroa jacobsoni* with organism other than Honey bees and implications for it dispersal. **Bee world**, v.7, n.3, p.119-121, 1990.

KLEE, J.; BESANA, A.M.; GENERSCH, E.; GISDER, S.; NANETTI, A.; TAM, D. Q.; CHINH, T. X.; PUERTA, F.; KRYGER, P.; MESSAGE, D.; HATJINA, F.; KORPELA, S.; FRIES, I.; PAXTON, R.J. Widespread dispersal honey bee, *Apis mellifera*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 96, p 1-10, 2007.

KLEINHENZ, M.; BUJOK, B.; FUCHS, S.; TAUTZ, J. Hot bees in empty broodnest cells: heating from within. **Journal of Experimental Biology**, v. 206, n.26, p.4217-4231, 2003.

KRAUS, B. e VELTHUIS, H. H. W. High humidity in the honey bee (*Apis mellifera* L.) brood nest limits reproduction of the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oudemans. **Naturwissenschaften**, v.84, p.217-218, 1997.

KRONENBERG, F. e HELLER, C.H. Colonial thermoregulation in honey bees (*Apis mellifera*) **Journal Comparative Physiology** , v.148, p. 65-76, 1982.

KUENEN, L. P. S. e CALDERONE, N. W. Transfers of *Varroa* mites from newly emerged bees: preferences forageand function-specific adult bees, **Journal Insect Behavior**. v.10, p.213-228, 1997.

L'ARRIVEE, J. C. M. Tolerance of honey bees to nosema disease. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.7, p.408-413, 1965.

LAURENT, J. C. e SANTAS, L. Etude du development larvaire de *Varroa jacobsoni* oudemans. **Apidologie**, v.18, p.53-60, 1987.

LIMA, M. G. **A produção de própolis no Brasil**. 1.ed. Editora São Sebastião, 120 p., 2006.

LIMA, T. S.; LOIOLA, A. T.; SOUZA, F. A.; BRITO, P. D.; FREITAS, C. I. A.; SAKAMOTO, S. M.; MESSAGE, D. PÓLEN COMO MEIO DE DISPERSÃO DE *Nosema ceranae*. In: 20º Congresso Brasileiro de Apicultura, 6º Congresso Brasileiro de Meliponicultura. Belém-Pará, 129, **Mensagem doce**, p.207, 2014.

LOPES, M. T. R.; BARBOSA, A. L.; VIEIRA NETO, J. M.; PEREIRA, F. M.; CAMARGO, R. C. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, R. S. Desenvolvimento e qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* instaladas sob diferentes condições de sombreamento. Teresina: Embrapa Meio-Norte -Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento,26p, 2009.

LOPES, M.T.R.; BARBOSA, A. L.; VIEIRA NETO, J.M. Alternativas de sombreamento para apiários. **Pesquisa Agropecuária**. Trop., Goiânia, v. 41, n. 3, p. 299-305, 2011.

LU, C., WARCHOL, K.M., CALLAHAN, R.A. In situ replication of honey bee colony collapse disorder. **Bulletin of Insectology**, 2012.

MALONE, L. A.; GATEHOUSE, H. S.; TREGIDGA, E. L. Effects of time, temperature, and honey on *Nosema apis* (Microsporidia: Nosematidae), a parasite of the honeybee, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), **Journal of Invertebrate Pathology**, v.77, p.258–268, 2001.

MANRIQUE, A. J. e SOARES, A. E. E. Início de um programa de seleção de abelhas africanizadas para a melhoria na produção de própolis e seu efeito na produção de mel. **Interciencia**, v. 27 n. 6, p.312-316, 2002.

MARTIN, S. J. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oudemans. in worker brood of the honeybee *Apis mellifera* L. under natural conditions. **Experimental Applied Acarology**, v.18, p.87–100, 1994.

MARTÍN-HERNADEZ, R.; MEANA, A.; GARCÍA-PALENCIA, P.; MARÍN, P.; BOTÍAS C.; GARRIDO-BAILÓN, E. Effect of temperature on the biotic potential of honeybee microsporidia. **Applied and Environmental Microbiology**. v.65, p.2554-2665, 2009.

MATHESON, A. World bee health update 1996, **Bee World**, v.77, p.45–51, 1996.

MAY, M. Insect thermoregulation. **Annual Review Entomology**. v. 24, p.313-349, 1979.

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

MESSAGE, D. Efeito das condições ambientais no comportamento higiênico em abelhas africanizadas *Apis mellifera*. **Dissertação** de Mestrado. FMRP-USP, 136p, 1979.

MESSAGE, D. Aspectos reprodutivos do ácaro *Varroa jacobsoni* e seus efeitos em colônias de abelhas africanizadas. f.116. Tese (Doutorado em Genética) – Departamento de Genética, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto, SP. 1986.

MESSAGE, D. e GONÇALVES, L. Effect of the size of worker brood cells of Africanized honey bees on infestation and reproduction of the ectoparasite *Varroa jacobsoni* Oudemans. **Apidologie**, v.26, p.381-386, 1995.

MESSAGE, D.; SILVA, I. C.; SIMÕES, Z. L. P.; TEIXEIRA, E. W. CCD (Colony Collapse Disorder) ocorre em abelhas *Apis mellifera* (africanizadas)? Um relato de caso. In: Xcongresso Íbero-LatinoAmericano de Apicultura, Natal – RN, 2010.

MESSAGE, D.; SILVA, I.C.; SIMÕES, Z.L.P.; TEIXEIRA, E.W.; DE JONG, D. Colony Collapse occurrence in Africanized honey bees in Brazil. **Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology**, 45., Buenos Aires, Argentina. Program and Abstracts... Buenos Aires, Centro de Convenciones UCA. 2012. p.79, 2012a.

MESSAGE, D.; TEIXEIRA, E.W.; DE JONG, D. Situação da sanidade das abelhas no Brasil. In: Imperatriz-Fonseca, V.L.; Canhos, D.A.L.; Alves, D.A.; Saraiva, A.M. (org.). **Polinizadores no Brasil. Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso**

**sustentável, conservação e serviços ambientais.** 1ed., São Paulo/SP: EDUSP, p.237-256, 2012.

MORAIS, M. M.; MESSAGE, D.; DE JONG D.; GONÇALVES, L.S. Perspectivas e Desafios para o Uso das Abelhas *Apis mellifera* como Polinizadores no Brasil In: Imperatriz-Fonseca, V.L.; Canhos, D.A.L.; Alves, D.A.; Saraiva, A.M. (org.). **Polinizadores no Brasil. Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais.** 1ed., São Paulo/SP: EDUSP, p. 203-212, 2012.

MORETTO, G.; GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D. Africanized bees are more efficient at removing *Varroa jacobsoni* – Preliminary Data. **American Bee Journal**, v.131, n.7, p.434, 1991a.

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

MORETTO, G.; GONÇALVES, L.S.; DE JONG, D. Heritability of Africanized and European honey bee defensive behavior against the mite *Varroa jacobsoni*. **Revista Brasileira de Genética**, v.16, n.1, p.71-77, 1993.

MORETTO, G. e MELLO JR, L. J. *Varroa jacobsoni* infestation of adult africanized and italian honey bees (*Apis mellifera*) in mixed colonies in Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, v.22, n.3, p.321-323, 1999.

MORSE R.A. e GONÇALVES L.S. Varroa disease, a threat to world beekeeping. **Gleanings in Bee Culture**, v.107, n.4, p.179-181, 202, 1979.

MUSSEN, E. C. Diagnosing and treating Nosema disease. Extension Apiculturist, 2011. Disponível em: <http://entomology.ucdavis.edu/files/147621.pdf>. Acesso em: 03/02/2016.

NASCIMENTO, C.B.; MELLO, R.P.; SANTOS, M.W.; NASCIMENTO, R.V.; SOUZA, D.J. Ocorrência de acariose em *Apis mellifera* no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Vet., v.6, p.57-60, 1970.

NEIRA, M. Qué hacer ante la varroasis? **Chile Agrícola**, v.16, n.177, p.133–136, 1992.

NEWTON, D. C. e OSTASIEWSKI JR., N.J. A simplified bioassay for behavioral resistance to American foulbrood in honey bees (*Apis mellifera* L.). **American Bee Journal**, v. 126, n. 4, p. 278-281, 1986.

NIXON M. Preliminary world maps of honeybee diseases and parasites, **Bee World**, v. 63, p. 23-42, 1982.

ORENSTEIN, J.M. Microsporidiosis in the acquired immunodeficiency syndrome. **Journal of Parasitology**, v.77, n.6, p.843-864, 1991.

PALACIO, A. M.; FIGINIB, E. E.; RUFFINENGOA, S. R.; RODRIGUEZB, E. M. ;DEL HOYOB, M. L.; BEDASCARRASBUREB, E. L. Changes in a population of *Apis mellifera*

L. selected for hygienic behaviour and its relation to brood disease tolerance. **Apidologie**, v.31, p.471–478, 2000.

PARK, O. W.; PELLET, F.; PADDOCK, F. B. Disease resistance and American foulbrood. **American Bee Journal**, v. 77, n. 1, p. 20-34, 1937.

PAXTON R.J. Does infection by *Nosema ceranae* cause “Colony Collapse Disorder” in honey bees (*Apis mellifera*), **Journal of Apicultural Research**, v.49, p.80–84, 2010.

PAXTON, R. J.; KLEE, J.; KORPELA, S.; FRIES, I. *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*. **Apidologie**, v.38, p.558-565, 2007.

PEGORARO, A.; NUNES, F. L.; PEREIRA, F. F.; TEIXEIRA, R. A.; KRUGER, K.; SERMANN, C. Perdas de colônias de *Apis mellifera* L. no inverno suplementadas com alimentação artificial com pólen e favos de mel. **Revista Agrarian**, v. 6, n. 19, p. 67-74, 2013.

PERNAL, S.F. The biology and control of *Nosema*. Bee Masters. Advanced Beekeeping Course, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada, p.20-24, 2012.

PINTO, F.A.; PUKER, A.; MESSAGE, D.; BARRETO, L.M.R.C. *Varroa destructor* in Jucuitiba, Vale do Ribeira, Southeastern Brazil: Seasonal Effects on the Infestation Rate of Ectoparasite Mites on Honeybees. **Sociobiology**, v.57, p.511-518, 2011.

POTTS, S.G.; ROBERTS, S.P.M.; DEAN, R.; MARRIS, G.; BROWN, M.A.; JONES, H.R.; NEUMANN, P.; SETTELE, J. Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. **Journal of Apiculture Research**, v.49, n.1, p.15-22, 2010.

PROSSER, C.L. Temperatura, *In*: C.L. PROMEROSER e F.A. BROWN JR. (Eds). Fisiologia Comparada. Mexico, **Editora Interamericana**, 2ª ed., 966p. p.256-306, 1968.

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. **Ciencias Pecuaria**, v.2, n.1, p.25-28, 2011.

REHM, S.M. e RITTER, W. Sequence of the sexes in the offspring of *Varroa jacobsoni* and resulting consequences for the calculation of the developmental period. **Apidologie**, v.20, p.339–343, 1989.

RINDERER, T. E.; HARRIS, J. W.; HUNT, G. J; DE GUZMANN, L. I. Breeding for resistance to *Varroa destructor* in North America. **Apidologie**, v.41, p.409-424, 2010.

ROSENKRANZ, P.; AUMEIER, P.; ZIEGELMENN, B. Biology and control of *Varroa destructor*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.103, p.96-119, 2010.

ROTHENBUHLER W. C. e THOMPSON V. C. Resistance to American Foulbrood in honey bees. I Differential survival of larvae of different genetic lines, **Journal of Economic Entomology**. v.49, p.470–475, 1956.

ROTHENBUHLER, W.C. Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees. IV. Responses of F1 and backcross generations to disease-killer brood. **American Zoology**, v.4, p.11-123, 1964.

SANTOS, R. G. Longevidade e produção de abelhas rainhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em colmeias sob condições de sol e sombra no semiárido do nordeste brasileiro. 2015. 109f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN. 2015.

SEBRAE. Agronegócio - **O Mercado da própolis**. 2014. Disponível em: <[http://www.sebrae2014.com.br/Sebrae/sebrae%202014/2013\\_09\\_20\\_BO\\_Agosto\\_Agronegocio\\_Propolis2.pdf](http://www.sebrae2014.com.br/Sebrae/sebrae%202014/2013_09_20_BO_Agosto_Agronegocio_Propolis2.pdf)> Acesso em: 02/12/2015.

SEELEY, T.D. Honey bee ecology. A study of adaptation in social life. Princeton: Princeton University, 201p. 1985.

SHADDUCK, J. A. e GREELEY, E. Microsporidia and human infections. **Clinical Microbiology Reviews**, v.2, n.2, p.158-165, 1989.

SILVA, P. A. M. **Apicultura**. 2. ed. rev. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, CENTEC, 2012. 56 p., 2012.

SILVA, C.A.S., GUAPO, F., ABDALLA, F.C., MALASPINA, O., SILVA-ZACARIN, E.C.M. Fipronil causes serious disturbance in normal development of Africanized *Apis mellifera*. **Anais... X Encontro Sobre Abelhas de Ribeirão Preto**. Editores: Z.L.P.Simoes, M.M.G.Bitondi, A.D.Bontorim, F.S.Nascimento. Funpec Editora. p.470, 2012.

SIMPSON, J. Nest climate regulation in honey bee colonies. **Science**, v. 133, n. 3461, p. 1327-1333, 1961.

SOMBRA, D. S. e GONÇALVES, L. S. Desempenho das abelhas africanizadas sob diferentes condições climáticas em Mossoró-RN. **Mensagem Doce**, São Paulo, p. 36, 2012.

SOMBRA, D. S. Monitoramento e desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas sobre a influência do sol e sombra na região semiárida do nordeste brasileiro. 2013. 68f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal Rural do Semi-Arido, Mossoró-RN. 2013.

SOUTHWICK, E. E. Allometric relations, metabolism and heat conductance in clusters of honey bees at cool temperatures. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 156, n. 1, p. 143-149, 1985.

SOUTHWICK, E. E. e MORITZ, R. F. A. Social control of air ventilation in colonies of honey bees, *Apis mellifera*. **Journal of Insect Physiology**, v. 33, n. 9, p. 623-626, 1987.

SOUSA R.M.; AGUIAR, O. S.; FREITAS, B. M.; NETO, A. A. S.; PEREIRA, T. F. C. Requerimentos de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú- CE-Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 238-242, 2009.

SPIVAK, M. Hygienic behavior and defense against *Varroa jacobsoni*. **Apidologie**, v. 27, n. 4, p. 245-260, 1996.

STABENTHEINER, A.; PRESSL, H.; PAPST, T.; HRASSNIGG, N.; CRAILSHEIM, K. Endothermic heat production in honey bee winter clusters. **Journal of Experimental Biology**, v. 206, p. 353-358, 2003.

STEINER, R. J.; POMPOLO, S. G.; TAKAHASHI, C. S.; GONÇALVES, L. S. Cytogenetics of the acarid *Varroa jacobsoni*: **Revista Brasileira de Genética**, v.5, p.841-844, 1982.

STRAPAZZON, R.; CARNEIRO, F. E.; GUERRA-JÚNIOR, J. C. V.; MORETTO, G. Genetic characterization of the mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) collected from honey bees *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) in the state of Santa Catarina, Brazil. **Genetic Molecular**, v.8, p. 990-997, 2009.

STURTEVANT, A. P. e REVELL I. L. Reduction of *Bacillus larvae* espores in liquid food of honeybees by action o the honey stopper, and its relation to the development of American foulbrood. **Journal of Economic Entomology**, v.46, n.5, p.855-860, 1954.

TARR, H.L.A. Studies on American foulbrood of bees. I. Relative pathogenicity of vegetative cells and endospores of *Bacillus larvae* for brood of the bee. **Annals of Applied Biology**, v.24, p.377-384, 1937.

TAUTZ J.; MAIER S.; GROH C.; ROSSLER W.; BROCKMANN A. Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development. **Proceedings of the National Academy of Sciences. USA**, v.100, p.7343–7347, 2003.

TEIXEIRA, E. W.; SANTOS, L. G.; SATTLER, A.; MESSAGE, D.; ALVES, M. L. T. M. F.; MARTINS, M. F.; GRASSI-SELLA, M. L.; FRANCOY, T. M. *Nosema ceranae* has been present in Brazil for more than 3 decades infecting Africanized honey bees. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.11, p.250-254, 2013.

TEIXEIRA, É. W.; CHEN, Y.; MESSAGE, D.; PETTIS, J.; EVANS, J.; D. Virus infections in Brazilian honey bees. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 99, p.117–119, 2008.

TRINDADE, M. S. A.; SOUSA, A. H.; VASCONCELOS, H. E.; FREITAS, R. S.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA, D. S.; MARACAJÁ, P. B. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 4 n.1, p.1-10, 2004.

VANENGELDORP, D.; EVANS, J.; SAEGERMAN, C.; CHRIS, M.; HAUBRUGE, E.; KIM, N.; FRAZIER, M.; COX-FOSTER, D.; CHEN, Y.; UNDERWOOD, R.; TARPY, D.; PETTIS, J. Colony Collapse Disorder: A descriptive study. **PLOS ONE**, v.4, n.8, p. 436-441, 2009.

VANENGELSDORP, D.; HAYES JR. J.; UNDERWOOD, R. M.; PETTIS, J. A Survey of Honey Bee Colony Losses in the U.S., Fall 2007 to Spring 2008. **PLOS ONE**, v. 3, 2008.

VANENGELSDORP, D.; UNDERWOOD, R.; CARON, D.; HAYES, J. JR. An estimate of managed colony losses in the winter of 2006–2007. **American Bee Journal**, v.147,n.7, p.599–603,2007.

VILLA, J. D.; DANKA, R. G.; HARRIS, J. W. Simplified methods of evaluating colonies for levels of Varroa Sensitive Hygiene (VSH). **Journal of Apicultural Research**, v.48, p.162–167, 2009.

WHITEHORN, P.R., O'CONNOR, S., GOULSON, D., WACKERS, F.L. Neonicotinoid Pesticide Reduces Bumble Bee Colony Growth and Queen Production. **Science**, v.34, p36-48, 2012.