



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM CIENCIA ANIMAL

**MONITORAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DE
COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS SOBRE A
INFLUÊNCIA DO SOL E DA SOMBRA NA REGIÃO
SEMIÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO
(MOSSORÓ -RN)**

DAIANA DA SILVA SOMBRA

Zootecnista

MOSSORÓ – RN – BRASIL
Agosto – 2013

DAIANA DA SILVA SOMBRA

**MONITORAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DE
COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS SOBRE A
INFLUÊNCIA DO SOL E DA SOMBRA NA REGIÃO
SEMIÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO
(MOSSORÓ -RN)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do
Semi Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como
parte das exigências para a obtenção do título de Mestre
em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Lionel Segui Gonçalves

MOSSORÓ – RN – BRASIL
Agosto – 2013

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e
catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

S693m Sombra, Daiana da Silva

Monitoramento do desenvolvimento de colônias de Abelhas africanizadas sobre a influencia do sol e da sombra na região semiárida do nordeste brasileiro (Mossoró - RN) / Daiana da Silva Sombra – Mossoró-RN, 2013.

67f. il.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Orientador: Prof.º Dr. Lionel Segui Gonçalves

1. *Apis mellifera*. 2. Temperatura 3. Mel. 4. Pólen. I.Título.

CDD: 638.1

Bibliotecária: Marilene Santos de Araújo

CRB5 1013

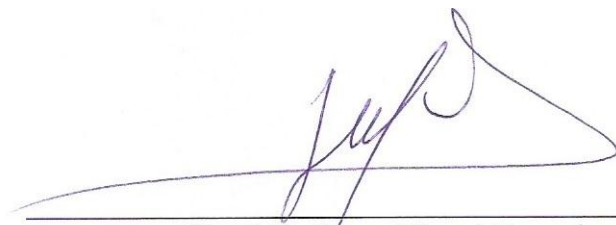
DAIANA DA SILVA SOMBRA

**MONITORAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DE
COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS SOBRE A
INFLUÊNCIA DO SOL E DA SOMBRA NA REGIÃO
SEMIÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO
(MOSSORÓ -RN)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como
parte das exigências para a obtenção do título de Mestre
em Ciência Animal.

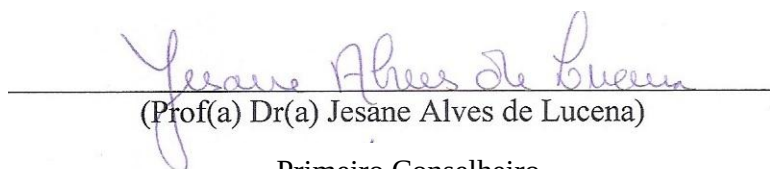
APROVADA EM 28/08/2013

BANCA EXAMINADORA:



(Prof. Dr. Lionel Segui Gonçalves)

Orientador



(Prof(a) Dr(a) Jesane Alves de Lucena)

Primeiro Conselheiro



(Prof(a) Dr(a) Kátia Peres Gramacho)

Segundo Conselheiro

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DAIANA DA SILVA SOMBRA- nasceu no dia 09 de Abril de 1984, na cidade de Russas/CE. Fez o ensino médio na Unidade Educacional Coração Imaculado de Maria (em Russas). Iniciou o ensino superior em fevereiro de 2006, na Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA), onde cursou graduação em Zootecnia, concluindo em dezembro de 2011. Foi Bolsista da 8ª e 9ª edição do BITEC no ano de 2008 e 2009 respectivamente, pelo Instituto Euvaldo Lodi (IEL) - Brasil. Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) na modalidade AT- Apoio Técnico a Pesquisa, pelo período de 01/01/2011 a 30/09/2011. Ingressou em agosto de 2011 no mestrado do programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Onde no decorrer do curso de Pós-Graduação, concluiu os créditos de disciplinas exigidos pela grade curricular do curso, foi bolsista CAPES durante o período de novembro de 2011 a agosto de 2013.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me permitido a vida...

A meus queridos Pais: Francisco Nailton e Ana Maria, obrigado pelos ensinamentos da vida, por serem a minha base na construção dos meus princípios e pelo insubstituível amor a mim dedicado. Amo vocês.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Lionel Segui Gonçalves obrigado pela confiança, oportunidade, orientação, dedicação, paciência, amizade, enfim por acreditar em mim.

As minhas irmãs: Karla e Diana pela compreensão dos meus estresses e das minhas ausências, pelo carinho e incentivo, por sempre estar à disposição para me ajudar.

Ao Luiz Gustavo meu sobrinho que sempre me deu força com seu sorriso e carinho. Amo muito você.

Aos meus grandes amigos e minha segunda família: Luana Micaele, Neyara, Bruno Sousa, Vanessa Moraes, Wegna Silva, Kamylla Tavares, Priscilla Carlos, Amanda, obrigado por estarem sempre ao meu lado nos bons e maus momentos de minha vida;

Ao grupo de pesquisa e amigos Hérica Girlane Tertulino Domingos, Ricardo Gonçalves Santos, Joselena Mendonça Ferreira, Rosa de Fátima Tavares e Victor Hugo Pedraça Dias pela amizade e ajuda nos experimentos;

Quero agradecer aos amigos, colegas, professores e funcionários que fizeram parte da minha trajetória desde 2006, quando ingressei na Universidade Federal Rural do Semi Árido para ser graduada do curso de Zootecnia. Obrigada pela força!!;

Ao Departamento de Ciência Animal da Universidade Federal Rural e Semi Árido- UFERSA

Ao coordenador da pós-graduação do curso de Ciência Animal da UFERSA Prof. Dr. Jean Berg Alves da Silva obrigado pelas suas sugestões e orientações para o meu crescimento profissional.

Ao Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte- CETAPIS-RN por ter cedido suas instalações, colmeias, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Lionel Segui Gonçalves Prof. Visitante Sênior da CAPES junto à UFERSA.

A Srt^a Nira Lopes de Lima, técnica apícola do CETAPIS junto à UFERSA por ter colaborado na coleta de dados, manipulação das colmeias e todos os ensinamentos.

À CAPES, CNPQ, por todo financiamento concedido à este estudo.

A todos meu sincero MUITO OBRIGADO!!

“Não é digno de saborear o mel aquele que se
afasta da colmeia por medo das picadas das
abelhas”

William Shakespeare

MONITORAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DE COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS SOBRE A INFLUÊNCIA DO SOL E SOMBRA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO (MOSSORÓ-RN)

SOMBRA, Daiana da Silva. **Monitoramento do desenvolvimento de colônias de Abelhas africanizadas sobre a influência do sol e sombra na região semiárida do nordeste brasileiro (Mossoró -RN)**. 2013. 67f. 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: Este estudo objetivou avaliar o efeito da ação direta do sol e da sombra em colônias de abelhas africanizadas (AHB). Foram utilizadas coberturas naturais com folhas de carnaúba para o sombreamento das colmeias, tendo como controle colmeias instaladas ao sol. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da UFERSA, (CETAPIS) em Mossoró-RN. Foram utilizadas 16 colmeias modelo Langstroth com abelhas AHB, 8 na sombra e 8 sob o sol. Durante o período de 05/04/2012 a 18/03/2013, foram realizados monitoramento mensais para avaliar o desenvolvimento das colônias e a cada 10 dias o levantamento das áreas de oviposição, cria aberta, cria operculada, mel e pólen. Foi testada a normalidade dos dados, aplicada análise de variância (método quadrados mínimos) e comparação das médias pelo Teste de Tukey com nível de 5% de significância. O ambiente exerceu influência sobre a duração das colônias ($P < 0.01$) com média de 132 dias no sol e 155 dias à sombra. Durante o experimento as colônias tiveram 65% de redução nas populações de abelhas à sombra e 90% sob o sol. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os ambientes quanto a oviposição das rainhas, cria aberta e cria operculada. A área de mel foi superior no sol e a área de pólen foi superior na sombra. A seca de 2012, uma das mais sérias nos últimos 50 anos no nordeste brasileiro, teve impacto em ambos os grupos. A produção de mel acumulado ao longo do experimento nas melgueiras das colônias à sombra foi aproximadamente 45% superior às colônias submetidas ao sol. Constatou-se que as abelhas africanizadas apresentam melhor adaptação ao ambiente sombra do que sob o sol no semiárido Nordestino.

Palavras-Chave: *Apis mellifera*, temperatura, mel, pólen, crias

MONITORING OF THE DEVELOPMENT OF COLONIES OF AFRICANIZED HONEY BEES UNDER THE INFLUENCE OF SUNLIGHT AND SHADE IN THE SEMIARID REGION OF NORTHEAST OF BRAZIL (MOSSORÓ-RN)

SOMBRA, Daiana da Silva. **Monitoring of the development of colonies of africanized honey bees under the influence of sunlight and shade in the semiarid region of northeast of Brazil (Mossoró-RN)**. 2013. 67f. Thesis (Master's degree In Animal Science: Animal Production and Reproduction) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

SUMMARY: This study aimed to assess the effect of direct sunlight and shade in two groups of AHB colonies. Sheets of carnauba trees were used to provide shading for a group of hives and as control another group of hives were installed direct under the sun. The experiment was conducted at the Technology Center of Beekeeping and Meliponiculture of Rio Grande do Norte, at the Experimental Station of UFERSA, Mossoró-RN. 16 Langstroth beehives were used, 8 in the shade and 8 under the sun. During the period from April, 05, 2012 to March 18, 2013 were performed monthly monitoring and about the development of the colonies. Approximately every 10 days the survey was conducted with data collected in % in the areas of oviposition (eggs laying by queens), open brood, capped brood, honey and pollen. The data were tested for normality, analysis of variance based on the least squares method and the comparison of means was done by Tukey test with 5% level of significance. The environment showed an influence upon duration or longevity of colonies with difference statistically significant ($P < 0.01$), with an average duration of 132 days in the sun and 155 days in the shade. During the experiment, the colonies had 65% reduction in bee populations in the shade and 90% under the sun. There were no statistical differences between the groups as oviposition, open brood and capped brood. The area of honey was higher in the colonies under the sun and pollen area was higher in shadow environment, both differences statistically significant ($P < 0.01$). The drought of 2012, the most serious in the last 50 years in the Brazilian Northeast, had an important impact on both groups of colonies but the AHB colonies had a better adaptation in the shadow than under the sun in the semiarid Northeast region. Honey production accumulated in the colonies supers installed in the shade was approximately 45% higher than under the sun. It was found that bees (AHB) have a better adaptation to the environment under the shadow of the sun in the semiarid Northeast.

Keywords: *Apis mellifera*, temperature, honey, pollen, brood

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1- Médias gerais para as variáveis meteorológicas, temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica dos anos, 2012 e 2013.....	30
Tabela 2- Médias da área para a variável oviposição em %, nos ambientes sol e sombra e ao longo dos meses.....	31
Tabela 3- Médias da variável área de cria aberta em % nos ambientes sol e sombra e ao longo dos meses.....	33
Tabela 4- Médias da variável cria operculada em % nos ambientes sol e sombra e ao longo dos meses.....	34
Tabela 5- Médias da variável área de mel em % nos ambientes sol e sombra e ao longo dos meses.....	36
Tabela 6- Médias da variável pólen em % nos ambientes sol e sombra e ao longo dos meses.....	39
Tabela 7- Inspeção das colmeias sob o sol (7A) e na sombra (7B), com dados quanto ao tamanho populacional das mesmas, de Abril/2012 a Março/2013, estando cada colmeia classificada em pontos populacionais de acordo com o código: 0 a 4 sendo 0= sem abelhas, 1= população fraca, 2 = população média, 3= população boa ou forte, 4= população ótima.....	40
Tabela 8- Levantamento populacional das colônias no início (5/4/2012) e final do experimento (18/3/2013), em pontos populacionais de acordo com os códigos 0 a 4, em ambientes distintos, a taxa de redução populacional em % e número de enxameações por grupo (Códigos 0 a 4: sendo 0= sem abelhas, 1= população fraca, 2 = população média, 3= população boa ou forte, 4= população ótima).....	41
Tabela 9- Duração ou longevidade das colônias sob o sol e na sombra, em dias, ao longo do experimento, de 5/4/2012 a 18/3/2013. As colmeias que apresentam mais de um período de duração correspondem às substituições ocorridas para manter o mesmo número de colmeias para cada grupo.....	42

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1- Instalação do apiário vendo-se colmeias sob a Unidade de Cobertura com carnaúba e lateralmente colmeias sob o sol, em ambos os lados.....	26
Figura 2- Colmeias na sombra.....	27
Figura 3- Colmeias sob o sol.....	27
Figura 4- Quadro de crias de operárias dentro do suporte de madeira para registro das áreas de postura, cria aberta, cria operculada, mel e pólen.....	28
Figura 5- Área de postura em % durante o período de 19/04/2012 a 11/03/2013.....	32
Figura 6- Área de cria aberta em% durante o período de 19/04/2012 a 11/03/2013.....	33
Figura 7- Área de cria operculada em % durante o período de /04/2012 a 11/03/2013.....	35
Figura 8- Área de mel em % durante o período de 19/04/2012 a 11/03/2013.....	36
Figura 9- Quantidade de mel (kg) nos ambientes sol e sombra, nos diferentes dias de pesagem.....	38
Figura 10- Área de pólen em % durante o período de 19/04/2012 a 11/03/2013.....	39
Figura 11- Inspeção das colônias sob o sol e sombra ao longo do experimento, de Abril/2012 a Março/2013, estando as colmeias classificadas em pontos populacionais de acordo com os códigos 0 a 4: 0 a 4 sendo 0= sem abelhas, 1= população fraca, 2 = população média, 3= população boa ou forte, 4= população ótima.....	41

SUMÁRIO

	Pagina
1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 GERAL	14
2.2 ESPECIFICOS	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 ORGANIZAÇÃO SOCIAL	15
3.2 CICLOS DE VIDA	15
3.3 FLORA APÍCOLA	16
3.4 FORRAGEAMENTO.....	17
3.4.1 Pólen.....	18
3.4.2 Néctar.....	19
3.5 POLINIZAÇÃO.....	20
3.6 TERMORREGULAÇÃO.....	22
3.7 SOMBREAMENTO.....	24
3.8 ENXAMEAÇÃO.....	25
4 MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1 INSTALAÇÃO DO APIÁRIO	26
4.2 INSPEÇÃO DAS COLÔNIAS	27
4.3 PESAGEM DAS MELGUEIRAS DE <i>Apis mellifera</i>	28
4.4 COLETA DE DADOS DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS	29
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS.....	29
5 RESULTADOS	30
5.1 VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS.....	30
5.2 VARIÁVEL OVIPOSIÇÃO (POSTURA DA RAINHA).....	30
5.3 VARIÁVEL CRIA ABERTA.....	32
5.4 VARIÁVEL CRIA OPERCULADA.....	33
5.5 VARIÁVEL MEL.....	35
5.6 VARIÁVEL PÓLEN.....	38
6 DISCUSSÃO.....	44
7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

A criação racional de abelhas representa uma importante atividade comercial, pois traz benefícios ao ser humano através de seus produtos diretos, tais como o pólen, o mel, a própolis, a geleia real e a cera, utilizados principalmente para fins alimentícios, cosméticos e fármacos. Além disso, a apicultura é de extrema importância para a produção agrícola, pois as abelhas realizam a polinização, processo necessário para a reprodução e disseminação das espécies vegetais (GARY, 1975; WILLIAMS & OSBORNE, 2002).

A apicultura tem se destacado como uma das atividades mais importantes do ponto de vista econômico, social e ambiental, empregando mão de obra familiar e proporcionando geração de fluxo de renda, favorecendo a fixação do homem no campo. Além disso, é uma atividade que requer recursos naturais, favorecendo assim, a preservação da flora nativa, garantindo a preservação de espécies animais dependentes desta flora (PAXTON, 1995). As maiores perspectivas econômicas da apicultura encontram-se na comercialização do mel, visto que há uma busca crescente por uma alimentação saudável aumentando a demanda interna e externa por esse produto (KHAN et al., 2009).

A atividade apícola é essencialmente ecológica, comprovadamente rentável, que pode ser desenvolvida em, praticamente, todo o espaço geográfico, que possui condições de solo e clima favorável e uma vegetação exuberante e rica em floradas, sendo uma atividade sustentável e de grande importância econômica (FREITAS et al., 2004; PONTES et al., 2007; KHAN et al., 2009; BOTH et al., 2009; SANTOS & RIBEIRO, 2009; AMARAL, 2010).

Sendo que a chave de uma apicultura produtiva é o conhecimento, pelo apicultor, do comportamento dos fluxos de néctar e de pólen de sua região, da forma com que as variações das chuvas e temperaturas influenciam a flora apícola e, conseqüentemente, no aproveitamento desses recursos pelas abelhas. Muitas vezes, o insucesso de muitos apicultores deve-se ao desconhecimento desses fatores e a confiança incondicional nos calendários de atividades sugeridos na literatura, que muitas vezes isso não corresponde à realidade local (SILVEIRA, 1987; ALCOFORADO-FILHO & GONÇALVES, 2000).

O Nordeste, especialmente o Semiárido, dispõe de espaços com flora diversificada e pasto abundante, e também clima quente, fatores importantes para criação apícola, e que,

somados ao manejo migratório, possibilitam a produção contínua durante o ano e principalmente a alta qualidade do mel (ARAÚJO, 2006; GONÇALVES, 2006).

De acordo com Pereira (2003) a cadeia produtiva da apicultura propicia a geração de inúmeros postos de trabalho, empregos e fluxo de renda, principalmente no ambiente da agricultura familiar, sendo, dessa forma, determinante na melhoria da qualidade de vida e fixação do homem no meio rural.

Segundo Gramacho & Gonçalves (2009), esse sucesso está relacionado ao desenvolvimento e à produtividade das colônias na qual o melhoramento genético pode atuar de forma a aprimorar a produção das abelhas. Os programas de melhoramento genético envolvem um conjunto de processos que visa aumentar a frequência de genes desejáveis ou combinações genéticas que resultem em uma alta população com as características desejadas.

Além disso, a inserção da apicultura nas áreas nativas ou em sistemas agroflorestais pode significar, além de extração do mel, também a fabricação de outros produtos apícolas de armazenamento e comercialização, assim como ganhos ambientais que resultem no aumento da produção de frutos e sementes, conforme relatado por Dubois et al. (1998). Entretanto, para que a apicultura possa ser representativa ambientalmente, social e economicamente no Nordeste é necessário que os governos possam exercer uma ação sistemática de apoio à cadeia produtiva (SOUZA, 2006).

A agricultura familiar no semiárido do Rio Grande do Norte tem experimentado uma silenciosa e doce revolução com ações para o desenvolvimento da apicultura local. Hoje, a realidade é bem diferente daquela observada há 10 anos atrás, quando a atividade estava desorganizada. Segundo Oliveira (2006), a extração do mel era feita em grande parte pelos meleiros, trabalhadores de baixa renda que se embrenhavam na caatinga para tirar o mel, usando técnicas primitivas, como a derrubada de árvores e as queimadas, que exterminavam enxames e danificavam o meio ambiente.

A presença de abelhas africanizadas resistentes a doenças de cria e ao ácaro *Varroa destructor* propiciam ao Nordeste a produção de mel e, em especial, do mel orgânico. A partir de 2004 e até os dias de hoje o Nordeste passou a ser responsável por aproximadamente 30% da exportação de mel produzido no Brasil. Por esta razão o Nordeste representa hoje um dos maiores potenciais apícolas do Brasil (GONÇALVES, 2006).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Testar o efeito do sombreamento e da exposição direta do sol sob as colônias de abelhas africanizadas no desenvolvimento das colmeias.

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar o estatus de cada colônia durante um ano, quanto à presença de rainha ou realeiras, presença de ovos, presença de crias, mel, pólen, presença de doenças, tamanho populacional das colônias bem como registro de enxameações por abandono.

Monitorar as variáveis: oviposição, cria aberta, cria operculada, mel e pólen com o objetivo de avaliar o desenvolvimento das colônias sob as condições de sombreamento e da ação direta do sol.

Analisar o efeito das variáveis climáticas (temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica) no desenvolvimento da colônia (atividades de postura, crias, atividades forrageiras) e nas enxameações por abandono.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ORGANIZAÇÃO SOCIAL

As abelhas do gênero *Apis* vivem em colônias compostas em média de 50 a 60 mil indivíduos que correspondem a uma superfamília constituída por várias subfamílias. O número de subfamílias depende do número de zangões que fecundaram a rainha. Estes insetos são altamente especializados, os quais apresentam um complexo padrão de organização, principalmente no interior do ninho (GONÇALVES & STORT, 1978). Entre esses indivíduos que compõem uma colônia existe apenas uma rainha, milhares de operárias e algumas centenas de zangões, todos vivendo em perfeita harmonia. Nos insetos sociais, as interações que ocorrem entre crias e os adultos são características que os separam dos insetos solitários, e são estas relações que expressam muitos dos aspectos únicos da sociedade das abelhas (WINSTON, 1987).

Existem diferenças quanto à anatomia, fisiologia e comportamento entre rainha, operárias e zangões. As operárias na presença da rainha são funcionalmente estéreis e executam tarefas próprias, como cuidar da cria, construir favos, limpar os alvéolos, defender a colônia e coletar alimento, entre outras. Reciprocamente, o zangão e a rainha possuem tarefas particularmente associadas com a reprodução, nas quais a rainha é responsável pelo controle da colônia por meio de seus feromonios e pela descendência de todos os integrantes da colônia e o zangão tem apenas a função de acasalamento (WINSTON, 2003).

3.2 CICLOS DE VIDA

O ciclo de vida é o processo de crescimento e metamorfose da abelha e envolve algumas das mais complexas interações numa colônia de insetos sociais. Durante seu ciclo de vida, as abelhas passam por quatro diferentes fases: ovo, larva, pupa e adulto. O desenvolvimento de uma abelha a partir do ovo até a fase adulta leva 16 dias para uma rainha, 21 dias para uma operária e 24 dias para os zangões. As abelhas africanizadas apresentam um

ciclo de vida menor do que as abelhas europeias, correspondendo a 15 dias para a rainha é de 19,8 a 20,3 dias para operárias nas condições climáticas brasileiras (NUNES-SILVA et al., 2006).

A duração de cada uma das fases é diferenciada para rainhas, operárias e zangões e a longevidade dos adultos das três castas também é diferente: a rainha pode viver até 2 anos ou mais, apesar de que, em clima tropical, sua vida reprodutiva dura, em média, 1 ano. As rainhas de abelhas africanizadas apresentam vida média de 8 meses na região sub-tropical do Brasil (GONÇALVES & KERR, 1970); as operárias, em condições normais, vivem de 20 a 40 dias. Os zangões que não acasalam podem viver até 80 dias, se houver alimento na colmeia (LOPES et al. 2003). Durante o período de escassez de alimento, as operárias costumam expulsar ou matar os zangões (RAMOS & CARVALHO, 2007).

O estudo da longevidade de operárias de abelhas *Apis mellifera* constitui uma análise altamente complexa, uma vez que esta pode ser influenciada por diversos fatores. Dentre esses fatores destacam-se a temperatura durante o período relativo à ontogênese, a quantidade e a qualidade de alimento disponível, a termorregulação ou os mecanismos envolvidos na manutenção da temperatura interna, as diferenças genótípicas existentes entre as abelhas, parasitas como o ácaro *Varroa jacobsoni* e os fatores climáticos (SAKAGAMI; FUKUDA, 1968).

A longevidade também é influenciada pela região climática em que as abelhas vivem. Em regiões de clima temperado apresentam duas fases diferentes de longevidade, estabelecidas em um ciclo anual (SAKAGAMI; FUKUDA, 1968), uma de menor longevidade, que corresponde a um período ativo da colônia, com intensa atividade metabólica (verão) e outra de maior longevidade com ocorrência de repouso ou hibernação (inverno) aonde apresentam uma baixa taxa metabólica com o intuito de manter a temperatura corpórea e do ninho (SOUTHWICK et al. 1990; NERUM & BUELENS, 1997).

3.3 FLORA APÍCOLA

O conhecimento da flora apícola de uma região é um passo importante para a exploração racional e programas de conservação de abelhas, facilitando as operações de manejo no apiário, como também, possibilitando a identificação, preservação e multiplicação

das espécies vegetais mais importantes na área (WIESE, 1985). Freitas (1996) salienta que a frequência e densidade de espécies vegetais da caatinga variam entre diferentes localidades, influenciando diretamente o fluxo de pólen e néctar que entra na colmeia e, consequentemente, na composição do mel.

As abelhas de um modo geral são totalmente dependentes das flores para obtenção de pólen, néctar, fragrâncias e outros recursos utilizados tanto pelos adultos quanto para suas larvas. Estes recursos florais são obtidos por diferentes grupos de visitantes que forrageiam em horários diferentes e/ou concentram-se em certas espécies de plantas. Além disso, algumas abelhas utilizam flores também como local de abrigo repouso ou acasalamento (Pedro & Camargo, 1991 apud MACEDO & MARTINS, 1999).

3.4 FORRAGEAMENTO

Os insetos são grandes polinizadores de angiospermas e, dentre eles, as abelhas são consideradas os mais eficientes em quase todos os ecossistemas. Aproximadamente 67% das plantas com flores dependem das abelhas para a polinização, e esses animais dependem diretamente da coleta de pólen e néctar para alimentar suas larvas e adultos (VIANA & SILVA, 2006).

O comportamento forrageiro é essencial para o desenvolvimento populacional de uma colônia, sendo uma das atividades mais importantes realizadas pelas abelhas. Existem fatores que afetam a visita da abelha às flores, referentes ao clima (temperatura, umidade relativa e velocidade do vento) e referentes à biologia da abelha. Geralmente, elas produzem grande quantidade de pólen e néctar, enquanto o néctar representa a fonte energética dos próprios adultos, o pólen é utilizado como fonte de proteínas para alimentar a prole. As coletas das abelhas são variáveis no que se refere ao grau de especialização para o forrageamento (COUTO & COUTO, 2006).

A disponibilidade de recursos alimentares determina a quantidade de crias produzidas (TOLEDO, 1991). Segundo Free (1980), a disponibilidade de recursos alimentares (néctar e pólen) está na dependência direta das condições ambientais, além do número de operárias e as variações das condições ambientais afetarem o aspecto produtivo e reprodutivo das colônias.

As abelhas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) possuem hábito alimentar generalista, o qual proporciona diversas alternativas alimentares, permitindo a adequação da espécie às variações na oferta de recursos alimentares, inclusive na presença de competidores (FREITAS, 1991).

3.4.1 Pólen

O pólen é um alimento indispensável para as abelhas, pois dele dependem para o seu suprimento de proteínas, sais minerais e produtos biológicos especiais utilizados para o seu desenvolvimento e sobrevivência. A disponibilidade de pólen para alimentação das colmeias está diretamente relacionada com a produção de mel, cera e geleia real de um apiário (MARCHINI et al., 2007).

O corpo das abelhas é recoberto por finos pêlos nos quais o pólen adere quando as abelhas visitam as flores. As abelhas com o auxílio das pernas os acondicionam nas corbículas. O pólen coletado é estocado em células dos quadros e pela ação de enzimas da saliva é transformado num produto que recebe o nome de pão de abelhas (WINSTON, 2003).

Nem todos os grãos de pólen têm igual valor nutritivo para as abelhas, pois eles diferem em sua composição química de planta para planta. Abelhas alimentadas com determinados tipos de pólen desenvolvem-se mais rapidamente do que com outros tipos, pois cada pólen tem uma quantidade diferente de vitaminas, proteínas, carboidratos, minerais, açúcares (MORETI, 2007).

O pólen é essencial para a nutrição de larvas e adultos de *Apis mellifera* (DIETZ, 1975). Durante os seis primeiros dias de vida adulta, as abelhas consomem grandes quantidades de pólen para obter as proteínas e aminoácidos necessários para completar seu crescimento e desenvolvimento (além das proteínas e aminoácidos, o pólen também fornece as quantidades necessárias de vitaminas e sais minerais para o bom desenvolvimento de uma abelha). Essas abelhas jovens denominadas nutrizas têm a função de alimentar a cria, através de uma secreção das glândulas hipofaríngeas, que compõe parte da geleia real, que é o alimento fornecido às crias, à rainha e aos zangões (CRAILSHEIM, 1990, 1991)

3.4.2 Néctar

O néctar das flores é uma secreção aquosa que contém de 5 a 80% de açúcar e quantidades pequenas de compostos nitrogenados, minerais, ácidos orgânicos, vitaminas, lipídios, pigmentos e substâncias aromáticas (WINSTON, 2003). O néctar coletado pelas operárias forrageiras pode ser administrado diretamente para crias e abelhas adultas, mas é usualmente transformado, primeiro, em mel (GARY, 1975; MAURIZIO, 1975).

O mel é um produto alimentício produzido por abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou das secreções precedentes de partes vivas de plantas, ou ainda de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas. As abelhas recolhem esses materiais, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam maturar nos favos da colmeia (BRASIL, 2009). Sua qualidade nutricional se deve à presença de vitaminas e minerais, e ao seu elevado valor energético. Somado a isso, o mel apresenta propriedades medicinais, como ação antioxidante e atividade antisséptica, relacionadas à presença de compostos fenólicos (ZUMLA e LULAT, 1989; MOREIRA e DE MARIA, 2001).

O conteúdo de água no mel é uma das características mais importantes, influenciando diretamente os seguintes aspectos: viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor, conservação e palatabilidade. A água presente no mel apresenta forte interação com as moléculas dos açúcares, diminuindo a disponibilidade das moléculas de água para o desenvolvimento microbológico (ABRAMOVIC et al., 2008). A umidade no mel normalmente varia de 16 a 18%, sendo permitido, por legislação, um máximo de 20% (BRASIL, 2009).

Quando a cristalização ocorre de maneira indesejada e incontrolada durante a estocagem, pode levar à formação de um produto sobrenadante de coloração escura com cristalização desuniforme. A separação de fases forma uma fase cristalina no fundo e uma fase líquida no topo, tornando o mel menos atrativo para o consumidor. A camada do topo contém elevado conteúdo de água, aumentando o risco de degradação do mel por fermentação (GLEITER et al., 2006; ZAMORA e CHIRIFE, 2006).

Por outro lado, quando a cristalização ocorre de maneira controlada, é possível obter produtos como o mel cremoso, no qual há um grande número de cristais muito pequenos que não são percebidos pelo paladar (ESCOBEDO et al., 2006; SUBRAMANIAN et al., 2007).

Todos os méis são líquidos quando produzidos pelas abelhas, mas, por serem soluções supersaturadas de glicose, quando armazenadas em temperaturas abaixo da temperatura média da colmeia (37 °C), tendem a cristalizar espontaneamente, fenômeno esse que não altera a sua natureza (ZAMORA e CHIRIFE, 2006; WIESE, 1986). Essa cristalização varia de acordo com vários fatores, como a concentração de açúcares, o teor de água na sua composição natural, a procedência floral do néctar, o manuseio durante seu processamento, bem como as condições de estocagem (CONFORTI et al., 2006; LUPANO, 1997). Alguns méis nunca cristalizam, outros cristalizam de maneira lenta, como o mel proveniente da flor de assa peixe, ou de maneira rápida, como o mel da flor de nabo forrageiro. A cristalização do mel consiste na separação da glicose, que é menos solúvel que a frutose, e consequente formação de hidratos de glicose. Quando o mel cristaliza, observam-se mudanças na sua coloração (LENGLER, 2008; WIESE, 1986).

O sol direto eleva a temperatura interna das colmeias, afeta o desenvolvimento das crias, a produção dos enxames e compromete a qualidade do mel (PEREIRA et al., 2000).

As temperaturas altas contribuem para alterar o aroma e sabor original do mel, aceleram as reações químicas de envelhecimento do mel, resultando na redução da atividade enzimática e no aumento da acidez, acelera a formação do HMF, principal indicativo da qualidade do mel (SOUZA, 2004).

3.5 POLINIZAÇÃO

Para Silva (2004) a maior importância em criar abelhas, entretanto, está na atividade polinizadora, onde a abelha tem contribuído amplamente para o ser humano e para a agricultura. A ação polinizadora melhora a produtividade de espécies de plantas domesticadas de interesse econômico e assegura a diversificação e reprodução de plantas silvestres.

De acordo com De Jong (2000), o incremento dado pela polinização à agricultura mundial é estimado em valores acima de cem bilhões de dólares por ano. Orth (2000) afirma que o serviço realizado pelas abelhas, como agentes polinizadores, é 40 a 50 vezes mais

valioso do que a sua produção de mel, pólen, própolis ou geleia real, e que a não colocação de polinizadores, nos sistemas vegetais produtivos, gera perdas mundiais em torno de US\$ 55 bilhões anuais.

A polinização realizada pelas abelhas e por outros animais resulta no aumento da qualidade e do tamanho de frutos em 70% das principais culturas agrícolas do mundo (RICKETTS et al., 2008). Como já mencionado, a única espécie disponível mundialmente em larga escala para uso na polinização é a *A. mellifera*, a abelha de mel. Ela é considerada fundamental para a agricultura, sendo seus serviços de polinização estimados em 9,5% do valor da agricultura em 2005, ou seja, 153 bilhões (GALLAI et al., 2009). No entanto, atualmente está ocorrendo um sério problema na apicultura mundial, o fenômeno conhecido por *Colony Collapse Disorder* (CCD) ou Síndrome do Desaparecimento, que tem provocado o desaparecimento de populações de abelhas nas colmeias nos Estados Unidos a partir do ano de 2007 e se expandiu pelo mundo. Aparentemente, apresenta como causas a intoxicação por pesticidas ou inseticidas altamente tóxicos, principalmente do grupo dos neonicotinoides, além de a ocorrência de viroses, a infestação pelo microsporídeo *Nosema ceranae*, problemas com a variabilidade genética e a seleção das abelhas, o surgimento do ácaro *Varroa destructor* – haplótipo K, a falta de alimentos energéticos e proteicos adequados na colônia, a utilização de fungicidas que afetam a produção do pão de abelha armazenado na colônia, e sistemas de manejo intensivo das colmeias (COX-FOSTER, 2007; DE JONG, 2010).

No entanto, o que mais se divulga ultimamente como causa principal são os pesticidas. Os pesticidas neonicotinoides, altamente tóxicos para as abelhas, apresentam atividades enzimáticas que atuam fisiologicamente no olfato e na memória das abelhas, bem como no comportamento de vôo das mesmas, em especial nas atividades de orientação e navegação, dificultando a localização de suas colônias em seu retorno após as atividades de forrageamento, o que em parte explica o desaparecimento das abelhas sem deixar vestígios de morte.

Infelizmente o fenômeno do desaparecimento das abelhas já vem sendo observado em muitos países que exploram a apicultura. Em 2010 e 2011 vários relatos sobre perdas de abelhas foram registradas nos Estados Unidos, Europa e América do Sul (CARRECK, 2011; KRISTIANSEN, 2011; OLDROYD, 2007 ; POTTS et al. 2010).

No Brasil, ao longo dos últimos anos têm sido reportadas por apicultores, pesquisadores e por fiscais agropecuários federais e estaduais, altas perdas de colmeias nos

estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Embora resultados conclusivos não estejam disponíveis, nos casos de perdas de colmeias com sintomas similares à CCD no Brasil, a possível hipótese de causa seria a ação sinérgica envolvendo vários fatores, como os patógenos detectados nos apiários, condições climáticas e possíveis resíduos de pesticidas em doses letais ou subletais, que são amplamente utilizados de forma legal e ilegal nas regiões, provocando a perdas de abelhas no Brasil (MESSAGE et al., 2011). Esses relatos são muito preocupantes, uma vez que em nosso país o uso dos agrotóxicos é feito indiscriminadamente em vários estados, havendo, portanto uma alta probabilidade de aumento dos casos de intoxicação das abelhas com o consequente desaparecimento delas no Brasil, prevendo-se um futuro sombrio para a apicultura brasileira caso não sejam tomadas providências urgentes para combater esses produtos tóxicos para as abelhas (GONÇALVES, 2012).

Portanto, face a todos os relatos de ocorrências do desaparecimento das abelhas em vários continentes, estão ocorrendo grande prejuízos para a apicultura mundial e para o agronegócio apícola internacional, caso não sejam tomadas providências enérgicas de proibição do uso dos agrotóxicos do grupo dos neonicotinoides na agricultura mundial (GONÇALVES, 2012).

3.6 TERMORREGULAÇÃO

A temperatura é um fator limitante para a distribuição dos insetos, ao mesmo tempo em que regula seu índice de atividade e é também um fator de regulação do crescimento e do metabolismo (PROSSER, 1968).

As abelhas melíferas, *Apis mellifera*, são conhecidas por controlar rigorosamente a temperatura interna de seus ninhos dentro de uma faixa térmica estreita entre 33 a 36°C (LINDAUER, 1955; KUHNHOLZ, S. & SEELEY, T.D. 1997; TAUTZ et al., 2003; JONES e OLDROYD, 2007). Esse controle ou regulação da temperatura é realizado predominantemente por meio das próprias abelhas. No frio, as operárias aquecem o ninho por meio da produção de calor metabólico (HEINRICH e ESCH, 1994; JONES & OLDROYD, 2007), no verão, em temperaturas acima de 36°C, elas vibram as asas para gerar uma corrente de ar, e assim esfriar o ninho. Em temperaturas muito excessivas elas utilizam também a

ventilação e a evaporação de água, e em condições extremas evacuam o ninho (LINDAUER, 1955; WINSTON, 1987c; LIPINSKI, 2001; ALMEIDA, 2008, ALMEIDA et al. 2007, FREITAS et al. 2007). Segundo Jones e Oldroyd (2007) esse tipo de regulação da temperatura praticado por abelhas *Apis mellifera* é denominado termorregulação ativa, pois nesse mecanismo as abelhas utilizam atividades fisiológicas, ou seja, elas utilizam partes do corpo como os músculos das asas e do vôo e também o acionamento dos músculos do tórax (HEINRICH e ESCH, 1994).

Estudos sobre termorregulação de abelhas africanizadas e enxameação induzida foram realizados sob condições artificiais em câmaras climáticas, nas quais a temperatura do ar, umidade, radiação e vento eram facilmente controlados, e principalmente a abelha se privava de exercer seus comportamentos naturais, sendo constatado que ao se atingir internamente a temperatura de 41°C as abelhas abandonam as colmeias, mesmo na presença de crias e rainha (ALMEIDA, 2008). Entretanto, no ambiente natural onde estes insetos vivem normalmente, os fatores climáticos modificam-se continuamente e podem causar alterações significativas no comportamento do animal, como também na sua termorregulação. As estruturas internas do ninho, e/ou o local onde ele esteja alojado, podem também proporcionar isolamento térmico das abelhas e da colônia como um todo (HEINRICH, 1981; 1993).

A influência de fatores ambientais, como temperatura, umidade relativa do ar e insolação, sobre o desenvolvimento e o comportamento de colônias de abelhas, tem sido demonstrada em várias pesquisas (KEFUSS & NYE 1970; PRAAGH, 1975; BRANDEBURGO & GONÇALVES, 1989; LORENZON et al. 2004; ALMEIDA, 2008). Entretanto, a maioria dos estudos tem sido conduzido em regiões onde as temperaturas baixas são, frequentemente, o fator limitante, o que não se aplica à região Nordeste do Brasil, onde as condições climáticas são bastante diferenciadas.

Temperaturas acima de 36°C, por longo tempo, podem afetar, severamente, a metamorfose da cria. Além disto, os favos de cera, quando repletos de mel, podem amolecer e quebrar, a temperaturas acima de 40°C (SEELEY, 2006). A exposição das colmeias às variáveis ambientais também pode afetar características físico-químicas do mel, assim como a produção de outros produtos das abelhas, como própolis, também pode ser influenciada por fatores como luminosidade e insolação, verificando-se maior produção em colmeias mantidas a sombra (MANRIQUE & SOARES 2002, LIMA 2006, ALMEIDA et al. 2007; GONÇALVES & SOMBRA, 2011).

O controle da temperatura dentro da colônia (termorregulação) é importante principalmente para o sucesso do desenvolvimento da cria, e consequentemente para a sobrevivência da colônia. Além de afetar características morfológicas e a sobrevivência da cria, um desenvolvimento em temperaturas “inadequadas” pode afetar outros fatores fisiológicos dos indivíduos e assim gerar consequências posteriores na sua vida adulta (TAUTZ *et al.*, 2003; JONES *et al.*, 2005, ALMEIDA, 2008).

Por outro lado, o desenvolvimento e o comportamento de colônias de abelhas recebem influência de fatores ambientais como temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar (ALENCAR, 2006; ALMEIDA, 2008; GONÇALVES, 1989; LORENZON *et al.*, 2004.

3.7 SOMBREAMENTO

Dentre os fatores que contribuem para a baixa produtividade e elevada taxa de abandono de colmeias, em regiões de clima quente, como o Nordeste brasileiro, destaca-se a falta de sombreamento nos apiários. Embora a maioria dos apicultores instale suas colmeias sob a sombra de árvores, a vegetação nativa do semiárido sofre intensa queda de folhas no período de estiagem, deixando, portanto as colônias totalmente à mercê dos fatores climáticos (PEREIRA *et al.* 2000; PEREIRA 2002).

Segundo Guiselini *et. al.* (1999), a ausência de sombreamento natural para as colmeias é no meio rural um dos grandes problemas encontrados atualmente na área de ambiência ou o meio em que vivem os animais e plantas. A falta de informações com relação às espécies arbóreas a serem recomendadas para fornecer sombra de qualidade é extremamente limitante no sentido de se proporcionar a utilização adequada dessas espécies para o conforto térmico em geral.

Na Região Nordeste, a instalação das colmeias sob a copa de árvores ou de coberturas naturais, conhecidas regionalmente como “latadas”, tem sido recomendada como formas de possibilitar conforto térmico às colônias de abelhas e ao apicultor durante o manejo, pois promovem o bloqueio da radiação solar, permitindo melhor sensação térmica e uma manipulação mais adequada das colônias (ALMEIDA, 2008; GONÇALVES, 2010; GONÇALVES *et. al.* 2010; GONÇALVES & SOMBRA, 2011).

Assim, para se evitar o gasto excessivo de energia e tempo das abelhas para realizar termorregulação, no processo de resfriamento do ninho, os apicultores devem instalar seus apiários em locais sombreados, de preferência onde existam espécies arbóreas que forneçam sombreamento adequado e água potável, no período de estiagem (LOPES et al. 2008). Quando isto não for possível, devem ser buscadas alternativas de cobertura que possam propiciar o conforto térmico necessário ao desenvolvimento e produção das colônias.

3.8. ENXAMEAÇÃO

Uma característica marcante da abelha africanizada é a capacidade de abandonar as colmeias quando as condições ambientais não estão favoráveis ao desenvolvimento das colônias (NOGUEIRA-COUTO; COUTO, 2002). Segundo Winston (2003), a taxa de abandono das abelhas tropicais varia de 15 % a 30 %, podendo chegar a 100 % em condições muito adversas. Segundo o Prof. L. S. Gonçalves (2011, informação pessoal) das abelhas africanizadas do nordeste apresentam taxas de enxameação por abandono ao redor de 50% ao ano. Almeida (2008) confirmou que a principal causa desse abandono é a temperatura, tendo sido comprovado experimentalmente que ao se atingir temperatura igual ou superior a 41°C no interior das colméias as abelhas não conseguindo uma termorregulação satisfatória entram em stress e abandonam as colmeias, mesmo na presença de crias e rainha, levando a conclusões de que altas temperaturas, falta de alimento e falta de água são os principais fatores determinantes do comportamento de abandono.

A enxameação migratória ou abandono se caracteriza pela partida de todo o enxame, deixando para trás o ninho com favos e, em alguns casos, com um pouco de cria e alimentos. Esta saída é geralmente motivada por alguma condição desfavorável do meio ambiente, que obriga o enxame a procurar outro local para construir seu ninho (SOUZA, 2004; ALMEIDA, 2008).

A enxameação pode ser causada por diversos fatores bióticos e abióticos. As altas temperaturas e falta de água são os principais fatores determinantes do abandono, recomendando-se a instalação de colmeias à sombra e fornecimento de água potável para se controlar a enxameação das abelhas africanizadas (ALMEIDA, 2008).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 INSTALAÇÃO DO APIÁRIO:

O experimento foi realizado nas irradiações do Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte – CETAPIS- RN, instalado e em funcionamento na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, da Universidade Federal Rural do Semi Árido - UFERSA, situada no distrito de Alagoinha, município de Mossoró/RN, com as coordenadas: latitude 5°11'S, longitude 37°20'W e altitude de 18m.



Figura 1. Instalação do apiário observando-se colmeias sob a Unidade de Cobertura com folhas de carnaúba e lateralmente colmeias sob o sol, em ambos os lados.

O experimento foi realizado no período de abril/2012 a março/2013, onde foram utilizadas 16 colmeias modelo Langstroth identificadas, contendo enxames de abelhas africanizadas pertencentes ao CETAPIS, colmeias estas, contendo o mesmo número de quadros, com população padronizada e com alimentação em condições as mais idênticas possíveis, e durante o experimento as colônias não foram alimentadas.

O Apiário possuía dois lotes, um lote protegido com 8 colmeias Langstroth instaladas separadamente 1,5 metros uma da outra, sob uma Unidade de Cobertura medindo 15m x 2m x 3m de comprimento, largura e altura, respectivamente (Unidades de Cobertura Ecológica)

construída com troncos e folhas secas de árvores de carnaúba da região semiárida, proteção essa denominada no nordeste de “latada”. Outro lote sob o sol com 8 colmeias Langstroth dispostas lateralmente a área coberta (4 em cada lado), como controle, separadas também a 1,5 metros uma da outra, porém instaladas diretamente sob o sol. Próximo ao Apiário Experimental encontrava-se água potável para o consumo “*ad libitum*” das abelhas.

4.2 INSPEÇÃO DAS COLÔNIAS:

Todas as colmeias foram numeradas na sua parte posterior. Foram realizadas inspeções nas 16 colmeias a cada 30 dias, durante um ano, sendo as mesmas expostas ao sol e a sombra como mostram as Figuras 2 e 3, registrando-se o número de quadros com crias, número de quadros com alimento, presença de rainha, presença de postura, presença de realeiras, avaliação do tamanho populacional (códigos de 0 a 4), presença de doença, florada e registro de enxameação por abandono ou enxameação reprodutiva. Para a análise do tamanho populacional das populações das colmeias foi estabelecido um código de 0 a 4 sendo 0= sem abelhas, 1= população fraca, 2 = população média, 3= população boa ou forte, 4= população ótima.



Figura 2. Colmeias na sombra



Figura 3. Colmeias sob o sol

Foram escolhidos e marcados dois quadros de cria de cada colônia, retirados do centro das colmeias. Estes quadros eram analisados a cada 10 dias. Com os levantamentos realizados para avaliação interna da colônia, foi possível estimar a área de postura, cria (aberta e operculada), néctar e pólen, seguindo o método adaptado de Al-Tikrity et al. (1971). Para isso, os quadros foram colocados em um suporte de madeira (Figura 4), tendo na parte

anterior uma rede de arame dividida proporcionalmente em 36 quadrantes de áreas idênticas (área do quadrante igual a 0,02777%, sendo 1 equivalente o quadro inteiro, ou seja igual a 100%), permitindo visualizar e avaliar nos quadros a área ocupada por cada variável mapeada em cada quadrante. Foram avaliados os dois lados de cada quadro dos dois selecionados em cada colônia, sendo denominados de lado A e lado B.

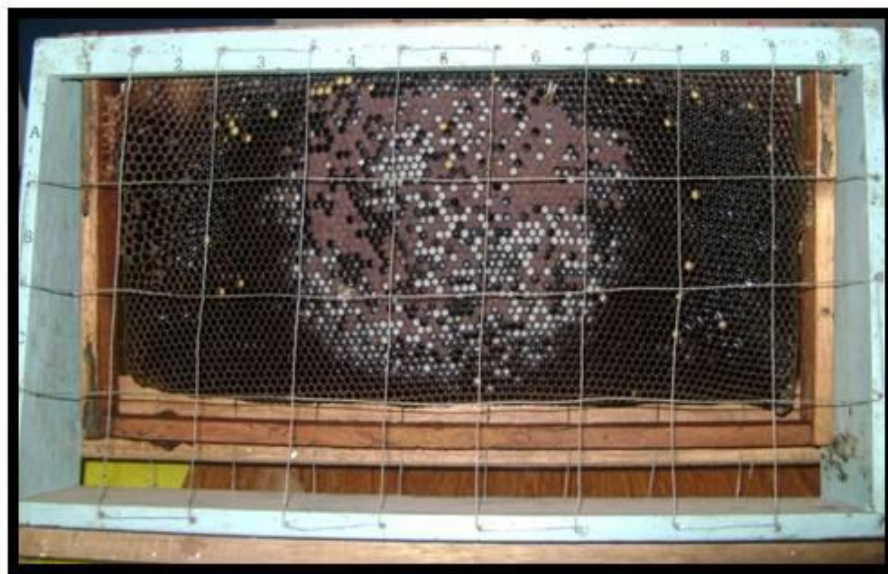


Figura 4. Quadro de crias de operárias dentro do suporte de madeira para registro das áreas de oviposição, cria aberta, cria operculada, mel e pólen.

Durante o experimento todas as colônias que enxamearam (enxameação por abandono) foram devidamente registradas e substituídas por novas colônias.

Tabelas e gráficos foram construídos contendo os dados das variáveis analisadas, para comparação dos dois grupos de colônias testados (colônias sob a sombra e colônias diretamente sob o sol) mediante testes estatísticos apropriados.

4.3 PESAGEM DAS MELGUEIRAS DAS COLÔNIAS DO EXPERIMENTO

As pesagens das melgueiras para a estimativa da produção de mel das colônias sob o sol e sombra foram realizadas diretamente no campo, nos anos de 2012 e 2013 (15/08/2012, 18/12/2012 e 20/03/2013).

Para se determinar a tara da melgueira para posterior cálculo do efetivo desenvolvimento da produção de mel, uma melgueira vazia, juntamente com seus quadros, foram pesados e referenciados como tara, já que no início do experimento as melgueiras encontravam-se com mel. Os dados das pesagens foram anotados para edição de um banco de dados com o número de colmeias, número da pesagem, data de pesagem e dados de desenvolvimento.

4.4 COLETA DE DADOS DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

Para analisar a possível influencia das variáveis climáticas no desenvolvimento das colônias de abelhas africanizadas utilizadas neste experimento, foi realizada a coleta de dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica. Os dados foram obtidos da Estação Meteorológica Automática da Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) (Tabela 1).

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS

Para os dados resultantes do monitoramento de cada colônia, foi realizado o teste de normalidade dos dados, em seguida procedeu-se a análise de variância pelo método dos quadrados mínimos para dados não-balanceados (SILVA, 1993), onde as médias estimadas foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$) e todas as análises foram realizadas utilizando o software “Statistical Analyses System” (SAS).

5 RESULTADOS

5.1 VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

As médias das variáveis meteorológicas, temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) do ano de 2012 e do primeiro trimestre de 2013, registradas durante o período do experimento pela estação meteorológica da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), estão sumarizadas na Tabela 1.

Tabela 1- Variáveis meteorológicas, temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica dos anos, 2012 e 2013.

VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2012												
Temperatura (°C)	28,2	27,5	28,1	28,5	28,5	27,9	27,6	27,9	28,6	28,6	28,9	28,9
Umidade relativa (%)	63,2	67,3	65,5	63,8	59,9	60,4	56,4	51,3	52,8	55,3	60,4	60,3
Precipitação (mm)	41,4	67,8	28,2	33	0	26,9	14	0	0	0	0	0,5
2013												
Temperatura (°C)	28,8	29,1	29,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umidade relativa (%)	60,6	59,3	60,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Precipitação (mm)	0	18	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.2 VARIÁVEL OVIPOSIÇÃO (POSTURA DA RAINHA)

A média geral para a variável oviposição foi 0,24%, sendo a média geral para o ambiente sol de $0,25 \pm 0,02\%$ e para a sombra de $0,22 \pm 0,06\%$. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$), porém diferenças significativas foram encontradas ao longo dos meses ($P < 0,01$), nas colônias submetidas diretamente ao sol.

No ambiente sombra não houve diferença estatisticamente significativa entre os meses. Nas colônias submetidas diretamente sob o sol o valor médio para oviposição permaneceu constante de abril a setembro (aproximadamente 0,25%). O mês de outubro foi caracterizado por um aumento no valor médio da oviposição (0,44%), onde pode ter ocorrido oferta de alimento na natureza.

Nos meses de novembro e dezembro houve uma queda do valor médio (0,33%) da postura, esse valor não diferiu estatisticamente do período de abril a setembro (média 0,25%). De janeiro a março de 2013, a variável oviposição foi caracterizada por valores médios muito [inferiores às médias observadas em 2012, uma vez que esse valor médio nesses meses de janeiro a março de 2013 caiu para aproximadamente 0,11%.

As médias da variável oviposição (postura da rainha) em função dos ambientes (sol e sombra) e ao longo dos meses estão descritos na Tabela 2. A Figura 5 mostra a área de postura durante o período de 19/04/2012 a 11/03/2013.

Tabela 2- Médias da área para a variável oviposição em %, nos ambientes sol e sombra e ao longo dos meses.

OVIPOSIÇÃO	SOL	SOMBRA
Abr /2012	0,23 a	0,21 a
Mai /2012	0,21 a	0,13 a
Jun /2012	0,30 a	0,10 a
Jul /2012	0,27 a	0,09 a
Ago /2012	0,20 a	0,26 a
Set /2012	0,29 a	0,31 a
Out /2012	0,44 c	0,33 a
Nov /2012	0,37 a	0,34 a
Dez /2012	0,30 a	0,32 a
Jan /2013	0,09 b	0,26 a
Fev /2013	0,14 b	0,21 a
Mar /2013	0,09 b	0,10 a
Média	0,25	0,22

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

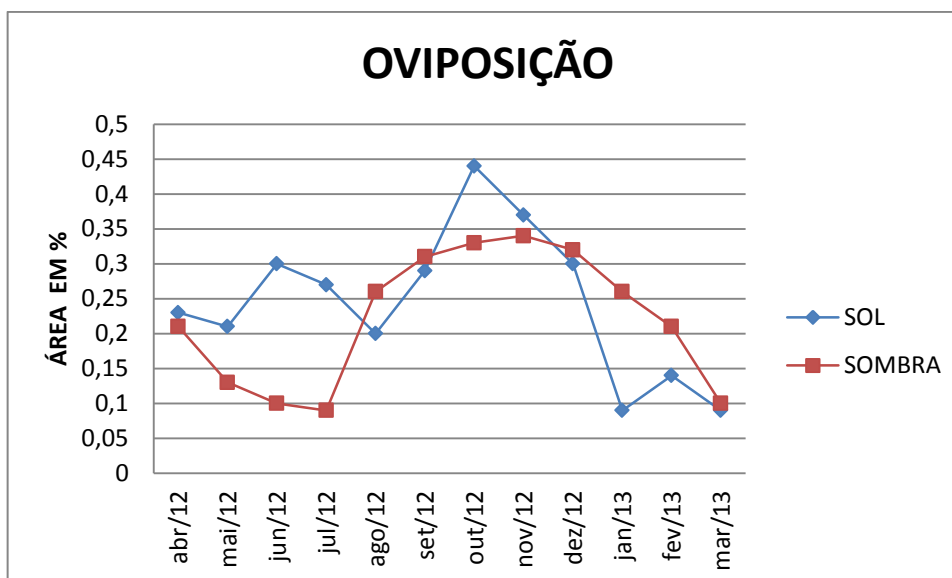


Figura 5- Área de postura em % durante o período de 19/04/2012 a 11/03/2013.

5.3 VARIÁVEL CRIA ABERTA

A média geral para a variável cria aberta foi 0,22% sendo que as médias para o ambiente sol e sombra foram também de $0,22 \pm 0,02$ %. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$), porém diferenças estatísticas significativas foram encontradas também ao longo dos meses ($P < 0,01$), nas colônias ao sol. No ambiente sombra não houve diferença estatisticamente significantes ao longo do experimento. Nas colônias sob o sol o valor médio para cria aberta permaneceu constante de abril a setembro oscilando de 0,24% a 0,36%. O mês de outubro foi caracterizado por um aumento no valor médio da cria aberta (0,42%). Nos meses de novembro de 2012 a março de 2013 houve uma queda na área de cria e esse valor deferiu do período de abril a setembro.

As médias da variável cria aberta em função dos ambientes (sol e sombra) e ao longo dos meses, estão descritos na Tabela 3. A Figura 6 mostra a área de cria aberta em % durante o período de 19/04/2012 a 11/03/2013.

Tabela 3- Médias da variável área de cria aberta em % nos ambientes sol e sombra e ao longo dos meses.

CRIA ABERTA	SOL	SOMBRA
Abr /2012	0,35 a	0,39 a
Mai /2012	0,29 a	0,22 a
Jun /2012	0,24 a	0,15 a
Jul /2012	0,36 a	0,14 a
Ago /2012	0,26 a	0,26 a
Set /2012	0,29 a	0,26 a
Out /2012	0,42 c	0,35 a
Nov /2012	0,18 b	0,22 a
Dez /2012	0,14 b	0,19 a
Jan /2013	0,13 b	0,19 a
Fev /2013	0,08 b	0,22 a
Mar /2013	0,03 b	0,08 a
Média	0,22	0,22

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

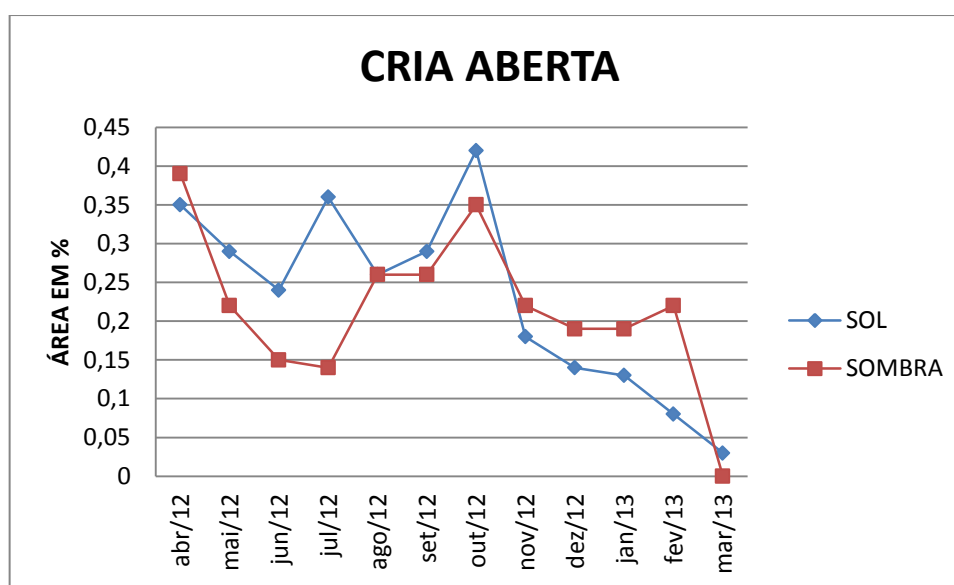


Figura 6- Área de cria aberta em% durante o período de 19/04/2012 a 11/03/2013.

5.4 VARIÁVEL CRIA OPERCULADA

A média geral para a variável área de cria operculada foi 0,28 %, sendo a média geral para o ambiente sol de $0,28 \pm 0,02$ % e para a sombra de $0,26 \pm 0,01$ %. Não houve diferença entre os tratamentos ($P>0,05$), porém diferenças estatísticas significativas foram encontradas

ao longo dos meses ($P < 0,01$), nas colônias submetidas ao sol. Para o ambiente sombra não houve diferença estatisticamente significativa entre os meses. Nas colônias sob o sol o valor médio para cria operculada de abril a novembro oscilou de 0,26% a 0,52%. No período de dezembro de 2012 a março de 2013 houve uma queda na área de cria operculada, oscilando de 0,13% a 0,02% e esses valores diferiram estatisticamente do período de abril a novembro.

As médias da variável cria operculada em função dos ambientes (sol e sombra) e ao longo dos meses, estão descritos na Tabela 4. A Figura 7 mostra a área de cria operculada em % durante o período de 19/04/2012 a 11/03/2013.

Tabela 4- Médias da variável cria operculada em % nos ambientes sol e sombra e ao longo dos meses.

CRIA OPERCULADA	SOL	SOMBRA
Abr /2012	0,49 a	0,38 a
Mai /2012	0,47 a	0,41 a
Jun /2012	0,35 a	0,13 a
Jul /2012	0,52 a	0,22 a
Ago /2012	0,29 a	0,33 a
Set /2012	0,26 a	0,31 a
Out /2012	0,41 a	0,41 a
Nov /2012	0,32 a	0,26 a
Dez /2012	0,13 b	0,25 a
Jan /2013	0,12 b	0,18 a
Fev /2013	0,09 b	0,17 a
Mar /2013	0,02 b	0,12 a
Média	0,28	0,26

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

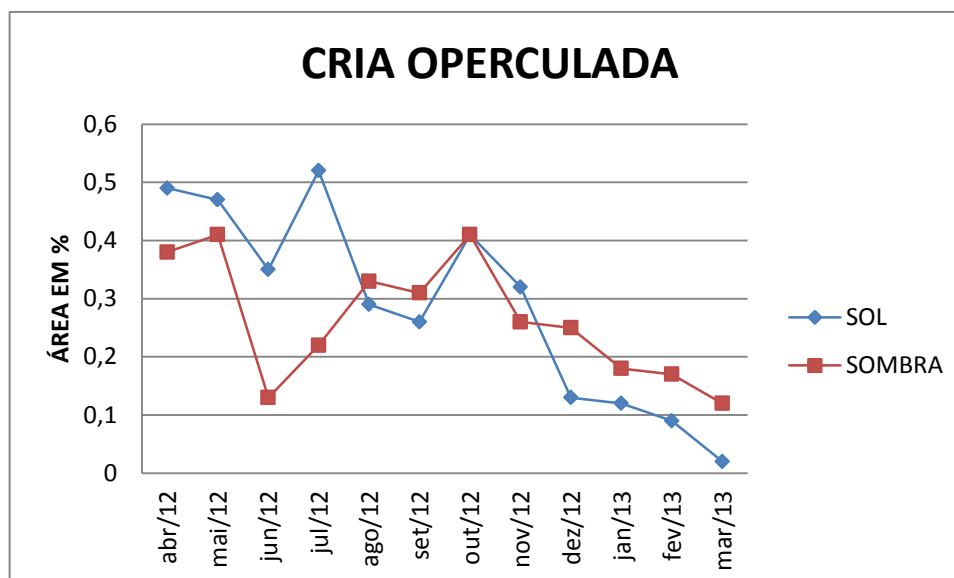


Figura 7- Área de cria operculada em % durante o período de 19/04/2012 a 11/03/2013.

5.5 VARIÁVEL MEL

A média geral para a variável área de mel foi 0,26 %, sendo a média geral para o ambiente sol de $0,29 \pm 0,01\%$ e para a sombra de $0,24 \pm 0,01\%$. Houve diferença estatisticamente significativa na área de mel nos distintos tratamentos ($P < 0,01$). E ao longo dos meses ($P < 0,01$) tanto para as colônias submetidas as sol, como para as colônias a sombra.

O valor médio para área de mel no ambiente sol permaneceu constante de abril a setembro oscilando de 0,22% a 0,40%. O mês de outubro foi caracterizado por uma queda no valor médio da área de mel (0,14%). Nos meses de novembro de 2012 a março de 2013 houve um aumento na área de mel oscilando de 0,21% a 0,44%. Esses valores deferiram estatisticamente do período de abril a setembro, com oscilação de 0,22% a 0,40%.

No ambiente sombra o valor médio para área de mel permaneceu constante de abril a julho oscilando entre 0,31% a 0,46%. Nos meses de agosto de 2012 a fevereiro de 2013 houve uma queda significativa na área de mel oscilando de 0,06% a 0,25%. Esse período deferiu do período de abril a julho. No mês de março de 2013 (0,31%) houve um aumento de duas a cinco vezes na área de mel comparada com setembro de 2012 a Fevereiro de 2013, porém o valor observado em Março de 2013 não deferiu do período de abril a julho de 2012 que oscilou de 0,31% a 0,46%.

Durante o período de dezembro de 2012 a março de 2013 foram registradas médias superiores, o dobro, no ambiente sol (0,24%) comparadas com a do ambiente sombra (0,12%).

As médias da variável mel em função dos ambientes (sol e sombra) e ao longo dos meses estão descritos na Tabela 5. A Figura 8 mostra a área de mel em % durante o período de 19/04/2012 a 11/03/2013.

Tabela 5- Médias da variável área de mel em % nos ambientes sol e sombra e ao longo dos meses.

MEL	SOL	SOMBRA
Abr /2012	0,40 a A	0,46 Aa
Mai /2012	0,32 a A	0,36 Aa
Jun /2012	0,38 a A	0,31 a A
Jul /2012	0,25 a A	0,33 a A
Ago /2012	0,24 a A	0,25 b A
Set /2012	0,22 a A	0,13 b A
Out /2012	0,14 b A	0,06 b A
Nov /2012	0,21 a A	0,10 b A
Dez /2012	0,44 a A	0,10 b B
Jan /2013	0,39 a A	0,06 b B
Fev /2013	0,33 a A	0,12 b B
Mar /2013	0,30 a A	0,31 a B
Média	0,29	0,24

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($P>0,01$).

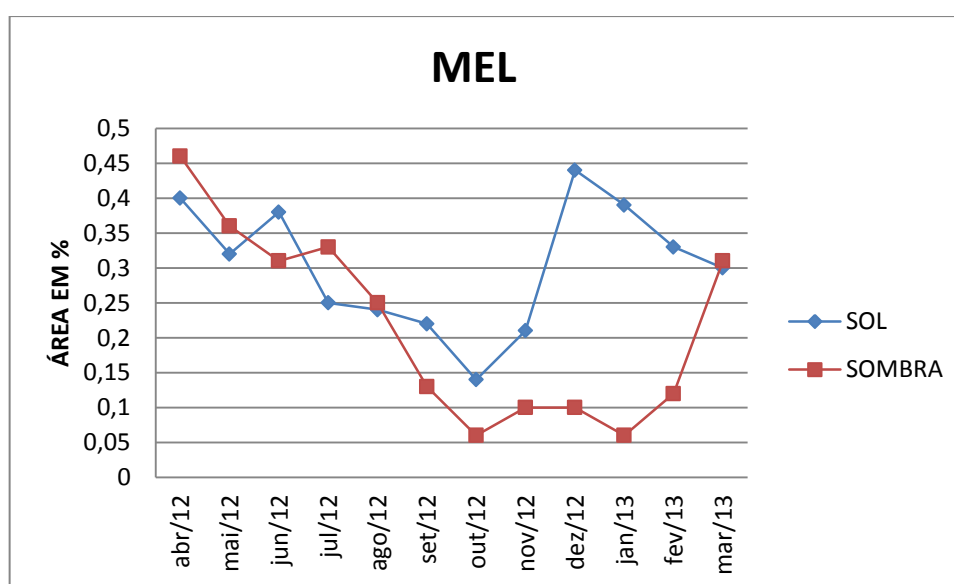


Figura 8- Área de mel em % durante o período de 19/04/2012 a 11/03/2013.

Durante o experimento, independentes da variável área de mel registradas nos quadros foram realizadas três pesagens apenas das melgueiras colocadas sobre as colmeias instaladas ao sol e sob a sombra para se estimar a produção efetiva bem como o consumo de mel pelas colônias sob o sol e na sombra, uma vez que após as pesagens não foi extraído o mel das melgueiras, todas as colônias tinham apenas uma melgueira.

Houve diferença estatisticamente significativa para a pesagem das melgueiras ($P < 0,01$) quando comparados os tratamentos sol e sombra. As colônias que estavam na sombra apresentaram uma quantidade superior de mel estocado nas melgueiras quando comparadas com as colônias submetidas ao sol (Figura 9).

Nas três pesagens, as colmeias a sombra sempre apresentaram valores médios superiores quando comparadas às colmeias instaladas diretamente sob o sol. Como cada colônia possuía apenas uma melgueira e esta não foi retirada durante todo o experimento, após as pesagens obtivemos os seguintes resultados: no dia 15/08/12 as melgueiras das colônias submetidas ao sol apresentavam o peso total de 32,08kg e tinham média de 4,01kg de mel acumulado por melgueira, enquanto que as melgueiras das colônias à sombra apresentavam o peso total de 63,32 Kg e tinham média de 7,91 kg de mel acumulado por melgueira; no dia 18/12/12 as melgueiras das colônias submetidas ao sol apresentavam o peso total de 28,52 Kg e tinham média de 3,56 kg de mel acumulado por melgueira, enquanto que as melgueiras das colônias à sombra apresentavam o peso total 61,32 Kg e tinham média de 7,66 kg de mel acumulado por melgueira.

No dia 20/03/13 as melgueiras das colônias submetidas ao sol apresentavam o peso total de 19,90 Kg e tinham média de 2,48 kg de mel acumulado por melgueira, enquanto que as melgueiras das colônias à sombra apresentavam o peso total de 26,06 Kg e tinham média de 3,45 kg de mel acumulado por melgueira. O valor médio de mel acumulado nas melgueiras das três pesagens ao sol foi de aproximadamente 27 Kg no sol (32,08Kg, 28,52 kg e 19,90Kg) e de aproximadamente 50 Kg na sombra (63,32Kg, 61,32 Kg e 26,06Kg). Portanto, as colônias na sombra apresentaram uma estimativa média em torno de 45% a mais de mel que nas colônias ao sol.

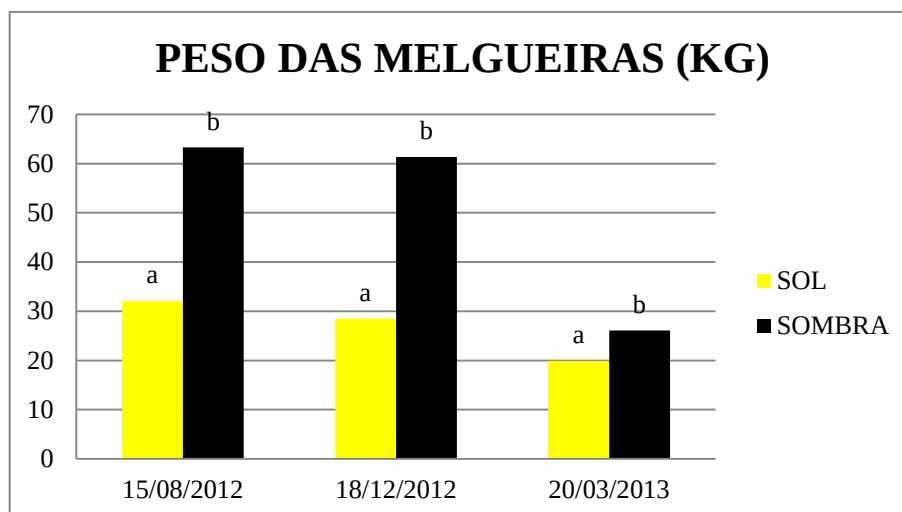


Figura 9- Quantidade de mel (kg) nos ambientes sol e sombra, nos diferentes dias de pesagem.

5.6 VARIÁVEL PÓLEN

A média geral para a variável pólen foi 0,15%, sendo a média geral para o ambiente sol de $0,14 \pm 0,008$ % e para a sombra de $0,17 \pm 0,006$ %. Houve diferença estatisticamente significativa de ambiente ($P < 0,01$), porém diferenças significativas foram encontradas também ao longo dos meses ($P < 0,01$), nas colônias submetidas ao sol e na sombra.

O valor médio para área de pólen no ambiente sol permaneceu constante de abril a julho oscilando de 0,22% a 0,28%. Os meses de agosto/2012 a Março/2013 foram caracterizados por uma queda significativa (0,16% a 0,02%) nos valores da área de pólen sendo o mês de outubro caracterizado pelo maior valor (0,16%) no período. Portanto, nos meses de agosto de 2012 a março de 2013 houve uma queda significativa na área de pólen. Já no ambiente sombra o valor médio para área de pólen caiu da primeira observação em abril de 2012 a última em março de 2013. Essa queda da entrada de pólen em ambos os grupos foi consequência da falta das chuvas e aumento da temperatura em 2012 e início de 2013.

Entre os ambientes sol e sombra o mês de abril foi o único que mostrou diferença estatisticamente significativa.

Pode-se perceber que no período de novembro de 2012 até março de 2013 ocorre também um declínio na postura seguido do declínio nas áreas de cria aberta e cria operculada. Este período coincide com a redução da oferta de alimento, que pode ser constatada pela redução das áreas de pólen e mel no mesmo período.

As médias da variável pólen em função dos ambientes (sol e sombra) e ao longo dos meses estão descritos na Tabela 6. A Figura 10 mostra a área pólen em % durante o período de 19/04/2012 a 11/03/2013.

Tabela 6- Médias da variável pólen em % nos ambientes sol e sombra e ao longo dos meses.

PÓLEN	SOL	SOMBRA
Abr /2012	0,28 a A	0,51 a B
Mai /2012	0,24 a A	0,37a A
Jun /2012	0,22 a A	0,22 a A
Jul /2012	0,28 a A	0,28 a A
Ago /2012	0,08 b A	0,18 b A
Set /2012	0,11 b A	0,08 c A
Out /2012	0,16 c A	0,10 c A
Nov /2012	0,07 b A	0,06 c A
Dez /2012	0,09 b A	0,09 c A
Jan /2013	0,06 b A	0,05 c A
Fev /2013	0,02 b A	0,01 c A
Mar /2013	0,05 b A	0,06 c A
Média	0,14	0,17

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($P>0,01$).

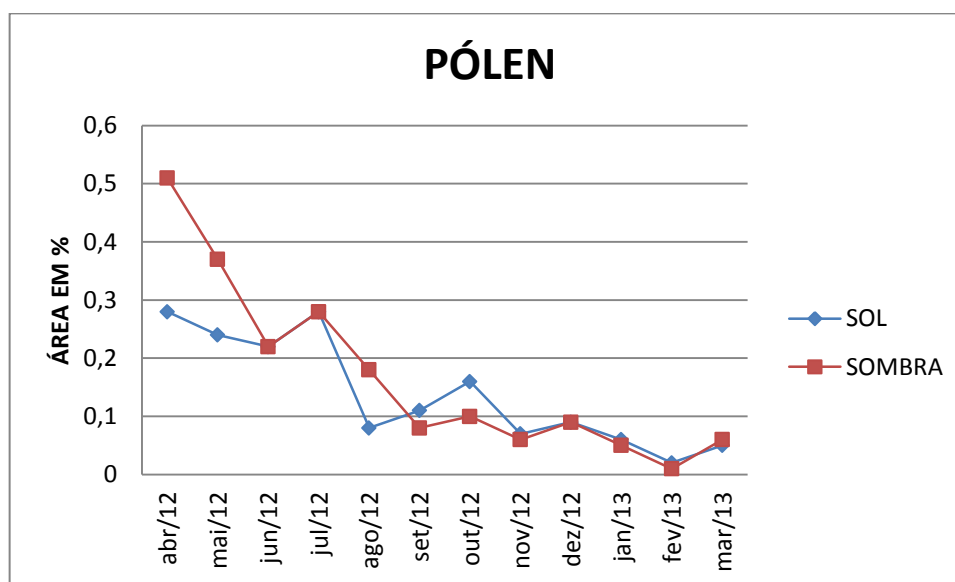


Figura 10- Área de pólen em % durante o período de 19/04/2012 a 11/03/2013.

A variável população das colmeias dos dois grupos estudados em ambiente de sol ou sombra foi analisada com base na presença de postura (ovo), na quantidade de quadros com cria, quadros com alimento e a quantidade de abelhas na colmeia. A estimativa do estado ou

tamanho das populações de abelhas nas colmeias foi estabelecido mediante a aplicação de um código de 0 a 4 sendo 0= sem abelhas, 1= população fraca, 2 = população média, 3= população boa ou forte, 4= população ótima (Tabela 7 e figura 11).

Devido à interação de fatores genéticos e ambientais, foi necessário durante os mapeamentos efetuar algumas substituições de colônias representantes de cada ambiente, para assim podermos comparar o desempenho entre os tratamentos, e termos uma visão geral, pelos mapeamentos de cada colônia quanto ao desenvolvimento populacional das colônias entre abril de 2012 e março de 2013.

Tabela 7- Inspeção das colmeias sob o sol (7A) e na sombra (7B), com dados quanto ao tamanho populacional das mesmas, de Abril/2012 a Março/2013, estando cada colmeia classificada em pontos populacionais de acordo com o código: 0 a 4 sendo 0= sem abelhas, 1= população fraca, 2 = população média, 3= população boa ou forte, 4= população ótima.

Tabela 7 A- Inspeção das colmeias sob o sol.

Número da colmeia	05/04/2012	08/05/2012	11/06/2012	10/07/2012	09/08/2012	12/09/2012	10/10/2012	12/11/2012	11/12/2012	09/01/2013	18/02/2013	18/03/2013
1 SOL	4	4	4	3	1	4	2	3	3	2	1	1
2 SOL	3	3	3	3	2	3	2	1	1	2	0	0
3 SOL	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0
4 SOL	4	3	3	2	3	3	2	1	2	1	1	0
13 SOL	3	3	2	1	2	3	2	2	2	1	0	0
14 SOL	2	2	3	2	1	3	1	3	0	2	2	1
15 SOL	2	2	1	1	0	3	2	2	0	0	1	0
16 SOL	1	0	2	2	0	3	2	2	1	0	1	0
Total de pontos	21	19	20	16	11	24	15	15	10	9	6	2

Tabela 7 B- Inspeção das colmeias sob a sombra.

Número da colmeia	05/04/2012	08/05/2012	11/06/2012	10/07/2012	09/08/2012	12/09/2012	10/10/2012	12/11/2012	11/12/2012	09/01/2013	18/02/2013	18/03/2013
5 SOMBRA	4	4	1	1	3	3	3	2	2	1	0	0
6 SOMBRA	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2
7 SOMBRA	3	3	2	1	3	2	2	2	2	2	2	0
8 SOMBRA	1	0	0	2	1	1	1	0	2	1	0	0
9 SOMBRA	2	2	3	1	3	3	2	0	2	0	0	0
10 SOMBRA	3	4	2	1	3	3	2	3	3	2	3	3
11 SOMBRA	3	4	3	1	2	3	2	2	1	1	1	0
12 SOMBRA	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2
Total de pontos	20	23	16	12	20	20	17	14	18	11	11	7

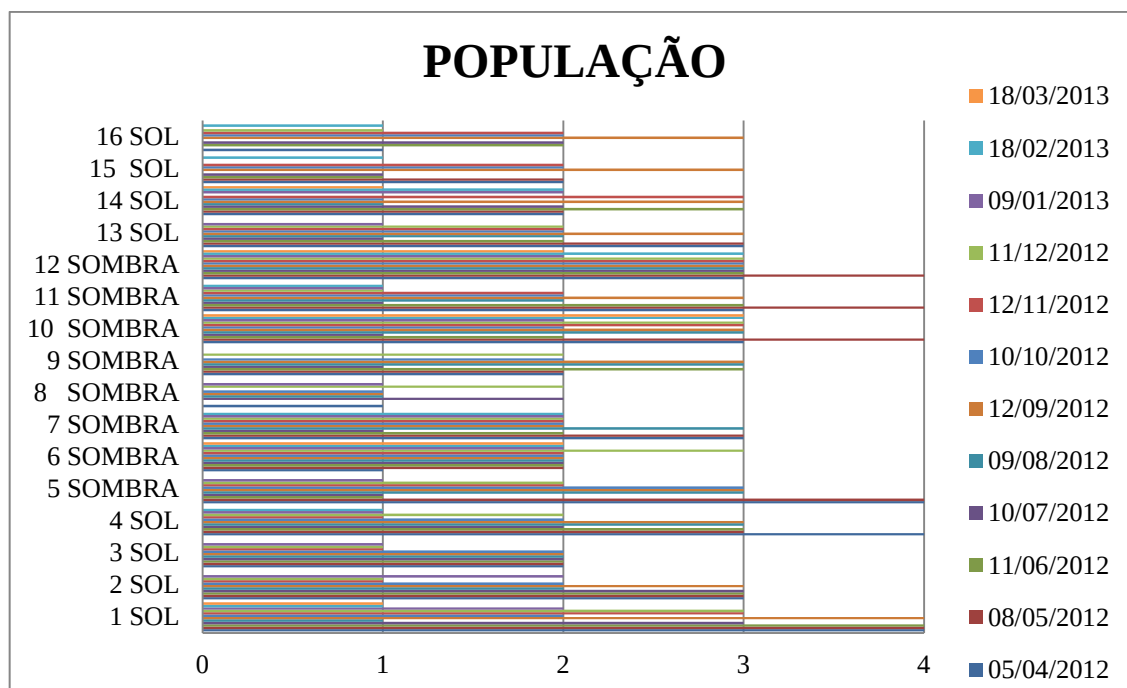


Figura 11- Inspeção das colônias sob o sol e sombra ao longo do experimento, de Abril/2012 a Março/2013, estando as colmeias classificadas em pontos populacionais de acordo com os códigos 0 a 4: 0 a 4 sendo 0= sem abelhas, 1= população fraca, 2 = população média, 3= população boa ou forte, 4= população ótima.

Tabela 8- Levantamento populacional das colônias no início (05/4/2012) e final do experimento (18/3/2013), em pontos populacionais de acordo com os códigos 0 a 4, em ambientes distintos, a taxa de redução populacional em % e número de enxameações por grupo (Códigos 0 a 4: sendo 0= sem abelhas, 1= população fraca, 2 = população média, 3= população boa ou forte, 4= população ótima).

Número de colmeias		DIA 05/04/2012	DIA 18/03/2013	% de redução	Nº de enxameação
SOMBRA	8	20	7	65,00%	11
SOL	8	21	2	90,00%	11
TOTAL	16	41	9	78,00%	22

Entre o início do experimento (05/4/2012) e o final do experimento (18/3/2013) houve uma redução populacional das colônias de ambos os grupos de 41 pontos para 9 pontos, portanto uma taxa de redução populacional de 78% sendo que das 16 colônias iniciais restavam apenas 5 colônias, sendo duas do ambiente sol, colônias 1 e 14 totalizando 2 pontos com uma taxa de redução populacional de 90% e três colônias do ambiente sombra, colônias 6,10 e 12, totalizando 7 pontos com uma taxa de redução populacional de 65%, portanto um

efeito mais drástico no tamanho populacional das colmeias expostas ao sol. Um mês após ocorreram três enxameações, uma colônia do sol (colônia 14) e duas da sombra (colônias 10 e 12) e três meses depois do término do experimento (junho de 2013) ainda restavam duas colônias, uma do ambiente sol (colônia 1) e uma do ambiente sombra (colônia 10), com o mesmo número total de enxameações para cada grupo (11 enxameações).

Tabela 9- Duração ou longevidade das colônias sob o sol e na sombra, em dias, ao longo do experimento, de 5/4/2012 a 18/3/2013. As colmeias que apresentam mais de um período de duração correspondem às substituições ocorridas para manter o mesmo número de colmeias para cada grupo.

COLMEIAS NO SOL			COLMEIAS NA SOMBRA		
No.	PERIODO	DIAS	No.	PERIODO	DIAS
01	05/04/12 a 09/08/2012	126	05	05/04/12 a 10/07/12	96
	12/09/12 a 18/03/13	187		09/08/12 a 09/01/13	153
02	05/04/12 a 09/01/13	279	06	05/04/12 a 18/03/13	347
03	05/04/12 a 09/01/13	279	07	05/04/12 a 18/02/13	320
04	05/04/12 a 18/02/13	319	08	05/04/12 a 08/05/12	33
13	05/04/12 a 10/07/12	96		11/06/12 a 12/11/12	154
	09/08/12 a 10/10/12	62	09	05/04/12 a 12/11/12	221
	11/12/12 a 09/01/13	29			
14	05/04/12 a 09/08/12	126	10	05/04/12 a 10/07/12	96
	12/09/12 a 12/11/12	61		09/08/12 a 10/10/12	62
	09/01/13 a 18/03/13	68		12/11/12 a 18/03/13	126
15	05/04/12 a 09/08/12	126	11	05/04/12 a 10/07/12	96
	12/09/12 a 12/11/12	61		12/09/12 a 18/02/13	159
16	05/04/12 a 09/08/12	126	12	05/04/12 a 09/08/12	126
	12/09/12 a 11/12/12	90		12/09/12 a 18/03/13	187

O ambiente exerceu influência sobre a duração ou longevidade da colônia ($P < 0.01$). A média geral para esta característica foi de 143 dias, baseado no tempo em que as colônias permaneciam no ambiente. A média ao sol foi de 132 dias, enquanto a média à sombra foi de 155 dias, portanto houve uma duração ou longevidade de 23 dias a mais nas colônias instaladas à sombra.

Como as abelhas de ambos os grupos nunca foram alimentadas nem reforçadas com quadros com abelhas nem tiveram ajuda com dietas alimentares ou tratamento contra doenças durante todo o experimento, isto significa dizer que, embora ambos os grupos tivessem sofrido uma perda considerável nas suas populações (78% de taxa de redução populacional) devido a seca de 2012 que foi uma das mais sérias nos últimos 50 anos no nordeste brasileiro, assim mesmo as colônias de abelhas africanizadas tiveram uma melhor adaptação ao ambiente sombra no semiárido do nordeste brasileiro.

6 DISCUSSÃO

O sucesso no desenvolvimento de uma colônia de abelhas depende de vários fatores, muitos deles relacionados entre si, como disponibilidade de alimento, fecundidade da rainha, condições do ambiente interno da colmeia, população do enxame, condições ambientais externas como clima, secas entre outros. Em regiões de clima quente, como o semiárido do Nordeste brasileiro, onde o estresse térmico é muito grande, a termorregulação desempenha um papel fundamental.

Ao longo do presente estudo do monitoramento de colônias de abelhas africanizadas, por meio da realização de mapeamentos mensais de todos os favos da colônia, foi observado através de uma visão biológica que o estado de desenvolvimento das colônias está associado às condições ambientais. Isso por estarem frequentemente sobre a influência de diversas intempéries, com prolongada e castigante seca em 2012, com aumento da temperatura e escassez de recursos alimentares na natureza. Tais intempéries causou uma redução nas áreas de cria e alimento, influenciando no desenvolvimento interno da colônia, o qual é refletido na redução do tamanho populacional da colônia.

Sabe-se que a característica oviposição da rainha está diretamente relacionada com a sua fisiologia e se a rainha não conseguir desempenhar bem o seu papel de postura, outras características da colônia poderão ser influenciadas, uma vez que o desenvolvimento de uma colônia segue uma ordem cronológica de ações das operárias. Embora não tenha havido diferenças estatisticamente significantes nos ambientes sol e sombra para a oviposição, foi observado um comportamento diferente com diferenças estatisticamente significantes ao longo dos meses nas colônias que estavam expostas diretamente à radiação solar. O aumento da postura no mês de outubro de 2012 é reflexo provavelmente de uma maior oferta de alimento nesse período, resultando numa resposta normal em uma colônia.

No entanto, o que nos chama a atenção, é que a partir do mês de janeiro houve uma queda brusca na atividade de postura da rainha, que saiu de 0,44% em outubro de 2012 para 0,09% em janeiro de 2013. Isso mostra um reflexo cumulativo da seca, uma vez que a partir de agosto de 2012 a precipitação foi zero, e assim permaneceu até janeiro. Aqui, é indiscutível o efeito da seca, porém também é importante destacar que as rainhas das colmeias à sombra, que estavam sobre as mesmas condições pluviométricas, portanto sob o mesmo efeito da

estiagem de 2012, não alteraram drasticamente seu comportamento de postura ao longo dos meses, o que nos leva a crer que estas colônias estavam mais confortáveis, ou melhor, adaptadas as condições ambientais, de tal forma que as rainhas conseguiram desenvolver melhor sua atividade de postura do que as rainhas das colônias submetidas diretamente sob a ação da radiação solar.

Comportamento semelhante foi observado na variável cria aberta, uma vez que ela é observada subsequentemente a postura. Como houve uma maior atividade de postura no período de outubro de 2012, já era esperado uma maior porcentagem de crias abertas nesse período. Nas colmeias ao sol também houve um declínio ao longo dos meses, consequência da seca e da exposição direta ao sol.

A área de cria operculada manteve-se razoavelmente estável durante grande parte do experimento, porém de dezembro de 2012 a março de 2013 é que a variável sofreu uma maior interferência do meio ambiente, tendo declínio nas suas médias dos dois grupos estudados. A razoável estabilidade observada ao longo do experimento nas crias operculadas pode ter sido devido ao fato que a cria operculada tenha maior isolamento térmico dentro das células operculada comparada com as crias abertas.

Allen & Jeffree (1956) verificaram que o tamanho da colônia e a quantidade de pólen armazenado influenciavam o desenvolvimento das crias. Segundo Moeller (1958), existem vários fatores que afetam a área de cria de uma colônia, entre eles, o tamanho da população da colônia, a disponibilidade de alimento na natureza e a área vazia disponível nos favos. As observações desses autores se aplicam aos nossos dados, pois, quando analisamos os dados da área do mel e das condições climáticas, observamos que no período de agosto a dezembro de 2012 há um aumento da temperatura e nenhuma precipitação, com consequente redução da disponibilidade de pólen na natureza e declínio das áreas de crias.

Quando a colônia está sofrendo com altas temperaturas as abelhas precisam de energia para realizar as atividades termorregulatórias e, para isso, elas consomem uma quantidade maior de mel. Quando o processo de termorregulação é satisfatório, como foi no ambiente sombra, as abelhas gastam menos tempo com a atividade termorregulatória e isso possibilita o retorno das operárias às suas atividades de forrageamento, repondo o mel consumido. No ambiente sol, as abelhas também consumiram o mel, porém a atividade termorregulatória das abelhas foi menos eficiente que no ambiente sombra, sendo assim as abelhas sob o sol gastaram maior tempo e não conseguiram repor o alimento ou mel consumido, preferindo

investir no comportamento enxameatório da colônia. Esse fato foi comprovado na pesagem das melgueiras das colmeias de ambos os grupos.

No mês de agosto de 2012, a média do peso das melgueiras das colmeias expostas ao sol foi de 32 kg, e das colmeias na sombra foi de 63 kg, portanto, uma diferença de mais de 30 kg. Em dezembro de 2012 essa diferença chegou a 33 kg porém em março do ano seguinte, essa diferença caiu para 7 kg. Esses dados referentes ao peso das melgueiras também nos mostram os efeitos da seca sobre a produção de mel, uma vez que foi observado um declínio nessa variável em ambos os grupos ao longo do experimento.

Mostrou quanto a exposição a radiação solar direta pode ocasionar em redução na entrada de néctar na criação racional de abelhas, uma vez que o peso total de mel das melgueiras das colmeias ao sol sempre foi menor do que nas colmeias à sombra. Ao sol esse declínio foi de aproximadamente 13 kg e à sombra foi de 37 kg, tendo em vista que a produção à sombra sempre foi mais alta. Esta queda na quantidade de mel acumulado em kg é refletida em prejuízos para o apicultor. Quando analisamos o peso total de mel das melgueiras verificamos que a falta de sombreamento reflete em prejuízo não apenas no desenvolvimento das colônias como nos produtos da colmeia, no caso o mel.

A quantidade total de mel de todas as colmeias à sombra nas três pesagens foi sempre superior a quantidade de mel das colmeias ao sol, aproximadamente o dobro nas duas primeiras pesagens e pouco superior na última pesagem. Como as três pesagens eram sempre das mesmas melgueiras sem que houvesse retirada de mel do início ao fim do experimento, os resultados apenas indicam uma sinalização de volume de coleta e acúmulo de mel nas melgueiras no período do experimento.

Portanto, as colônias na sombra apresentaram uma estimativa média em torno de 45% a mais de mel que nas colônias ao sol. Essa diferença a mais para as colmeias à sombra mostra o quanto que o sombreamento nos apiários pode trazer de efeitos benéficos não só para as abelhas como também para o apicultor. Ao se analisar o resultado do comportamento forrageiro das abelhas de ambos os grupos acumulando mel nas melgueiras ao longo do experimento e a ação de termorregulação das abelhas africanizadas de ambos os grupo, constatamos que as colônias à sombra conseguiram apresentar um melhor rendimento e melhor adaptação que as colônias sob a ação direta do sol, levando a supor que as colônias sob a ação direta do sol devem resultar num maior prejuízo para o apicultor.

Segundo Funari (1985), a atividade de coleta de recursos alimentares depende de várias características como a quantidade de néctar disponível, fatores ambientais e as espécies das plantas existentes nas proximidades. Portanto, a carência no estoque de alimento pode ocorrer devido à sazonalidade da oferta do recurso alimentar. Já em ambientes onde há disponibilidade de recursos alimentares, segundo Szabo (1982), a produção de mel é dependente da população e de quanto de mel cada operária produz. Para Cale (1967) a produção de mel apresenta correlação positiva com a taxa de oviposição da rainha. Tood & Reed (1970) obtiveram resultado idêntico com a área de cria. Conforme observamos em nossos experimentos a área de cria depende da taxa de oviposição da rainha, sendo, portanto ambas as correlações com a produção de mel resultados equivalentes.

Já de acordo com Woyke (1984), a produção de mel depende vários fatores como a taxa de oviposição, variabilidade da cria e longevidade da operária. Bienefeld & Pirchner (1990), por sua vez, registram que a produção de mel depende de valores genéticos como a herdabilidade estimada por meio do método de quadrados mínimos em programas de melhoramento relacionado a produção de mel, entre outras características.

Quanto aos resultados observados em nosso experimento com a variável área de pólen, observamos uma maior coleta no período de abril a março de 2012, tanto para as colmeias submetidas ao sol, como na sombra. Nesse período, houve alta precipitação, floradas e pólen, independente da temperatura. A partir de agosto de 2012, houve uma queda brusca nesta variável, sendo essa queda um reflexo da falta de chuva no período.

Segundo Free (1980), a disponibilidade de recursos alimentares (néctar e pólen) está na dependência direta das condições ambientais, além do número de operárias na colônia e das variações das condições ambientais afetarem o aspecto produtivo e reprodutivo das colônias.

Kolmes (1985) mostrou que as operárias, durante as estações com fraco fluxo de néctar e de pólen, executam menos tarefas associadas com a coleta e armazenamento do que as operárias em estações com intenso fluxo de alimento.

Quando a postura é interrompida, a cada mudança no ciclo de vida da abelha, vai ocorrendo a diminuição da área de cria aberta e posteriormente uma queda na área de cria operculada, chegando ao ponto de perda da colônia por enxameação, e o que permanece na colmeia é apenas o mel e o pólen.

As abelhas africanizadas reagem ao fluxo de alimento. Quando as condições de fluxo de alimento são ótimas, essas abelhas trabalham incessantemente e expandem sua população. Quando o fluxo diminui, para não morrerem de fome e não perderem a sua colônia, as abelhas abandonam a colmeia e vão procurar um outro local adequado para a sua sobrevivência (DINIZ, 1990).

A seca do ano de 2012 e primeiros meses de 2013 castigaram o Rio Grande do Norte tanto na agricultura como na agropecuária e nas populações de seus municípios. A falta de chuvas gerou uma série de dificuldades para os potiguares, atrapalhou bastante o desenvolvimento da agricultura e principalmente a criação das abelhas, pois com a vegetação pobre, as abelhas ficaram sem opção de alimento em especial falta de proteína por não haver floradas e pólen, fazendo com que elas diminuíssem suas tarefas e isso implica na redução do desenvolvimento da colônia e aumento na frequência das enxameações.

Segundo Nascimento Junior (1981), as variáveis que atuam sobre a composição de uma colônia podem ser divididas em dois grandes grupos: as variáveis externas que atuam sobre a colônia (fatores abióticos); e as variáveis internas (fatores bióticos). Como variáveis externas, temos os fatores climáticos (radiação solar, temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, vento e pressão atmosférica) que podem afetar a atividade de vôo das forrageadoras para a coleta. Já como variáveis internas, temos os comportamentos intrínsecos à colônia, como produção de feromônios, divisão de tarefas e manutenções do equilíbrio interno. Os elementos bióticos e abióticos estão inter-relacionados de forma contínua, de maneira que nunca se pode analisar apenas um elemento de cada grupo.

As abelhas necessitam de reservas de alimento suficientes para atender a sua própria alimentação e das crias em desenvolvimento e o enfraquecimento da colônia se inicia quando a rainha diminui sua postura, reduzindo a quantidade de cria e abelhas na colônia (HUANG, 2010). Quando as condições ambientais estão extremamente desfavoráveis, a pouca cria existente na colmeia pode morrer devido à fome, surgimento de doenças ou ser eliminada pelas operárias mediante canibalismo, que consomem parte da cria para compensar a falta de alimento (TURCATTO, 2011).

No período do experimento observado de 05/04/2012 a 18/03/2013 houve uma redução populacional de 78% das abelhas de todas as colmeias analisadas conjuntamente sob a ação do sol e na sombra no presente trabalho. Ao se analisar cada grupo separadamente observamos uma taxa de redução populacional de 90% nas colônias submetidas diretamente

ao sol e uma taxa de redução populacional de 65% nas colônias na sombra, portanto um efeito mais drástico no tamanho populacional das colmeias expostas ao sol.

Essa redução na população das colônias é resultado das altas temperaturas da região do semiárido nordestino no Município de Mossoró-RN (oscilando com médias de 27,5°C a 29,4°C de abril de 2012 a março de 2013) e da baixa disponibilidade de alimento registrada em nosso monitoramento, pois as abelhas precisam ir à procura de alimento, devido a falta de chuvas (Precipitações mensais oscilando de 0 a 67,8% entre abril/2012 a março de 2013 sendo 10 meses com precipitações mensais entre 0 e 18%), prejudicando o desenvolvimento da colônia.

A tendência a enxameação é em parte fixada por vários anos nos trópicos da América do Sul (RUTTNER, 1988). São vários os possíveis fatores que podem estar influenciando no mau funcionamento da colônia e desencadeando a enxameação, como: contração de doenças, stress, pólen contaminado, temperatura, umidade relativa, seca, chuva, falta de alimento, tamanho populacional entre outros (WINSTON, 1981).

Nos mapeamentos realizados durante os meses do experimento foram necessárias efetuar algumas substituições de colônias de cada grupo. Isto ocorreu pelo fato das colônias se tratarem de material biológico vivo frequentemente manipulado e por estar sujeita a interferência ambientais como à morte natural de rainhas, ocorrências de doença de cria, redução do desenvolvimento e enxameação. Nuñez (1979) já havia observado, através da análise da área total ocupada pelas abelhas, em cada mapeamento, que as abelhas africanizadas são mais sensíveis à modificação do meio ambiente, apresentando grandes flutuações no período.

O ambiente exerceu influência sobre a duração ou longevidade da colônia ($P < 0.01$). A média geral de ambos os grupos para esta característica foi 143 dias, baseado no tempo em que as colônias permaneciam no ambiente. A média ao sol foi de 132 dias, enquanto a média à sombra foi de 155 dias, portanto houve uma duração ou longevidade de 23 dias a mais nas colônias instaladas à sombra. Como as abelhas de ambos os grupos nunca foram alimentadas nem reforçadas com outros quadros e as abelhas nem tiveram ajuda com dietas alimentares ou tratamento contra doenças durante todo o experimento, isto significa dizer que, embora ambos os grupos tivessem sofrido uma perda considerável nas suas populações (78% de taxa de redução populacional).

Segundo Sakagami & Fukuda (1968) a temperatura tem grande influência na longevidade das operárias. Embora a influência dessa variável nas operárias não tenha sido analisada no presente trabalho e sim na longevidade das colônias, é muito provável que a redução da longevidade das abelhas tenha sido a causa da redução da duração ou longevidade das colônias no período de estudo. Para prevenir o superaquecimento, as colônias empregam vários mecanismos de resfriamento, de forma escalonada, iniciando-se com a dispersão dos adultos no ninho. Com o aumento da temperatura, as operárias podem realizar ventilação, pelo batimento das asas, e promover a evaporação de pequenas gotas de água espalhadas sobre os alvéolos e a saída parcial de operárias do ninho, formando aglomerados “ou clusters” de abelhas do lado de fora das colmeias (WINSTON 2003, SEELEY 2006).

Estudos realizados por Almeida (2008) nas condições climáticas do Nordeste brasileiro comprovaram que, ao se atingir a temperatura de 41°C dentro das colméias com temperatura interna induzida em câmara climáticas, as abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) abandonam seus ninhos (enxameação por abandono), mesmo na presença de crias e rainha, levando a conclusões de que altas temperaturas e falta de água são os principais fatores determinantes do comportamento de abandono. No entanto, precisa-se dar continuidade a essas pesquisas para que sejam conhecidos os demais fatores que interferem no fenômeno da enxameação, principalmente os climáticos, relacionando assim, fatores meteorológicos com mecanismos fisiológicos, comportamentais e produtivos de abelhas africanizadas, manejadas no semiárido nordestino.

Excessos de calor prejudicam muito os enxames e as colmeias que permanecem na sombra a partir do meio dia proporcionam melhores rendimentos do que aquelas que ficam no sol o tempo inteiro (LAMPEITL, 1991), já que suas campeiras não precisam se ocupar tanto em trazer água para regular a temperatura interna da caixa.

Em regiões de calor intenso, como é o caso da região semiárida do nordeste do Brasil, recomenda-se que as colmeias sejam distribuídas sob árvores que lhes proporcionem um sombreamento moderado, pois o forte calor no interior delas implica num gasto muito grande de tempo e de energia por parte das operárias, voltado quase que exclusivamente para executar a termorregulação nas atividades de ventilação e coleta de água, em detrimento das atividades de forrageamento ou produtividade. Além disso, o calor excessivo pode derreter os favos de cera e deformar os alvéolos, podendo causar enxameação. A temperatura interna da colmeia não deve ultrapassar 38°C (SOBRINHO, 1982). O efeito benéfico do sombreamento

sobre o desenvolvimento das colônias tem sido observado em alguns estudos (BRANDEBURGO & GONÇALVES 1989; ALENCAR 2005; ALMEIDA 2008).

7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

No período observado de 05/04/2012 a 18/03/2013 e que corresponde a época de seca no semiárido em Mossoró/RN, houve uma redução de 78% nas populações das abelhas africanizadas de todas as colônias do experimento instaladas sob o sol ou na sombra analisadas conjuntamente. As colônias à sombra tiveram 65% de redução nas populações enquanto as colônias expostas a radiação solar direta, tiveram uma redução de 90 % em suas populações.

Para todas as características observadas, as colmeias expostas diretamente ao sol, foram as que mais apresentaram mudanças em seu comportamento natural e no desenvolvimento de suas colônias.

O ambiente da sombra proporcionou o melhor índice de produtividade experimental das abelhas africanizadas no semiárido nordestino, com uma duração ou longevidade das colônias de 23 dias a mais nas colônias instaladas à sombra comparadas com as colônias submetidas ao sol e com maior quantidade de mel nas melgueiras, podendo ser considerada uma opção adequada e de baixo custo para as regiões do semiárido nordestino.

O desenvolvimento dos enxames ou das colônias de abelhas é predominantemente condicionado pelo período de fluxo de alimento na natureza, sendo este bastante relacionado com a precipitação na região, que nesses últimos anos vem sofrendo com a seca, no estado do Rio Grande do Norte. Apesar da seca de 2012 ter sido uma das mais sérias nos últimos 50 anos no nordeste brasileiro, assim mesmo as colônias de abelhas africanizadas tiveram uma melhor adaptação ao ambiente sombra do que sob a ação direta do sol na região semiárida do nordeste brasileiro.

Considerando os meses críticos do ano aqueles onde as dificuldades para a manutenção da homeostase da colônia é maior, foi possível constatar que este período ocorreu principalmente de novembro de 2012 a março de 2013. É neste interstício que se observam as mais altas temperaturas externas, a redução de disponibilidade de água, o aumento da incidência solar sobre as colmeias e a redução da oferta de alimento no campo.

Este trabalho nos mostra o quanto a exposição a radiação solar direta pode ocasionar de danos aos sistemas de criação racional de abelhas. A falta de sombreamento se reflete não só em danos ao desenvolvimento das colônias, como também nos produtos da colmeia, no

caso o mel. A quantidade de mel nas colônias à sombra foi sempre superior à quantidade de mel das colônias ao sol (aproximadamente 45% a mais). Este valor nos mostra o quanto o sombreamento nos apiários pode trazer de efeitos benéficos não só para as abelhas como também para o apicultor.

Assim é indispensável que sejam realizadas nos apiários, ações que minimizem o impacto negativo da temperatura, radiação solar, estiagem, falta de floradas e consequentemente de pólen durante este período sobre a homeostase do enxame. Neste sentido, o sombreamento tem se mostrado efetivo na redução das amplitudes térmicas externas, para evitar o gasto excessivo de energia e tempo das abelhas, no processo de resfriamento do ninho, os apicultores devem instalar seus apiários em locais sombreados, de preferência onde existam espécies arbóreas que forneçam sombreamento adequado, no período de estiagem (ALMEIDA, 2008; LOPES et al. 2008). Quando isso não for possível, devem ser buscadas alternativas de cobertura artificial com folhas de vegetais como, por exemplo, folhas de carnaúba, que possam propiciar o conforto térmico necessário ao desenvolvimento e produção apícola das colônias de abelhas africanizadas no semiárido nordestino.

Contudo, torna-se importante que sejam feitas novas investigações sobre o assunto, buscando-se mais esclarecimentos sobre a combinação e efeito sinérgico dos vários fatores determinantes das condições internas das colônias e do desenvolvimento das colônias como instrumento ou subsídio para colaborar na melhoria da produtividade apícola das abelhas africanizadas nas regiões quentes, em particular nas áreas do semiárido Nordeste.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVIC, H.; JAMNIK, M.; BURKAN, L.; KAC, M. Water activity and water content in Slovenian honeys. **Food Control**, Oxford, v. 19, n. 11, p. 1086-1090, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.11.008>

ALCOFORADO-FILHO, F.G.; GONÇALVES, J.C. **Flora apícola e mel orgânico**. In: VILELA, S.L. de O. (org.). Cadeia Produtiva do mel no Estado do Piauí. Teresina: Embrapa Meio-Norte, Cap. III, p.48-59. 2000.

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

ALENCAR, L. C.; SOUZA, D. C. **Efeito do sombreamento na produção do mel, no desenvolvimento e no abandono de colméias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em região semi-árida**. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 7., 2006, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 2006. 1 CD-ROM.

ALLEN, M. D. & JEFFREE, E. P. 1956. The influence of stored pollen and colony size on the brood rearing of honeybees. **Annals of Applied Biology** **44 (4)**: 649-656.

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

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

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

AMARAL, A.M. **Arranjo Produtivo Local e Apicultura como estratégias para o desenvolvimento do Sudoeste de Mato Grosso**. 2010. 147 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). São Carlos, UFSCar.

ARAÚJO, Tarcisio Patricio (Org.). **Demanda por microcrédito em três arranjos produtivos de Pernambuco: Apicultura, bacia leiteira e caprinocultura**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco: Massangana, 2006.

BIENEFELD, K.; PIRCHNER, F. 1990. Heritabilities for several colony traits in the honeybee (*Apis mellifera carnica*). **Apidologie** **21**: 175-183.

BRANDEBURGO, M.A.M. & GONÇALVES, L.S. 1989. A influência de fatores ambientais no desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*). **Revista Brasileira de Biologia**, 49 (4):1035-1038.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 out. 2000. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1690>>. Acesso em: 06 abr. 2009.

BOTH, J.P.C.L.; KATO, O.R.; OLIVEIRA, T.F. Perfil sócioeconômico e tecnológico da apicultura no município de Capitão Poço, estado do Pará. **Revista Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v.5, n.1, p.7-21, 2009.

CALE, G. H. 1967. Pollen gathering relationship to honey collection and egg laying in honey bees. **Apiacta** **4**: 1-3.

CARRECK, N.L 2011; **Honey Bee losses in England 2007-2010**. Abstract Book of the 42nd. International Apicultural Congress of Apimondia. Buenos Aires, Argentina, from 21st to 25th September. Pg. 661.

CONFORTI, P. A.; LUPANO, C. E.; MALACALZA, N. H.; ARIAS, V.; CASTELLS, C. B. Crystallization of honey at -20°C. **International Journal of Food Properties**, London, v. 9, n. 1, p. 99-107, 2006. <http://dx.doi.org/10.1080/10942910500473962>.

COUTO, R. H. N.; COUTO L. A. **Apicultura**: manejo e produtos. 3. ed. Jaboticabal: Funep, 2006.

CRAILSHEIM, K. The protein balance of the honey bee worker. **Apidologie**, n. 21, p. 417-429, 1990.

CRAILSHEIM, K. 1991. Interadult feeding of jelly in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. **Journal of Comparative Physiology** 161B: 55-60.

COX-FOSTER, D.L.; CONLAN, S.; HOLMES, E. C.; PALACIOS, G.; EVANS, J. D.; MORAN, N. A.; QUAN, P. BRIESE, T.; HORNIG, M.; GEISER, D. M.; MARTINSON, V. ; VANENGELSDORP, D.; KALKSTEIN, A. L.; DRYSDALE, A.; HUI, J.; ZHAI, J.; CUI, L.; HUTCHISON, S. K.; SIMONS, J. F.; EGHOLM, M.; PETTIS, J. S.; LIPKIN, W. I. **A Metagenomic Survey of Microbes in Honey Bee Colony Collapse Disorder**. *Science* **318**, 283 (2007).

DE JONG, D. O valor das abelhas na produção mundial de alimentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC / FAASC/ EPAGRI, 2000. CDRom.

DE JONG, D. Desaparecimento das abelhas – Brasil. 2010. Disponível em: <http://www.xibla.com.br/PDF/Davis_de_Jong3.pdf>. Acesso em: 3 maio 2012.

DIETZ, A. Nutrition of the adult honey bee. IN: Dadant & Sons (org.). **The hive and the honey bee**. Hamilton, Illions. p.125-156. 1975.

DINIZ, N. M. 1990. **Estudo dos processos de enxameagem e de abandono de colônias de abelhas africanizadas em zonas rurais e urbanas**. Dissertação de mestrado, Departamento de Genética, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto- USP,130p.

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON, A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. 2. ed. Rio de Janeiro: REBRAF, 1998. 228 p.

ESCOBEDO, R. M.; ORDÓÑEZ, Y. M.; FLORES, M. E. J.; LÓPEZ, G. F. G. The composition, rheological and thermal properties of Tajonal (*Vigueira dentata*) Mexican honey. **International Journal of Food Properties**, London, v. 9, p. 299-316, 2006. <http://dx.doi.org/10.1080/10942910600596159>

FREE, J.B. **A organização social das abelhas (Apis)**. São Paulo: Edusp, 1980.

FREITAS, B. M. 1991. **Potencial da caatinga para a produção de pólen e néctar para a exploração apícola**. Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 140 p.

FREITAS, B.M. Caracterização e fluxo de néctar e pólen na caatinga do Nordeste. In: Congresso Brasileiro de Apicultura 11, 1996, Teresina, **Resumos...**, Teresina, 1996, p.181-185.

FREITAS, D.G.F.; KHAN, A.S. SILVA, L.M.R. Nível Tecnológico e Rentabilidade de Produção de Mel de Abelha (*Apis mellifera*) no Ceará. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Rio de Janeiro, v.42, n.1, p.171-188, 2004.

FREITAS, B.M.; SOUZA, R.M. & BONFIM, I.G.A. 2007. **Absconding and migratory behaviors of feral Africanized honey bees (*Apis mellifera*) colonies in NE. Brazil**. *Acta Sci. Biological Sci.* 29(4):381-385.

FUNARI, S. R. C. 1985. *Atividades de coleta, voo e morfometria em Apis mellifera L. 1758 (Hymenoptera, Apoidea)*. Tese de Doutorado em Zootecnia apresentada a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita”, Botocatu, 163 p.

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, Amsterdam, V. 68, P. 810–821, 2009.

GARY, N.E 1975. Activities and behavior of honey bee. In: GRAHAM, J. M. *The hive and the honeybee*, ed. Dadant & Sons, p. 185- 264. Hamilton: Dadant. 740 p.

GLEITER, R. A.; HORN, H.; ISENGARD, H. D. Influence of type and state of crystallization on the water activity of honey. **Food Chemistry**, Oxford, v. 96, n. 3, p. 441-445, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.03.051>

GONÇALVES, L. S. 2006. **Desenvolvimento e expansão da apicultura no Brasil com abelhas africanizadas**. Sebrae Agronegócios. Maio de 2006, n ° 3, p. 14-16.

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

GONÇALVES, L. S. 2012. Consequências do desaparecimento (CCD) das Abelhas no Agronegócio Apícola Internacional e em especial no Brasil. **Anais** do X Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto – SP .

GONÇALVES, L.S.; DE JONG, D. & GRAMACHO, K.P. 2010. 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.

GONÇALVES, L. S. & KERR, W. E. 1970. Genética, Seleção e Melhoramento. 1. Noções sobre genética e melhoramento em abelhas. **Anais**: 1º Congresso Brasileiro de Apicultura, Florianopolis-SC. 8-36 p

GONÇALVES, L.S. & SOMBRA,D.S. 2011.**Development of Africanized Honeybees of Semiarid region of Rio Grande do Norte-Brazil: monitoring of hives placed in the sun and shade.**42nd.International Apicultural Congress of Apimondia 2011. Buenos Aires, Argentina, 21st. to 25th September.Abstacts Book. Pg.144.

GONÇALVES, L. S. & STORT, A. C. 1978. Honey bee improvement through behavioral genetics. **Annals Review of Entomology** 31:197-213.

GRAMACHO. K.P.; GONÇALVES, L.S. Comparative study of the hygienic behavior of Carniolan and Africanized honey bees directed towards grouped versus isolated dead brood cells. **Genetic Molecular Research**, v.8, n.2, p.744-50, 2009.

GUISELINI, C.; SILVA, I. J. O. da; PIEDADE, S. M. Avaliação da qualidade do sombreamento arbóreo no meio rural. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 3, p. 380-384, 1999.

HEINRICH, B. **Insect thermoregulation**. New York: John Wiley & Sons. 328p. 1981.

HEINRICH, B. **The Hot-Blooded Insects**. Cambridge, MA: Harvard University Press. 601p.1993.

HEINRICH, B. & ESCH, H.1994. **Thermoregulation in bees**. American Scientist. **82**: 164-170.

HUANG, Z.Y. 2010. Honey Bee Nutrition. **American Bee Journal**. **150**: 773-776.

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

JONES, J.C.; HELLIWELL, P.; BEEKMAN, M.; MALESZKA, R. & OLDROYD, B. P. 2005. **The effects of rearing temperature on developmental stability and learning and memory in the honey bee, *Apis mellifera*.** J. Comp. Physiol. A 191: 1121-1129.

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

KHAN, A.S.; MATOS, V.D.; LIMA, P.V.P.S. Desempenho da apicultura no estado do Ceará: competitividade, nível tecnológico e fatores condicionantes. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v.47, n.3, p.651-675, 2009.

KOLMES, S.A. 1985. An ergonomic study of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society** 58: 413-421.

KRISTIANSEN, P. 2011. **Collony losses in Sweden.** Abstracts Book of the 42nd. International Apicultdural Congress of Apimondia. Buenos Aires, Argentina, forom 21st. to 25th.September.P.162

KUHNHOLZ, S. & SEELEY, T.D. 1997. **The control of water collection in honey bee colonies.****Behaviour Ecology Sociobiology.** 41:407-422.

LAMPEITL, F. **Apicultura rentable Apicultura rentable.** Zaragoza: Acribia, 1991. 197p.

LENGLER, S. **Inspeção e Controle de Qualidade do Mel.** Disponível em: <http://www.sebraern.com.br/apicultura/pesquisas/inspecao_mel01.doc>. Acesso em: 11 jun. 2008.

LIMA, M. G. **A produção de própolis no Brasil.** São João da Boa Vista: São Sebastião, 2006.

LINDAUER, M. 1955. **The water economy and temperature regulation of the honeybee colony.** Bee World, 364(5): 62-72.

LIPINSKI, Z. 2001. **Essence and mechanism of nest abandonment by honeybee swarms: swarming, absconding, migration and related phenomena**. ISBN -83-913517-0-X. 2293 p.

LOPES, M. T. do R.; CAMARGO, R. C. R.; VILELA, S. L. DE O. 2003. **Produção de Mel: Organização Social e Desenvolvimento das abelhas *Apis mellifera***. Embrapa Meio Norte. Versão Eletrônica.

LOPES, M. T. do R.; BARBOSA, A. de L.; VIEIRA NETO, J. M.; PEREIRA, F. M.; CAMARGO, R. C. R.; RIBEIRO, V. Q.; SOUZA, B. A. **Avaliação de espécies arbóreas para o sombreamento de apiários**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 81).

LORENZON, M. C.; OLIVEIRA, C. de; JORDÃO, A. R.; CORDEIRO, G. D. Carga térmica de radiação de dois apiários de abelhas africanizadas dispostos ao sol e à sombra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 15.; CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 1., 2004, Natal. **Anais...** Natal: Confederação Brasileira de Apicultura: SEBRAE-RN, 2004. 1 CD-ROM.

LUPANO, C. E. DSC study of honey granulation stored at various temperatures. **Food Research International**, Oxford, v. 30, n. 9, p. 683-688, 1997. [http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969\(98\)00030-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969(98)00030-1).

MACEDO, J. F. ;MARTINS, R. P. A estrutura da guida de abelhas e vespas visitantes florais de *Walteria americana* L. (Sterculiaceae). **Anais da sociedade entomologica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 617-633, 1999.

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

MARCHINI, L.C.; REIS, V. A DOS. MORETI, A. C. De C. C. – **Composição físico-química de amostra de pólen coletado por abelhas Africanizadas *Apis mellifera***

(Hymenoptera:Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. Disponível em: <http://scielo.br/scielo.php?> Consultado em: Setembro de 2007.

MAURIZIO, A. 1975. **How bees make honey**. In: Honey, a comprehensive survey, ed. E. Crane. London, Heinemann. p. 77 – 105.

MESSAGE, D.; GUIDUGLI-LAZZARINI, K.R.; FREITAS, N.H.A.; SIMÕES, Z.L.P.; DE JONG, D.; SILVA, I.C.; TEIXEIRA, É.W. Colapso de colônias de abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) no Brasil. **Biológico**, v.73, n.2, p.25-81, 2011.

MOELLER, F. E. 1958. Relation between egg-laying capacity of queens bees populations and honey production their colonies. **American Bee Journal** **98(10)**: 401-402.

MOREIRA, R. F. A.; DE MARIA, C. A. B. Glicídios no mel. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 516-525, 2001.

MORETI, A. C. de C. C. – **Pólen: Alimento Protéico para as Abelhas** – Complemento Alimentar para o Homem. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/Polen/Index.htm . Consultado em: Setembro de 2007.

NASCIMENTO JÚNIOR, A. F. 1981. **Estudo da influência de fatores ambientais no comportamento enxameatório, migratório e no desenvolvimento de colméias de abelhas africanizadas**. Dissertação de mestrado, Departamento de Genética, FMRP, USP, 180p.

NERUM, K. VAN & BUELENS, H. (1997). Hypoxia controlled winter metabolism in honeybees (*Apis mellifera*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, 117: 445–455.

NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 191 p.

NUNES-SILVA, P.; GONÇALVES, LIONEL SEGUI ; FRANCOY, TIAGO MAURÍCIO ; DE JONG, D. Rate of growth and development time of Africanized honey bee (*Apis*

mellifera) queens and workers during ontogenetic development. **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, v. 23, p. 325-332, 2006.

NÚÑEZ, J.A. Time spent on various components offoraging activity: comparison between European and Africanized honeybees in Brazil. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 18, n. 2, p. 110-115, 1979.

OLDROYD, B.P. 2007. **What's killing American Honey Bees ?** Plos Bio.5(6) 168.

OLIVEIRA, F. M. J. de. **Gestão agroindustrial: um estudo sobre o modelo “SEBRAE-RN” de produção de mel de abelha no Rio Grande do Norte** / Francisco Muniz Jales de Oliveira. – Natal, RN, 2006. 45 f. : il.

ORTH, A. I. Declínio dos Polinizadores no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC/ FAASC/ EPAGRI, 2000.

PAXTON, R. Conserving wild bees. **Bee World**, v.76, n.2, p.53-55, 1995.

PONTES, F.S.T.; PONTES FILHO, F.S.T.; PONTES, F.M. **Avaliação econômica de empresas vinculadas à Incubadora Agroindustrial de Apicultura de Mossoró - IAGRAM**. Revista de Economia da UEG, Anápolis, v.3, n.1, p.1-20, 2007.

PEREIRA, F. de M.; GONÇALVES, J. C.; OLIVEIRA, L. de A.; SILVA, A. F. da; LOPES, J. J.; ALCOFORADO FILHO, F. G. Gargalos tecnológicos e não tecnológicos. In: VILELA, S. L. de O.; ALCOFORADO FILHO, F. G. (Org.). **Cadeia produtiva do mel no Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p. 30-47.

PEREIRA, F. de M. Gargalos tecnológicos. In: VILELA, S. L. de O.; PEREIRA, F. de (Orgs.). **Cadeia produtiva do mel no Estado do Rio Grande do Norte**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. p. 66-92.

PEREIRA, F.M., et al. **Produção de mel**. Teresina, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/index.htm>>.

POTTS, S.M., ROBERTS, S.P.M., DEAN, R., MARRIS, G., BROWN, M.A., JONES, R., NEUMANN, P. & SETELLE, J. 2010. Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. **Journal of Apic. Research**, 49(1):15-22.

PRAAGH, J. P. The atmospheric humidity and brood rearing in a hive of bees in a flight room. **Apidologie**, Versailles, v. 6, n. 3, p. 283-293, 1975.

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

RAMOS, J. M; CARVALHO, N.C. ESTUDO MORFOLÓGICO E BIOLÓGICO DAS FASES DE DESENVOLVIMENTO DE *Apis mellifera*. **REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE ENGENHARIA FLORESTAL** ANO VI, n 10, AGOSTO DE 2007.

RICKETTS, T. H.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A.; GEMMILL-HERREN, B.; GREENLEAF, S. S.; KLEIN, A. M.; MAYFIELD, M. M.; MORANDIN, L. A.; OCHIENG, A.; VIANA, B. F. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, Oxford, v. 11, p. 499–515, 2008.

RUTTNER, F. 1988. **Biogeography and Taxonomy of Honeybees**. Wid. Springer – Verlag London, Paris, Tokyo. 284p.

SAKAGAMI, S.F.; FUKUDA, H. Life tables for worker honeybees. **Research Population Ecology**, v.10, p.127-139, 1968.

SANTOS, C.S.; RIBEIRO, A.S. Apicultura uma Alternativa na Busca do Desenvolvimento Sustentável. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.4, n.1, p.1-6, 2009.

SEELEY, T. D. **Ecologia da abelha**: um estudo de adaptação na vida social. Porto Alegre: Paixão, 2006.

SILVA, N. Rovená. **Aspectos do perfil e do conhecimento de apicultores sobre manejo e sanidade da abelha africanizada em regiões de apicultura de Santa Catarina**. Dissertação. Florianópolis, SC, agosto de 2004.

SILVA, R. G. **Manual de procedimentos em análise por quadrados mínimos**. Funep, Jaboticabal, 1993.

SILVEIRA, F. A. da. Flora apícola e planejamento de atividades no apiário. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n 149, p. 27-32, 1987.

SOBRINHO, G.E. de M. **Noções teóricas-práticas de apicultura**. Teresina : CEPA, PI, 1982. 149p.

SOUTHWICK, E.E., ROUBIK, D.W. & WILLIAMS, J.M. (1990). Comparative Energy Balance in Groups of Africanized and European Honey Bees: Ecological Implications. **Comparative Biochemistry and Physiology**, 97: 1-7.

SOUZA, D.C. **Importância socioeconômica**. In: SOUZA, D.C. (Org.). Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural. Brasília: Sebrae, 2004. cap. 4, p. 35-40.

SOUZA, H. R.; ORSI, R. O.; FUNARI, S. R. C.; BARRETO, L. M. R. C.; DIB, A. P. S. Produção de própolis em colmeias de *Apis mellifera* africanizadas submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 63, n. 4, p. 189-192, 2006.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM—SAS, 2006. User's guide: statistics. Version 9.1. SAS Institute, Cary.

SUBRAMANIAN, R.; HEBBAR, H. U.; RASTOGI, N. K. Processing of honey: a review. **International Journal of Food Properties**, London, v. 10, n. 1, p. 127-143, 2007. <http://dx.doi.org/10.1080/10942910600981708>

SZABO, T. I. 1982. Phenotypic correlations between colony traits in the honey bee. **American bee Journal**, 122: 711- 716.

TAUTZ, J., MAIER, S., GROH, C., RÖSSLER, W. & BROCKMANN, A. 2003. **Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development**. PNAS. 100(12): 7343-7347.

TOLEDO, V. A. A. **Desenvolvimento de colméias híbridas de *Apis mellifera* e seu comportamento na aceitação e manejo da cera**. 1991. Dissertação (Mestrado)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1991.

TOOD, F. E.; REED, C. B. 1970. Brood measurement as a valid index to the value of honey bees as pollinators. **Journal of Economic Entomology** 63: 148- 149.

TURCATTO, A. P. 2011. Desenvolvimento e análise do efeito de dietas proteicas como suplementação nutricional para abelhas *Apis Mellifera*. Dissertação de mestrado apresentada à FFCLRP- USP, Ribeirão Preto, 73 p.

VIANA, B.F. & SILVA, F.O. 2006. Polinização por abelhas em agroecossistemas, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 16., Aracaju. **Anais...** Aracaju. CD-ROM.

WIESE, H. de. **Nova apicultura**. 6ª ed. Porto Alegre, Agropecuária, 1985.491p.

WIESE, H. **Nova Apicultura**. 7. ed. Porto Alegre: Agropecuária, 1986. 493 p.

WILLIAMS, I. H; OSBORNE, J. L. 2002. Bee behavior and pollination ecology. In: INSTITUTE OF ARABLE CROPS RESEARCH. **Plants and Invertebrate Ecology: Annual Report** p 24- 27.

WINSTON, M.L. 1987. **The biology of the honeybee**. Harvard University Press Cambridge, Massachusetts. Londres, Inglaterra. 281p.

WINSTON, Mark L. **A biologia da Abelha**. Tradução de Carlos A. Osowski – Porto Alegre: Magister, 2003. 276p.

WINSTON, M. L.; KATZ, S. J. Longevity of cross-fostered honey bee workers (*Apis mellifera*) of European and Africanized races. **Canadian Journal of Genetics**, Canada, v. 59, p. 1571-1575, 1981.

WOYKE, J. 1984. Correlations and interactions between population, length of worker life and honey production by honeybees in a temperate region. **Journal of Apicultural Research** 23: 148-156.

ZAMORA, M. C.; CHIRIFE, J. Determination of water activity change due to crystallization in honeys from Argentina. **Food Control**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 59-64, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.09.003>.

ZUMLA, A.; LULAT A. Honey: a remedy rediscovered. **Journal of the Royal Society of Medicine**, London, v. 82, n. 7, p. 384-385, 1989.