



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

TASYELY DAYLHANY FREIRE DE LIMA

**COMPORTAMENTO DE ABELHAS EUROPEIAS E AFRICANIZADAS FRENTE
AO ÁCARO *Varroa destructor* E AO FUNGO *Vairimorpha* spp. EM REGIÃO
SEMIÁRIDA DO BRASIL**

MOSSORÓ

2025

TASYELY DAYLHANY FREIRE DE LIMA

**COMPORTAMENTO DE ABELHAS EUROPEIAS E AFRICANIZADAS FRENTE
AO ÁCARO *Varroa destructor* E AO FUNGO *Vairimorpha* spp. EM REGIÃO
SEMIÁRIDA DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência animal.

Linha de Pesquisa: Produção e Conservação Animal no Semiárido

Orientadora: Profa. Dra. Débora Andrea Evangelista Façanha

Coorientadora: Profa. Dra. Kátia Peres Gramacho

MOSSORÓ

2025

TASYELY DAYLHANY FREIRE DE LIMA

**COMPORTAMENTO DE ABELHAS EUROPEIAS E AFRICANIZADAS
FRENTE AO ÁCARO *Varroa destructor* E AO FUNGO *Vairimorpha spp.* EM
REGIÃO SEMIÁRIDA DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Mestrado em
Ciência Animal do Programa de Pós-
Graduação em Ciência Animal da
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Ciência
animal.

Linha de Pesquisa: Produção e
Conservação Animal no Semiárido

Defendida em: 27 / 02 / 2025.

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **DEBORA ANDREA EVANGELISTA FACANHA**
Data: 17/03/2025 12:38:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Débora Andréa Evangelista Façanha
Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Documento assinado digitalmente
 **KATIA PERES GRAMACHO**
Data: 17/03/2025 12:40:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Katia Peres Gramacho
Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Documento assinado digitalmente
 **DAVID DE JONG**
Data: 14/03/2025 21:43:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. David De Jong
Universidade de São Paulo, Departamento de Genética

Documento assinado digitalmente
 **CARLOS ALFREDO LOPES DE CARVALHO**
Data: 14/03/2025 21:48:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Carlos Alfredo Lopes de Carvalho
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

1732c lima, tasyely daylhany freire de.
COMPORTAMENTO DE ABELHAS EUROPEIAS E
AFRICANIZADAS FRENTE AO ÁCARO Varroa destructor E
AO FUNGO Vairimorpha spp. EM REGIÃO SEMIÁRIDA DO
BRASIL / tasyely daylhany freire de lima. - 2025.
90 f. : il.

Orientadora: Debora Andrea Evangelista Façanha.
Coorientadora: Katia Peres Gramacho.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal, 2025.

1. Sanidade apícola. 2. Resistência
parasitária. 3. Apis mellifera. 4. Varroa destructor.
5. Nosemose. I. Façanha, Debora Andrea
Evangelista, orient. II. Gramacho, Katia Peres,
co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus e aos meus Guias Espirituais pela força, coragem e sabedoria em todos os momentos da vida, e principalmente durante esta Pós-graduação, me dando sanidade mental e consolo em todos os momentos.

Agradeço a minha mãe Maria Carla Freire por estar sempre comigo, me apoiando e ouvindo minhas reclamações e esperanças, você é minha fonte inesgotável de força e carinho. Agradeço ao meu pai Antonio de Lima Oliveira por me apoiar em todos os momentos e colocar meus pés na terra às vezes, sempre me ajudando e conversando sobre planos e tentando entender o que eu estava estudando sobre as abelhas. Agradeço a minha irmã Taysa Dayana, minha engenheira que sempre sai abrindo as portas na frente e eu atrás seguindo sem medo, obrigado por tudo minha irmã, você é minha luz no mundo.

Agradeço ao meu companheiro Luan Vinicius pelo apoio, ajuda e ombro para chorar no curso e na vida, você foi uma pessoa essencial para conseguir enfrentar essa etapa, sem você eu não sei o que seria de mim, te amo!

Agradeço à minha orientadora Debora Andrea pelas conversas, orientações e apoios durante todo o processo, você foi uma pessoa muito importante nessa etapa.

Agradeço à minha orientadora Katia Peres Gramacho, primeiramente por não ter desistido de mim e por ter me ensinado tanto sobre as abelhas, ter aberto as portas do mundo para mim, e por me mostrar expectativas que eu nunca havia imaginado. Obrigada por tanto!

Agradeço à Leandro Alves da Silva, por tudo que me ensinou, por todas as ajudas em campo e em laboratório, por aguentar minhas reclamações e surtos, e por ser essa pessoa essencial na minha pesquisa.

Agradeço aos meus colegas do Núcleo de Capacitação Tecnológica em Apicultura e Meliponicultura (NCTA), a Hérica Tertulino, Ewerton Figueiredo, Tamiles Araújo, Marcos Morais, Mateus Rodrigues, Francisco de Assis, Victor Hugo e aos demais que me ajudaram e compartilharam seus dias para me ajudar nessa etapa.

Agradeço aos professores da banca de defesa da dissertação pela disponibilidade de tempo e compreensão, assim como as contribuições e correções.

Agradeço em especial ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal pela oportunidade de realizar o mestrado durante esses dois anos, me ensinando e direcionando sempre pelo certo. Agradeço à Capes pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO

O distúrbio do colapso das abelhas é um fenômeno que vem preocupando produtores e estudiosos, pois enxames estão sumindo de suas colmeias deixando alimentos e crias para trás sem motivos aparentes. As doenças e condições climáticas têm sido apontadas como os principais fatores para esse desaparecimento das abelhas, sendo a Varroatose e a nosemose as principais doenças que vem disseminando as colônias pelo mundo. As abelhas *Apis mellifera* chegaram ao Brasil por meio introdução da abelha europeia em 1830, apresentando baixa defensividade e gerando interesse na atividade por produtores, mas com sua disseminação no país em regiões de clima mais quente apresentou baixa produção de mel, e pelo interesse demonstrado na produção e necessidade de buscar abelhas mais adaptáveis, foram introduzidas abelhas africanas, havendo o cruzamento na natureza entre as subespécies e gerando o polí-híbrido abelha africanizada, que apresenta alta produtividade e muito comportamento defensivo. Todavia, a defensividade das abelhas africanizadas vem gerando descontentamento entre os apicultores brasileiros, que estão buscando a reintrodução das abelhas europeias no país com a finalidade de reduzir essa característica, levando à preocupação quanto a sanidade e desenvolvimento destas colônias nas diversas regiões. Dessa forma, objetivou-se analisar a resposta comportamental de colônias de abelhas africanizadas e europeias quanto a infestação do ácaro *Varroa destructor* e infecção pelo fungo *Vairimorpha spp.* em região semiárida. Para isso, foi desenvolvido um estudo utilizando 10 colônias de abelhas africanizadas e 8 colônias europeias Buckfast, durante cinco meses,. A avaliação comportamental das colônias foi realizada por meio da coleta de dados referentes ao ácaro *V. destructor*, sendo taxa de infestação em abelhas adultas e pupas, comportamento higiênico sensível a Varroa (CHSV) e grooming, e a taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* Os dados apontam para diferenças estatisticamente significativas entre a resposta das abelhas africanizadas e europeias, sendo: $p < 0,0001$ para taxa de infestação por *V. destructor* em abelhas adultas; $p = 0,00697$ para taxa de infestação por *V. destructor* em pupas; $p = 0,010144$ para comportamento de CHSV; $p = 0,02533$ para comportamento de grooming; e $p = 2,28551 \cdot 10^{-10}$ para taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* As abelhas europeias demonstraram maior vulnerabilidade, apresentando as maiores taxas de infestação por *V. destructor* tanto em abelhas adultas quanto em pupas, além de uma taxa elevada de infecção por *Vairimorpha spp.*, enquanto que as abelhas africanizadas apresentaram maior expressão do comportamento higiênico sensível a Varroa e comportamento de grooming. As abelhas africanizadas se mostraram mais resistentes e tolerantes ao ácaro e ao fungo em condições semiáridas, enquanto que as abelhas europeias se mostraram menos resistentes e não se desenvolveram de forma satisfatória nas condições do experimento. A reintrodução das abelhas europeias no Brasil representa um risco potencial para a apicultura, pois essas colônias demonstraram menor tolerância à presença do *V. destructor* e do *Vairimorpha spp.*

Palavras-chave: Sanidade apícola. Resistência parasitária. *Apis mellifera*. Varroatose. Nosemose.

ABSTRACT

Bee collapse disorder is a phenomenon that has been worrying producers and researchers, as swarms are disappearing from their hives, leaving food and offspring behind for no apparent reason. Diseases and climate conditions have been identified as the main factors for this disappearance of bees, with varroatosis and nosemosis being the main diseases that have been spreading colonies around the world. *Apis mellifera* bees arrived in Brazil through the introduction of European bees in 1830, presenting low defensiveness and generating interest in the activity by producers, but with their spread in the country in regions with warmer climates, they presented low honey production. Due to the interest shown in production and the need to seek more adaptable bees, African bees were introduced, with crossbreeding in nature between the subspecies and generating the polyhybrid Africanized bee, which presents high productivity and very defensive behavior. However, the defensiveness of Africanized bees has been causing discontent among Brazilian beekeepers, who are seeking to reintroduce European bees into the country in order to reduce this characteristic, leading to concerns about the health and development of these colonies in different regions. Thus, the objective of this study was to analyze the behavioral response of Africanized and European bee colonies to infestation by the mite *Varroa destructor* and infection by the fungus *Vairimorpha* spp. in a semiarid region. For this purpose, a study was developed using 10 colonies of Africanized bees and 8 European Buckfast colonies, over a period of five months. The behavioral evaluation of the colonies was performed by collecting data related to the mite *V. destructor*, including infestation rate in adult bees and pupae, hygienic behavior sensitive to Varroa (CHSV) and grooming, and the infection rate by *Vairimorpha* spp. The data indicate statistically significant differences between the response of Africanized and European bees, being: $p < 0.0001$ for infestation rate by *V. destructor* in adult bees; $p = 0.00697$ for infestation rate by *V. destructor* in pupae; $p = 0.010144$ for CHSV behavior; $p = 0.02533$ for grooming behavior; and $p = 2.28551 \cdot 10^{-10}$ for infection rate by *Vairimorpha* spp. European bees demonstrated greater vulnerability, presenting the highest infestation rates by *V. destructor* in both adult bees and pupae, in addition to a high infection rate by *Vairimorpha* spp., while Africanized bees showed greater expression of Varroa-sensitive hygienic behavior and grooming behavior. Africanized bees were more resistant and tolerant to mites and fungi under semi-arid conditions, while European bees were less resistant and did not develop satisfactorily under the experimental conditions. The reintroduction of European bees in Brazil represents a potential risk for beekeeping, since these colonies demonstrated lower tolerance to the presence of *V. destructor* and *Vairimorpha* spp.

Keywords: Bee health. Parasite resistance. *Apis mellifera*. Varroatosis. Nosemosis.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I. Referencial teórico

- Figura 1 - Ciclo de vida do ácaro *Varroa destructor*.....21
- Figura 2 - Mecanismos de comportamento higiênico sensível a *Varroa*.....26
- Figura 3 - Mecanismos de comportamento Grooming.....28

Capítulo II. Resistência ao *Varroa destructor* por colônias de abelhas africanizadas e europeias em condições semiáridas

- Figura 4 - Mapa da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, destacando os apiários experimentais.....41
- Figura 5 - Apiários experimentais da Fazenda Rafael Fernandes.....42
- Figura 6 - Prática de determinação da taxa de infestação por *Varroa destructor* em crias em quadro de colmeia com auxílio de uma pinça e um otoscópio.....44
- Figura 7 - Exemplar de uma pupa de abelha Buckfast recém retirada do alvéolo com ácaros adultos de *V. destructor*.....44
- Figura 8 - Coleta de abelhas adultas de quadros de cria com auxílio de uma esponja e pote com álcool a 70° INPM para análise de taxa de infestação de *V. destructor*.....45
- Figura 9 - Bancada onde foi executada a contagem de ácaros *V. destructor* em amostras de abelhas Africanizadas e Buckfast, evidenciando as amostras vindas do campo, o recipiente branco, a peneira e as abelhas após lavagem.....46
- Figura 10 - Ácaros de *V. destructor* retirados de uma amostra do experimento.....46
- Figura 11 - Quadro de cria durante a análise do comportamento higiênico sensível a *Varroa* evidenciando os opérculos retirados e a quantidade de ácaros espalhados entre as pupas.....47
- Figura 12 - Pré-pupa recém retirada do opérculo com ácaros *V. destructor* em seu corpo.....48
- Figura 13 - Placa de PVC adesivado com aplicação de vaselina sólida utilizada no experimento após a coleta.....49
- Figura 14 - Instalação das placas com vaselina sólida no fundo das colmeias.....49
- Figura 15 - Contagem dos ácaros *V. destructor* por placa e depositados em recipientes

	identificados.....	50
Figura 16	- Visão microscópica de ácaros <i>V. destructor</i> colectados pela análise de grooming evidenciando um ácaro inteiro (à esquerda) e outro danificado pelas abelhas (à direita).....	51
Figura 17	- Taxa de infestação por <i>V. destructor</i> em abelhas adultas de 10 colônias Africanizadas (Genótipo A) e 8 colônias Buckfast (Genótipo B).....	53
Figura 18	- Análise Boxplot por coleta da taxa de infestação por <i>V. destructor</i> em 10 colônias Africanizadas (Genótipo A) e 8 colônias Buckfast (Genótipo B).....	54
Figura 19	- Taxa de infestação por <i>V. destructor</i> em crias de abelhas de 10 colônias Africanizadas (Genótipo A) e 8 colônias Buckfast (Genótipo B).....	56
Figura 20	- Análise Boxplot por coleta da taxa de infestação por <i>V. destructor</i> em 10 colônias Africanizadas (Genótipo A) e 8 colônias Buckfast (Genótipo B).....	57
Figura 21	- Estimativa do comportamento higiênico sensível a Varroa em 10 colônias Africanizadas (Genótipo A) e 8 colônias Buckfast (Genótipo B).....	58
Figura 22	- Percentual de ácaros danificados pelo comportamento de grooming em 10 colônias de abelhas Africanizadas (Genótipo A) e 8 colônias de abelhas Buckfast (Genótipo B).....	60
Capítulo III. Infecção por <i>Vairimorpha spp.</i> em colonias de abelhas africanizadas e europeias em condições semiáridas		
Figura 23	- Médias de contagem de esporos de <i>Vairimorpha spp.</i> em abelhas Africanizadas (genótipo A) e Buckfast (genótipo B) por coleta dos dados.....	77
Figura 24	- Correlação entre dados de Temperatura, Umidade relativa do ar e Acumulado de chuvas com a contagem de esporos de <i>Vairimorpha spp.</i> por mm ³ nos genótipos Africanizada e Buckfast.....	80

LISTA DE TABELAS

Capítulo II. Resistência ao *Varroa destructor* por colônias de abelhas africanizadas e europeias em condições semiáridas

Tabela 1	- Modelo de estimativa de comportamento higiênico sensível a <i>V. destructor</i> calculados a partir do percentual de ácaro fêmea fundadora sem progênie encontradas.....	47
Tabela 2	- Médias das taxas de infestação do <i>V. destructor</i> em abelhas adultas, sendo amostras coletadas de 10 colônias de abelhas africanizadas e 8 colônias de abelhas Buckfast, com coletas mensais de março a julho de 2024.....	52
Tabela 3	- Médias da taxa de infestação por <i>V. destructor</i> em pupas de abelhas operárias, sendo amostras coletadas de 10 colônias de abelhas africanizadas e 8 colônias de abelhas Buckfast, com coletas mensais de março a julho de 2024.....	55
Tabela 4	- Estimativa de comportamento higiênico sensível a <i>Varroa</i> com amostras coletadas de 10 colônias de abelhas africanizadas e 8 colônias de abelhas Buckfast, com coletas mensais de março a julho de 2024.....	58
Tabela 5	- Valores médios de quantidade de ácaros coletados por época e percentual destes ácaros danificados em 10 colônias de abelhas africanizadas e 8 colônias de abelhas Buckfast, com coletas mensais de março a julho de 2024.....	59
Tabela 6	- Dados climáticos da Estação Meteorológica, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido em Mossoró/RN, evidenciando os dados de Temperatura do ar (°C), Umidade relativa do ar (%) e Acumulado de chuvas (mm) entre os meses de março a julho de 2024.....	61

Capítulo III. Infecção por *Vairimorpha spp.* em colônias de abelhas africanizadas e europeias em condições semiáridas

Tabela 7	- Intensidade da taxa de infecção por <i>Vairimorpha spp.</i> por mm ³	75
Tabela 8	- Médias de contagem de esporos por mm ³ nos genótipos Africanizadas e Buckfast por coleta de dados	76
Tabela 9	- Grupos estatísticos formados de acordo com médias de taxa de infecção por <i>Vairimorpha spp.</i> relacionados com os genótipos analisados.....	78
Tabela 10	- Relação entre época de coleta de dados e os genótipos Africanizada e Buckfast quanto à contagem de esporos de <i>Vairimorpha spp.</i>	78
Tabela 11	- Correlação entre Taxa de infecção por <i>Vairimorpha spp.</i> em abelhas Africanizadas e Buckfast com dados climáticos.....	78

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo geral.....	13
2.2 Objetivos específicos	13
3 HIPÓTESES	14
CAPÍTULO I – REFERENCIAL TEÓRICO	16
1 PANORAMA DA APICULTURA NO BRASIL	16
2 ÁCARO <i>Varroa destructor</i>	18
3 COMPORTAMENTO DE HIGIENE SENSÍVEL A VARROA.....	23
4 COMPORTAMENTO DE GROOMING	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
CAPÍTULO II – RESISTÊNCIA AO <i>Varroa destructor</i> EM COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS E EUROPEIAS EM CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS	34
1 INTRODUÇÃO	36
2 MATERIAL E MÉTODOS	39
2.1 Local de desenvolvimento do experimento	39
2.2 Desenvolvimento experimental	40
2.2.1 Resposta comportamental das colônias.....	41
2.2.1.3 Determinação do comportamento higiênico sensível a <i>Varroa destructor</i> (CHSV)	44
2.2.1.4 Determinação do grooming.....	46
2.2.1.5 Determinação das variáveis ambientais	49
2.3 Análise estatística	49
3 RESULTADOS	50
4 DISCUSSÃO	60
5 CONCLUSÃO.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
CAPÍTULO III – INFECÇÃO POR <i>Vairimorpha</i> spp. EM COLONIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS E EUROPEIAS EM CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS	70
INTRODUÇÃO	71
MATERIAL E MÉTODOS	72
RESULTADOS	74

DISCUSSÃO	79
CONCLUSÕES.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

1 INTRODUÇÃO GERAL

O início da apicultura no Brasil se deu em 1839 por meio da introdução das abelhas *Apis mellifera mellifera* trazidas pelo padre Antonio Carneiro, e em 1870 foram introduzidas as abelhas amarelas *Apis mellifera ligustica*, sendo duas raças trazidas da Europa, onde produziam com qualidade e precisão, mas ao serem estabelecidas na região Sul do Brasil, apresentaram baixa produção e não obtiveram o desenvolvimento esperado, levando ao questionamento sobre os motivos dessa situação e levando interesse ao professor Warwick Estevam Kerr, em 1956, a estudar raças de abelhas africanas que chegavam a produzir 70kg de mel ao ano (Stort; Gonçalves, 1974). O professor Kerr foi então pela África em busca de apicultores e pesquisadores do continente africano estudar sobre suas abelhas e foi tentando envia-las ao Brasil para realizar estudos de desenvolvimento, e após várias tentativas e perdas, chegaram ao país 47 rainhas africanas para iniciar um processo de estudos e seleção (Kerr, 1957).

As abelhas africanizadas foram alocadas em colmeias com tela excludora para realização dos estudos, mas por um manejo inadequado de retirada dessas telas excludoras, estas enxamearam de suas colmeias e cruzaram na natureza com as abelhas europeias já estabelecidas, formando o poli-híbrido abelha africanizada, com grande versatilidade de adaptação e alta produtividade, porém com maior capacidade de defesa e comportamento enxameatório (Stort; Gonçalves, 1974).

Entre os polinizadores, as abelhas desempenham um papel crucial, sendo responsáveis por cerca de um terço das culturas agrícolas que dependem diretamente desse serviço (Klein *et al.*, 2007). Diversos fatores têm causado estresse nas populações de abelhas e outros polinizadores, como o desmatamento, a monocultura, o uso de agrotóxicos (Genersch, 2010) e doenças provocadas por vírus, fungos, bactérias e ácaros. Esses elementos podem levar à perda de colônias e seus produtos (Goulson *et al.*, 2015), elevando os custos de produção e reduzindo a rentabilidade de apicultores e agricultores (Traynor *et al.*, 2020).

A agricultura intensificada globalmente eleva a demanda pelo uso de polinizadores, cuja vida é diretamente impactada por certas práticas agrícolas. Em especial, as abelhas, principais polinizadores de culturas agrícolas, sofrem devido ao uso indiscriminado de pesticidas e à monocultura intensiva, gerando uma crise global de polinização e a resistência de patógenos e pragas aos produtos químicos utilizados (Klein *et al.*, 2007; Gallai *et al.*, 2009).

O ácaro *Varroa destructor* é uma das principais pragas das colônias de *Apis mellifera*, causando perdas na produção devido à redução do número de crias saudáveis (De Jong *et al.*, 1982; Dias de Freitas *et al.*, 2022). Todavia, em áreas dominadas por abelhas africanizadas, este

vácaro não vem se apresentando como uma das principais causas de mortalidade entre as abelhas, pois estas apresentam destacado comportamento higiênico e de grooming, que possibilitam o controle de infestação do ácaro na colônia (Moretto *et al.*, 1991; Dias de Freitas *et al.*, 2022).

A nosemose é uma doença causada pelo fungo *Vairimorpha spp.* que compromete a saúde e a imunidade das abelhas melíferas, onde os esporos germinam no estômago e se reproduzem no intestino das abelhas, desencadeando a degeneração do seu tecido epitelial e comprometendo a renovação celular (Higes *et al.*, 2010; Dussaubat *et al.*, 2012; Georgi *et al.*, 2022). A infecção por *Vairimorpha spp.* pode levar a morte de enxames e é considerada um dos fatores associados ao colapso das populações de abelhas em escala global (Georgi *et al.*, 2022), tornando-se um ponto essencial no estudo da adaptação e desenvolvimento das colônias.

A abelha africanizada apresenta a elevada capacidade de detectar e eliminar agentes patológicos e parasitas em suas colônias, assim como sua alta defensividade (Winston, 1992; Andonov *et al.*, 2019). No passado os apicultores trabalhavam com abelhas europeias, menos defensivas, e com a chegada das abelhas africanizadas, mais defensivas, foi necessária a adaptação de manejo e proteção e, mesmo que a maioria dos atuais apicultores não tenham trabalhado com as abelhas europeias, estes tiveram contato por meio de viagens e internet sobre as características dessa subespécie em outros locais, demonstrando assim interesse pelas abelhas mais mansas na expectativa de um manejo mais calmo e de reintroduzir estas abelhas no Brasil. Entre os apicultores e redes sociais, vem sendo feita a venda amplamente divulgado, inclusive em sites online como Mercado Livre e OLX, sem atestado de sanidade, mas sendo afirmadas pela Associação Nacional de Apicultores, Criadores de Abelhas Melíferas Italianas (ANACAMI), como abelhas italianas puras advindas da ilha de Fernando de Noronha.

Faz-se então necessário a realização de estudos sobre o comportamento de colônias de *Apis mellifera* europeias e africanizadas, analisando sua taxa de infestação ao *V. destructor* em abelhas adultas e em crias, seu comportamento higiênico sensível ao *V. destructor*, comportamento grooming e infecção por *Vairimorpha spp.*

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar a resposta comportamental de colônias de abelhas africanizadas e europeias quanto a infestação do ácaro *Varroa destructor* e infecção pelo fungo *Vairimorpha spp.* em região semiárida.

2.2 Objetivos específicos

1. Determinar a taxa de infestação do ácaro *Varroa destructor* em crias e em abelhas adultas.
2. Analisar a expressão do comportamento higiênico sensível a *Varroa* nas abelhas africanizadas e europeias.
3. Analisar o comportamento de grooming em abelhas africanizadas e europeias.
4. Correlacionar o comportamento higiênico sensível a *Varroa* com as taxas de infestação por *V. destructor* em abelhas adultas e em crias.
5. Correlacionar a expressão do comportamento higiênico sensível a *Varroa* com variáveis climáticas.
6. Determinar a taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* em abelhas europeias e africanizadas.
7. Correlacionar a taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* com variáveis climáticas.

3 HIPÓTESES

As hipóteses desta pesquisa são:

H₀: As abelhas africanizadas não diferem das abelhas italianas quanto à expressão do comportamento higiênico sensível a *Varroa* e à taxa de infestação por *Varroa destructor*.

H₁: As abelhas africanizadas apresentam maior expressão do comportamento de grooming e do comportamento higiênico sensível ao *V. destructor* em comparação às abelhas italianas, resultando em menor taxa de infestação por *V. destructor* em adultos e crias.

CAPÍTULO I

REFERENCIAL TEÓRICO

CAPÍTULO I – REFERENCIAL TEÓRICO

1 PANORAMA DA APICULTURA NO BRASIL

As abelhas do gênero *Apis* chegaram ao Brasil inicialmente no ano de 1839 por meio por padre Antonio Carneiro, de origem europeia, sendo instaladas no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, sendo iniciada de forma rústica, sem uso de tecnologias e em pequena escala, mas aos poucos foi sendo vista como uma atividade que poderia gerar lucros aos produtores, onde produziam mel e cera principalmente da abelha europeia da subespécie *A. m. ligustica*, e mesmo a apicultura sendo desenvolvida no padrão europeu, não obteve os resultados esperados, apresentando baixa produção apícola quando comparada com países vizinhos (Stort; Gonçalves, 1994; Mattos, 2011).

A apicultura foi gerando interesse pelos seus produtos, mas devido a baixa produtividade em 1956 o pesquisador brasileiro Warwick Estevam Kerr trouxe ao Brasil abelhas africanas (*Apis mellifera scutellata*) para avaliar seu desenvolvimento no país sendo instaladas em um apiário em caixas padrão com uso de telas excludoras de rainha, mas por um descuido com a retirada dessas telas, as abelhas enxamearam de suas colmeias e cruzaram na natureza com as abelhas europeias (Stort; Gonçalves, 1994; Soares, 2012), gerando assim o poli-híbrido conhecido como a abelha africanizada (Gonçalves, 1974).

A abelha africanizada apresenta predominantemente características comportamentais da subespécie africana, como alta defensividade e alto comportamento enxameatório, chegando até mesmo a gerar transtornos a população e apicultores na época, e também a maior tolerância a doenças e a climas quentes, como nos trópicos (Gonçalves, 1974; Clarke *et al.*, 2002; Pinto *et al.*, 2005).

Em cerca de 70 anos, o Brasil mudou sua perspectiva de produção de mel, saindo de 5 toneladas anuais com a produção apícola das abelhas europeias em 1950 (Stort; Gonçalves, 1979), para mais de 55 toneladas de mel em 2021, se destacando como o décimo maior produtor de mel do mundo, segundo a FAO (2023), e apresentando grande potencial produtivo de mel, principalmente orgânico e geralmente de áreas preservadas, o chamado mel de florada silvestre, sendo um país com alta competitividade no mercado global de produtos apícolas, principalmente devido a baixa umidade do ar que dificulta o aparecimento de doenças nas colônias, dispensando o uso de produtos químicos (Vidal, 2022).

Em 2022, o Brasil aumentou sua produção para 61 toneladas, com um aumento de cerca de 9,5 % em relação ao ano anterior, e uma movimentação financeira ultrapassando os 982

milhões de reais, e em 2023 o país obteve uma produção de 64 toneladas de mel e o valor da produção em cerca de 908 milhões de reais, mostrando um aumento da produção, mas queda no valor da produção e do produto ao consumidor e ao mercado externo (IBGE, 2024).

Um dos fatores que contribui para a competitividade do mel brasileiro no mercado e seu destaque no mercado internacional é a organização do setor apícola por meio de associações e cooperativas, as entidades financiadoras de crédito rural, de assistência técnica e de capacitação a produtores, e a emissão de certificações do mel, comprovando sua qualidade por meio de selos municipal, estadual e federação (Paula *et al.*, 2016; Klosowski *et al.*, 2020). Ainda, o mel brasileiro é produzido a partir da abelha africanizada, que é resistente a pragas e doenças, tornando não obrigatório o uso de defensivos e antibióticos nas colônias, oferecendo assim um mel puro e de qualidade ao mercado, livre de substâncias tóxicas e com elevado valor de exportação (Trevisol, 2022).

O avanço da apicultura no Brasil vem sendo estimulado pelo aumento da demanda pelos produtores apícolas pelo mercado exterior, baixa tecnificação e poucas colmeias, geralmente de forma extrativista (Trevisol, 2022), mostrando assim o potencial de crescimento da atividade e a qualidade do produto ofertado.

A maior parte do semiárido (86%) fica localizado no Nordeste brasileiro, e o restante no estado de Minas Gerais, com território de cerca de 969.589,4 km², com solos poucos desenvolvidos em função das condições de escassez de chuvas, com rios intermitentes e condicionados ao período das chuvas, altas temperaturas, baixa precipitação pluviométrica e deficit hídrico (Araújo, 2011). Apesar das dificuldades características da região, a apicultura se destaca como uma das principais atividades econômicas desenvolvidas, com uma diversidade de espécies vegetais nativas utilizadas como pasto apícola pelas abelhas para produzir o mel (Câmara *et al.*, 2021) e pelo amplo território com potencialidade de uso e sem ocupação, possibilitando o desenvolvimento da atividade.

Apesar da sensibilidade das abelhas africanizadas aos fatores climáticos da região, é possível adotar técnicas de manejo adequadas para a realidade da região, como o sombreamento das colmeias, proporcionando melhores condições de termorregulação e refletindo em maior potencial produtivo pelas colônias, tornando a atividade rentável em regiões semiáridas (Santos *et al.*, 2017).

2 ÁCARO *Varroa destructor*

As abelhas são insetos hospedeiros de muitos patógenos como vírus, bactérias, fungos e pragas de artrópodes, sendo o principal deles o *Varroa destructor* (Toth; Dolezal, 2018). O *V. destructor* é um ácaro do Filo Arthropoda, Subfilo Chelicerata e Superordem Parasiformes, mencionado geralmente como *Varroa* (Anderson; Trueman, 2000) e conhecido como o parasita das abelhas. É um ácaro com potencial de rápida adaptação à climas e ambientes, sendo considerado um dos principais responsáveis pelo declínio mundial da saúde das abelhas (Traynor *et al.*, 2016).

O ácaro *Varroa spp.* foi descoberto por Oudemans em 1904 em Java, Indonésia, hospedado na abelha *Apis ceranea*, sendo chamado inicialmente de *Varroa jacobsoni* (Dietemann *et al.*, 2013) e depois foram encontrados hospedando colônias de *Apis mellifera* devido a mudanças de localidade dessa abelha para as áreas de *A. ceranea* infectadas pelo ácaro (Dietemann *et al.*, 2019). O ácaro *Varroa jacobsoni* é conhecido e estudado a muitos anos como o ectoparasita natural da abelha melífera asiática, sendo descrito pela primeira vez por Oudemans (1904) coletados de *A. cerana*. Posteriormente, este ácaro foi descrito na abelha européia *A. mellifera* por Akratanakul e Burgett (1975) após sua introdução na ásia.

Aos poucos o ácaro foi sendo encontrado na China e na Rússia em meados de 1960 (Wilkinson; Smith, 2002), e logo após, ganhou escala global, exceto na Nova Zelândia, infectando praticamente todas as colônias e causando grandes prejuízos aos produtores (Rosenkranz *et al.*, 2010; Dietemann *et al.*, 2019).

Até a década de 1990, somente o *V. jacobsoni* era considerado como ácaro responsável pela destruição das colônias e perdas produtivas, mas foram identificadas diferenças fenotípicas, genotípicas e reprodutivas entre os ácaros encontrados em *A. ceranea* e *A. mellifera*, classificando-os então em *V. jacobsoni* e *V. destructor*, respectivamente, e esse último ganhando a nomeação de “destructor” devido ao caos que vinha instaurando nas colônias ao redor do mundo (Wang *et al.*, 2019).

Além do *V. jacobsoni* e *V. destructor*, há ainda os ácaros *V. rindereri* e *V. underwoodi* que parasitam *A. mellifera*, sendo encontrados esses dois últimos parasitando principalmente *A. ceranea*, *A. koschevnikovi* e *A. dorsata* (De Guzman; Delfinado-Baker, 1966).

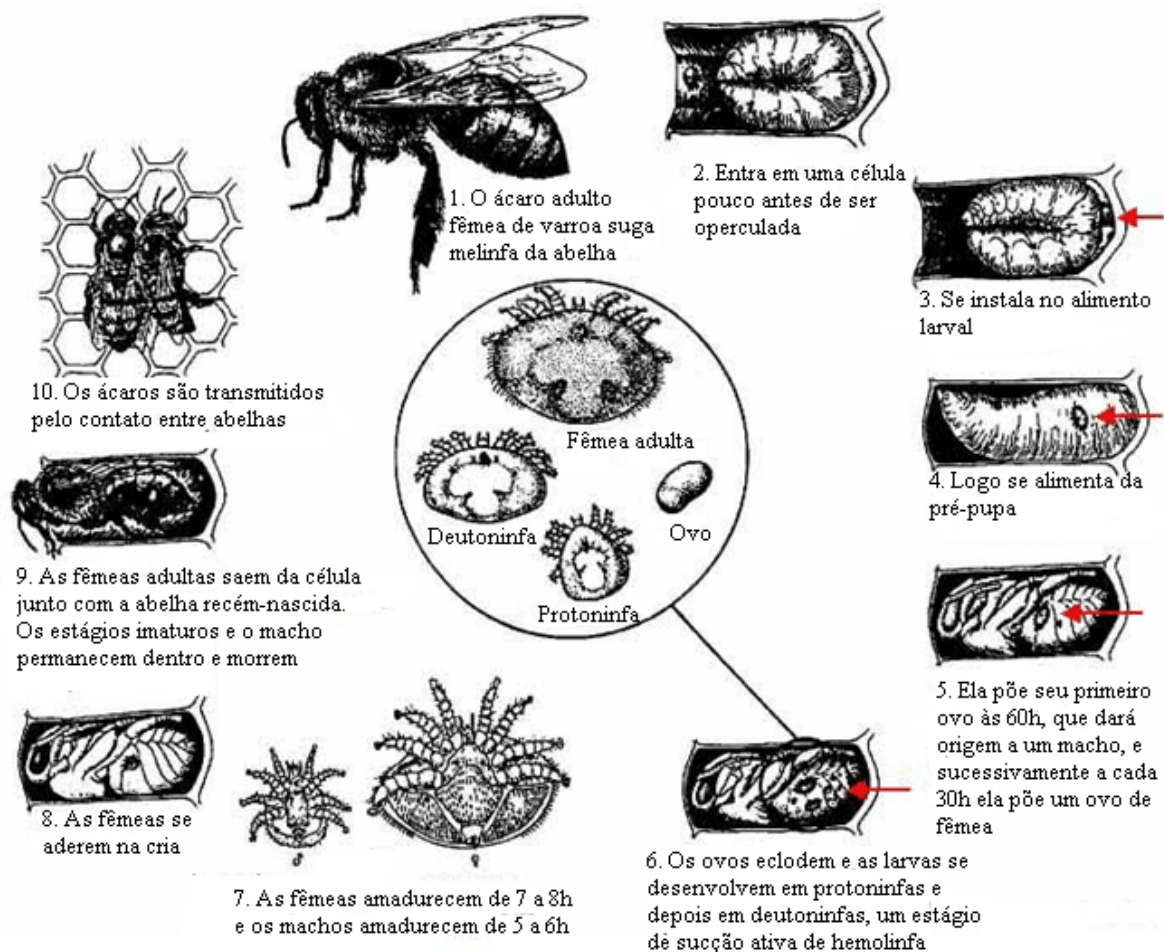
Peck e Seeley (2019) confirmam que o *V. destructor* já possui distribuição quase que em todas as colônias do mundo, com dispersão dos ácaros ocorrendo quando as colônias mais fracas e infestadas são saqueadas pelas colônias mais fortes, levando os parasitas adultos em seus corpos para infestar o novo local, gerando perdas na produção e crescimento nas colônias

que apresentavam grande potencial produtivo.

O ácaro *V. destructor* apresenta grande capacidade de adaptação ao ambiente e às suas necessidades, tendo assim facilidade de expansão dentro de uma colônia e entre elas, exacerbando sua proliferação nos enxames e os enfraquecendo, gerando assim prejuízos à apicultura por torná-los improdutivos e até mesmo levar à morte da colônia (Dietemann *et al.*, 2019; Peck; Seeley, 2019).

O estudo do ciclo de vida do *Varroa* (Figura 1) possibilita compreender sobre sua atuação nas colônias e as possíveis formas de intervenção. O ciclo de vida desse ácaro é dividido em duas fases bem distintas, sendo elas a fase reprodutiva e fase de dispersão ou forética. Na fase reprodutiva, o ácaro fêmea reprodutora utiliza de cairômonios como uma forma de espionagem química para invadir as células larvais e se escondem imóveis no fundo das células, acima da geleia real e o mais longe possível de onde as operárias possam avistá-los, preferindo as células com crias de zangão (Rosenkranz *et al.*, 2010).

Figura 1. Ciclo de vida do ácaro *Varroa destructor*.



Fonte: Traduzido de Ramírez (2015).

Após 9 dias de vida da larva da abelha, as abelhas operárias operculam os alvéolos, o ácaro sai do fundo do alvéolo e sobe pela pré-pupa, perfura um buraco que será o local de alimentação de sua futura prole (Li *et al.*, 2019), alimentando-se do corpo gorduroso (Ramsey *et al.*, 2019) e viabilizando a reprodução do ácaro.

Após 60 horas da célula operculada, o ácaro põe seu primeiro ovo, que é de macho (haploide), com cinco dias coloca um ovo de fêmea (diploide) e a cada 24h produz um novo ovo de fêmea, gerando três ovos de fêmea e um macho nas células de operárias e cinco ovos de fêmeas e um de macho nas células de zangões (Ifantidis, 1990). Ainda segundo o autor, no alvéolo operculado se dá o desenvolvimento ontogenético, onde há a eclosão do ovo, se transforma em larva, protoninfa, deutoninfa e adultos, com os machos alcançando sua maturidade sexual entre seis e sete dias de vida e as fêmeas entre oito e nove dias cruzando entre si e gerando fêmeas férteis.

Os ácaros fecundados passam a parasitar a abelha adulta e, quando ela emerge há o fechamento do ciclo de vida do ácaro, sendo conhecida como fase forética (Rosenkranz *et al.*, 2010; Ramsey *et al.*, 2019). Os ácaros haploides possuem vida de curta duração, morrendo após a emergência das abelhas das células, e os diploides parasitam os corpos das abelhas hospedeiras até encontrarem novas células de crias para dar início a um novo ciclo (Fernández *et al.*, 1993).

Além dos danos causados pela alimentação dos ácaros no corpo gorduroso das abelhas, eles também são responsáveis pela transmissão de vírus que acabam afetando negativamente na lucratividade da apicultura e agricultura (Gisder; Aumeier; Genersch, 2009). Os vírus são injetados pelo ácaro em pupas e nas abelhas adultas no momento em que perfuram os corpos para alimentação (Grozinger; Flenniken, 2019).

Exemplos desses patógenos são o vírus da asa deformada (DWV), vírus da paralisia aguda das abelhas (ABPV), que são dependentes do ácaro como vetor para chegarem às abelhas (Martin; Brettell, 2019). A cria pútrida americana também vem afetando colônias de abelhas melíferas ao redor do mundo, e passou a ser associada ao *V. destructor* devido ao aumento da ocorrência da doença com as infestações pelo ácaro (Otten, 1991).

Os países que utilizam abelhas européias para a produção de mel vem sendo drasticamente afetados pelo *Varroa*, pois por vezes foi necessário intervir com uso de acaricidas nas abelhas quando o nível de infestação do parasita nas colônias se apresentava superior a 5% nos Estados Unidos, por exemplo, aumentando assim os custos de produção do mel e novos recursos polínicos para suprir a demanda das abelhas perdidas (Harris; Sheridan, 2021).

Todavia, os acaricidas, a médio e longo prazos, acabam deixando resíduos no mel e

gerando ainda uma resistência dos ácaros aos produtos químicos (Rosenkranz *et al.*, 2010; Rinderer *et al.*, 2010).

No Brasil, o *Varroa* spp. ainda não vem gerando perdas significativas e nem necessitando de intervenção química nas colônias, visto que a taxa de infestação vem se mantendo abaixo de 5% (Castilhos *et al.*, 2021, 2023), mas em diversos países, como Argentina, Chile e Uruguai, esse ácaro vem gerando perdas na produção e sendo associado diretamente também à perda numerosa de colônias (Antúñez *et al.*, 2015; Maggi *et al.*, 2016).

As abelhas *Apis mellifera* desenvolveram alguns mecanismos comportamentais para agir frente a infestações do *Varroa* spp., buscando reduzir os impactos que vem sendo desenvolvidos dentro das colônias, como o comportamento de limpeza chamado de “grooming”, comportamento higiênico (CH) (Rothenbuhler, 1964; Gramacho; Gonçalves, 2009) e comportamento higiênico sensível à *Varroa* (CHSV) (Harris, 2007; Panziera *et al.*, 2017). Essas características vem sendo estudadas para compreender como elas são herdadas pela prole, assim como selecionar a frequência gênica incrementada (Rinderer *et al.*, 2010; Correia-Oliveira *et al.*, 2018; Wagoner *et al.*, 2018).

A *A. mellifera*, quando comparada com a *A. ceranea*, que é o hospedeiro original da *Varroa*, apresenta um comportamento social de defesa contra o ácaro por meio do grooming, comportamento higiênico e comportamento higiênico sensível a *Varroa* (CHSV) (Traynor *et al.*, 2020), assim como a proteína tóxica produzida pelo ácaro não apresenta a mesma letalidade entre as espécies, sendo as crias de *Apis mellifera* mais resistentes e menos danificadas (Zhang; Han, 2018).

As abelhas africanizadas vem apresentando melhor resistência que as abelhas européias na ação de defesa do *Varroa* spp. e a infestações virais, assim como ao parasita *Vairimorpha* spp. (Hamiduzzaman *et al.*, 2015; Fleites-Ayil *et al.*, 2018; Castilhos *et al.*, 2021, 2023), visto que o impacto do *V. destructor* em uma colônia está relacionado com as condições climáticas de região e com a raça das abelhas melíferas, e que as abelhas africanizadas realizam mais expressivamente suas colmeias e seus corpos, removendo os ácaros e reduzindo sua infestação (Moretto; Leonidas, 2003), assim como realizam o comportamento de desopercular as células de cria como forma de expulsar o ácaro que estava em sua fase reprodutiva e interromper seu ciclo (Correia-Marques; De Jong, 1998).

As abelhas africanizadas apresentam naturalmente uma maior resistência a doenças e parasitas devido ao seu fator genético e local de origem, desenvolvendo e executando seu comportamento higiênico, ou seja, a capacidade natural das abelhas em identificar e remover crias mortas, doentes ou infestadas por ácaros na colmeia, assim como removem qualquer

material estranho, permitindo que as colônias sejam mais saudáveis, populosas e expressando seu potencial de produção (Gramacho, 1999).

Estudos realizados por Hamiduzzaman *et al.* (2015), Fleites-Ayil *et al.* (2018) e Castilhos *et al.* (2021, 2023) apontam que essas diferenças de resistência entre as abelhas africanizadas e as abelhas europeias são cruciais para o manejo de parasitas e doenças nas colônias de abelhas, com as primeiras apresentando um desempenho melhor na manutenção da saúde das colônias, especialmente em áreas com alta pressão de parasitas e patógenos. Essa resistência torna as abelhas africanizadas uma alternativa viável para os apicultores que enfrentam desafios relacionados ao controle do *Varroa destructor* e à proliferação de infecções virais e parasitárias. No entanto, essa resistência não é absoluta, e o manejo integrado e o controle contínuo permanecem necessários para garantir a saúde das colônias.

3 COMPORTAMENTO DE HIGIENE SENSÍVEL A VARROA

Os estudos detalhados do comportamento higiênico foram primeiro observados, nas *A. mellifera*, na década de 1930, em estudos para determinar se a resistência à doença Loque Americana e posteriormente analisada para compreender a resistência ao *V. destructor*, onde relata-se que as colônias que expressam o comportamento higiênico são capazes de detectar, desencapsular e remover crias infestadas pelo ácaro *V. destructor*, sendo um comportamento importante na seleção como uma forma de aumentar a resistência das colônias naturalmente e evitar uso de defensivos nas colônias para tratamento da Varroatose, pois reduz a carga geral dos ácaros ao interromper seu ciclo de reprodução (Spivak; Gilliam, 1998; Spivak; Reuter, 2001).

O comportamento higiênico é um mecanismo natural de defesa realizado pelas abelhas contra agentes infecciosos que causam doenças nas crias, reduzindo assim a necessidade do uso de produtos químicos na produção e que a doença alcance toda a colônia (Wilson-Rich *et al.*, 2009). Com comportamento expresso, a abelha operária apresenta a capacidade de detectar, e limpar os alvéolos com crias doentes, parasitadas ou mortas evitando que a enfermidade se torne infecciosa na colônia, assim como evita a transmissão dos esporos e induz a sanidade e imunidade do grupo de abelhas (Gramacho; Gonçalves, 1994; Gramacho, 2004; Gonçalves *et al.*, 2008).

No comportamento higiênico as abelhas adultas realizam a limpeza da colmeia e dos alvéolos que apresentem odor por qualquer motivo que leve a doenças ou morte das crias, buscando manter a higiene e limpeza dentro da colônia e evitando infecções e perdas maiores, já o comportamento higiênico sensível a *Varroa* (CHSV) consiste num sistema de limpeza mais profundo e específico contra o ácaro (Traynor *et al.*, 2020).

O CHSV é uma estratégia de defesa natural das abelhas *Apis mellifera* passível de seleção genética, pois trata-se de uma característica hereditária, sendo caracterizado pela capacidade das abelhas de detectar a presença do ácaro *Varroa destructor* em sua colônia e, ao perceberem a infestação, removem as larvas e pupas infestadas, diminuindo assim a infestação de ácaros e, conseqüentemente, o impacto do parasita na saúde da colônia, agindo como uma forma de controle biológico que pode diminuir a necessidade de tratamentos químicos (Harbo; Hoopingarner, 1997).

Os efeitos do CHSV reduzem a fecundidade do ácaro (Wagoner *et al.*, 2019), pois as colônias que apresentam esse mecanismo removem as crias infestadas com ácaros fêmeas reprodutoras que estão prontas para colocarem seus ovos no opérculo, muitas vezes infestadas

por vírus transmissores de outras doenças (Schöning *et al.*, 2012; Mondet *et al.*, 2016). Essa habilidade potencializa a ação das abelhas melíferas, principalmente as africanizadas, na detecção e remoção de pupas parasitadas pelo ácaro, interrompendo seu ciclo reprodutivo e reduzindo a taxa de infestação (Wagoner *et al.*, 2018; Cheruiyot *et al.*, 2018).

O CHSV tem um valor significativo no manejo das colônias, especialmente em contextos onde a pressão do parasita é alta e sua presença é particularmente visível em linhagens de abelhas que exibem essa característica, possibilitando o uso da seleção genética para esse comportamento como uma ferramenta valiosa para fortalecer a resistência das colônias e promover a sustentabilidade na apicultura (Harbo; Hoopingarner, 1997).

Figura 2. Mecanismos de comportamento higiênico sensível a *Varroa*.



Fonte: Traynor *et al.* (2020).

O CHSV é uma característica selecionável nas abelhas, podendo ser adicionada ou aprimorada nas colônias, mas esse mecanismo só permite a detecção do ácaro quando estão na fase da reprodução (Harbo, 2016), provavelmente devido ao odor do ácaro ficar camuflado com o cheiro da cria antes desse momento, mas podendo ser identificado nas abelhas ainda na primeira semana após sua operculação da célula da pupa (Gramacho, 1999; Fernhout, 2015).

4 COMPORTAMENTO DE GROOMING

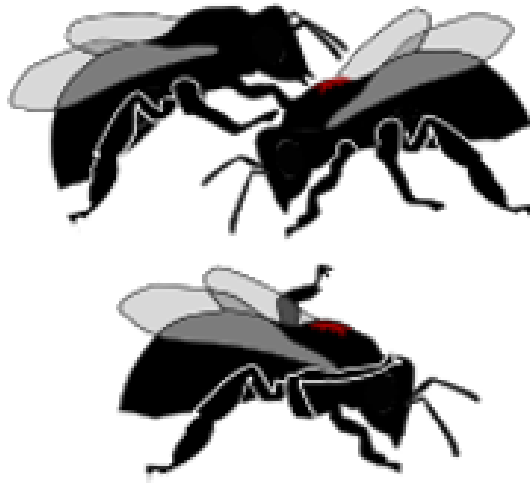
As colônias de abelhas, tanto as selvagens quanto as domesticadas, criaram sofisticados mecanismos de defesa para proteger a si mesmas e seus recursos alimentares das ameaças de patógenos e parasitas, utilizando estratégias de defesa individuais com o objetivo de reduzir o risco para toda a colônia e afastar possíveis ameaças, sendo esse comportamento relatado como grooming (Boecking; Spivak, 1999).

O grooming é um comportamento higiênico que permite que as abelhas melíferas de uma colônia removam poeira, pólen e ectoparasitas de seus corpos e dispersando feromônios, utilizando seus corpos para morder e lamber, removendo assim as sujidades, sendo então um comportamento voltado para manter a higiene e saúde das colônias, onde estas atacam os ácaros de *Varroa spp.* retirando de seus corpos (alogrooming) ou de suas vizinhas, muitas vezes mutilando-os e destruindo para que não se fixem a outros (Correa-Marques *et al.*, 2000).

A resistência ao ectoparasita *V. destructor* pode ser então realizado por meio do grooming, onde as abelhas removem os parasitas do corpo da operária adulta danificando-os e impedindo de se fixarem em uma nova abelha ou cria (Pritchard, 2016), tendo início por meio de um sinal de convite ao grooming como uma dança vibracional desencadeada por uma abelha adulta que utiliza todo o corpo por alguns segundos, avisando e estimulando as demais abelhas a iniciarem o processo de limpeza usando suas mandíbulas e patas anteriores para remover os ácaros à força das abelhas adultas, gerando mutilação ou morte do *V. destructor* (Hamiduzzaman *et al.*, 2017).

O ácaro *Varroa* é a principal praga que afeta a apicultura, mas que seu impacto está relacionado com as condições climáticas, a região da produção e a raça das abelhas, pois depende da expressão do comportamento de limpeza de seus corpos e da colmeia, citando as abelhas africanizadas, no Brasil, como as abelhas que mais frequentemente removem os ácaros que as abelhas europeias por meio do comportamento de grooming, caracterizado pela limpeza de autogrooming e allogrooming podendo ser uma característica relacionada à raça e à região (Moretto; Leonidas, 1993; Moretto; Mello-Junior., 1999; Moretto; Melo-Junior, 2001).

Figura 3. Mecanismos de comportamento Grooming.



Fonte: Traynor *et al.* (2020).

Foose *et al.* (2022) discorrem que autogrooming ou allogrooming realizada pelas abelhas está diretamente relacionado com a sobrevivência da colônia, visto que realizam este comportamento como forma de tentar manter a sanidade dos enxames e assim detecção de uma variedade de estímulos, como presença de corpos estranhos, doenças microorganismos, ativação imunológica e contato químico.

O comportamento de grooming é considerado um mecanismo que confere resistência aos ácaros pelas colônias, aumentando a mortalidade dos ácaros e modulando seu crescimento populacional em colônias, principalmente nas abelhas africanizadas, pois dessa forma as abelhas removem os ácaros de seus corpos e do ambiente, muitas vezes causando danos ou morte aos ácaros (Invernizzi *et al.*, 2016; Nganso *et al.*, 2017), e reduzindo assim sua taxa de infestação na colônia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKRATANAKUL, P.; BURGETT, M. *Varroa jacobsoni* a prospective pest of honeybees in many parts of the world. **Revista Bee World**, v.5, n.3, p. 119-120, 1975.

ANDERSON, D.L.; TRUEMAN, J.W.H. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. **Experimental and Applied Acarology**, v. 24, n.3, p. 165-189, 2000.

ANTÚNEZ, K.; ANIDO, M.; BRANCHICCELA, B.; HARRIET, J.; CAMPA, J.; INVERNIZZI, C.; SANTOS, E.; HIGES, M.; MARTIN-HERNÁNDEZ, R.; ZUNINO, P. Seasonal variation of honeybee pathogens and its association with pollen diversity in Uruguay. **Microbial ecology**, v. 70, p. 522-533, 2015.

ARAÚJO, S.M.S. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Revista Científica da FASETE**, ano 5, n.5, 2011.

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

CÂMARA, C.P.; RIBEIRO, R.D.T.M.; GIRÃO, E.G.; LOIOLA, M.I.B. Percepção etnobotânica associada à apicultura: espécies vegetais com potencial melífero para o Semiárido Potiguar, região de Caatinga, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Hoehnea**, 48, e102021, 2021.

CASTILHOS, D.; BERGAMO, G. C.; KASTELIC, J. P. Honey bee colony losses in Brazil in 2018-2019 / Perdas de colônias de abelhas no Brasil em 2018-2019. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 4, p. 5017–5041, 2021.

CASTILHOS, D.; POLESSO, A. M.; SILVA, A. C. F.; SANTOS, A. B.; LOPES, A. T. C.; OLIVEIRA FILHO, A. A.; ... & MEDEIROS, V. F. (2023). *Varroa destructor* infestation levels in Africanized honey bee colonies in Brazil from 1977 when first detected to 2020. **Apidologie**, v.54, n. 1, p. 5, 2023.

CHERUIYOT, S. K.; LATTORFF, H. M. G.; KAHUTHIA-GATHU, R.; MBUGI, J. P.; MULI, E. *Varroa*-specific hygienic behavior of *Apis mellifera scutellata* in Kenya. **Apidologie**, v. 49, p. 439-449, 2018.

CLARKE, K. E.; RINDERER, T. E.; FRANCK, P.; QUEZADA-EUÁN, J. G.; OLDROYD, B. P. The Africanization of honeybees (*Apis mellifera* L.) of the Yucatan: a study of a massive hybridization event across time. **Evolution**, v. 56, n. 7, p. 1462-1474, 2002.

CORREIA-OLIVEIRA, M. E.; MERCÊS, C. C.; MENDES, R. B.; NEVES, V. S. L.; SILVA, F. L.; CARVALHO, C. A. L. Can the Environment Influence Varroosis Infestation in Africanized Honey Bees in a Neotropical Region?. **Florida Entomologist**, v. 101, n. 3, p. 464-469, 2018.

CORRÊA-MARQUES, M.H.; CAVICCHIO, M.R.; DE JONG, D. Classification and quantification of damaged *Varroa jacobsoni* found in the debris of honey bee colonies as criteria for selection? **American Bee Journal**, v.140, p.820-824, 2000.

CORRÊA-MARQUES, M.H.; DE JONG, D. Uncapping of worker bee broods, a component of the hygienic behavior of Africanized honeybees against the mite *Varroa jacobsoni* Oudemans. **Apidologie**, v.29, n.3, 283-289, 1998.

DE GUZMAN, L.; DELFINADO-BAKER, M. A new species of *Varroa* (Acari: Varroidae) associated with *Apis koschevnikovi* (Apidae: Hymenoptera) in Borneo. **International Journal of Acarology**, v.22, p.23–27, 1996.

DIETEMANN, V. *et al.* Population genetics of ectoparasitic mites *Varroa* spp. in Eastern and Western honey bees. **Parasitology**, v.146, p.1429–1439, 2019.

DIETEMANN, V., NAZZI, F., MARTIN, S. J., ANDERSON, D. L., LOCKE, B., DELAPLANE, K. S., WAUQUIEZ, Q., TANNAHILL, C., FREY, E., ZIEGELMANN, B., ROSENKRANZ, P., & ELLIS, J. D. Standard methods for *Varroa* research. **Journal of Apicultural Research**, v.52, n.1, 2013.

Food and Agriculture Organization – FAO. **Faostat** (2023). Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/es/#rankings/countries_by_commodity_exports>. Acesso em 25 de julho de 2023.

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

FERNHOUT, B. **Buckfast CHSV – Single Drone Project – 2014**. Results. Stichting Arista Bee Research, 2015.

FLEITES-AYIL, F. A.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G.; MEDINA-MEDINA, L. A. Onset of foraging and lifespan of Africanized honey bees (*Apis mellifera*) infected with different levels of *Nosema ceranae* spores in Neotropical Mexico. **Apidologie**, v. 49, p. 781-788, 2018.

FOOSE, A.M.; WESTWICK, R.R.; VENGARAI, M; RITTSCHOF, C.C. The survival consequences of grooming in the honey bee *Apis mellifera*. **Insectes Sociaux**, v.6, p.279-287, 2022.

GISDER, S.; AUMEIER, P.; GENERSCH, E. Deformed wing virus: replication and viral load in mites (*Varroa destructor*). **Journal of General Virology**, v.90, Issue 2, 2019.

GONÇALVES, L. S. Comments on the aggressiveness of the Africanized bees in Brazil. **American Bee Journal**, v. 114, n. 12, p. 448-450, 1974.

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

GRAMACHO, K. P. Considerações sobre o melhoramento de abelhas com base no comportamento higiênico. In: XV Congresso Brasileiro de Apicultura e Congresso Brasileiro de Meliponicultura. **Anais do XV Congresso Brasileiro de Apicultura**, Natal, 2004.

GRAMACHO, K. P. **Fatores que interferem no comportamento higiênico das abelhas *Apis mellifera***. 1999. 225f. Tese (Doutorado em entomologia), Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1999.

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

GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. Sequential hygienic behavior in Carniolan honey bees (*Apis mellifera carnica*). **Genetics and Molecular Research**. v. 8, p. 655- 663, 2009.

GROZINGER, C.M. AND FLENNIKEN, M.L. Bee viruses: ecology, pathogenicity, and impacts. **Annual Review of Entomology**. 64, 205–226, 2019.

HAMIDUZZAMAN, M. M.; GUZMAN-NOVOA, E.; GOODWIN, P. H.; REYES-QUINTANA, M.; KOLEOGLU, G.; CORREA-BENÍTEZ, A.; PETUKHOVA, T. Differential responses of Africanized and European honey bees (*Apis mellifera*) to viral replication following mechanical transmission or *Varroa destructor* parasitism. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 126, p. 12-20, 2015.

HAMIDUZZAMAN, M.M. *et al.* Differential gene expression associated with honey bee grooming behavior in response to *Varroa* mites. **Behavior Genetics**. 47, 335–344, 2017.

HARBO, J.R.; HOOPINGARNER, R. Honey bee (Himenoptera: Apidae) in the United States that express resistance to *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata: varroidae). **Journal of Economic Entomology**, v.90, p.893-898, 1997.

HARBO, J.R. Measuring *Varroa* Sensitive Hygiene. **Harbo Bee Company**, p. 1-7, 2016.

HARRIS, J. W. Bees with *Varroa* Sensitive Hygiene preferentially remove mite infested pupae aged $\leq$ five days post capping. **Journal of Apicultural Research**, v.46, n.3, p.134- 139, 2007.

HARRIS, J. W.; SHERIDAN, A. B. **Managing Varroa Mites in Honey Bee Colonies**. 2021. Mississippi State University Extension Servic Available online: <<http://extension.msstate.edu/publications/managing-varroa-mites-honey-bee-colonies>>. Acesso em: 25 de julho de 2023.

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

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Produção de Mel de abelha**. 2024. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/br>>. Acesso em jan. 2025.

INVERNIZZI, C.; ZEFFERINO, I.; SANTOS, E.; SÁNCHEZ, L.; MENDOZA, Y. Multilevel evaluation of cleaning behavior against *Varroa destructor* in Italian and Africanized honeybees. **Journal of Apicultural Research**, v.54, n.4, p.321–327, 2016.

KLOSOWSKI, A.L.M.; KUASOSKI, M.; BONETTI, M.B.P. Apicultura brasileira: Inocação

e propriedade industrial. **Revista de Política Agrícola**, ano 29, n.1, jan./fec./mar. 2020.

LI, A.Y. *et al.* Insights into the feeding behaviors and biomechanics of *Varroa destructor* mites on honey bee pupae using electropenetrography and histology. **Journal of Insect Physiology**, v.119, 103950, 2019.

MAGGI, M.; TOURN, E.; NEGRI, P.; SZAWARSKI, N.; MARCONI, A.; GALLEZ, L.; EGUARAS, M. A new formulation of oxalic acid for *Varroa destructor* control applied in *Apis mellifera* colonies in the presence of brood. **Apidologie**, v. 47, p. 596- 605, 2016.

MARTIN, S.J.; BRETTELL, L.E. Deformed wing virus in honey bees and other insects. **Annual Review of Virology**, v.6, p.49–69, 2019.

MATTOS, I.M. **Efeito da infestação do ácaro *Varroa destructor* (Anderson e Treuman, 2000) (Arachnida : Acari : Varroidae) no desenvolvimento de abelhas africanizadas *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae).** Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2011.

MONDET, F. *et al.* Specific cues associated with honey bee social defence against *Varroa destructor* infested brood. **Scientific Reports**, v.6, 25444, 2016.

MORETTO, G.; LEONIDAS, J.D.M. Infestação e distribuição do ácaro *Varroa destructor* em colônias de abelhas africanizadas. **Revista Brasileira de Biologia**, v.63 , p.83-86, 2003.

MORETTO, G.; GONÇALVES, L.S. ; DE JONG, D. Heritability of Africanized and European honeybee defensive behavior against the mite *Varroa jacobsoni*. **Brazilian Journal of Genetics**, v.16, p.71-77, 1993.

MORETTO, G.; MELLO-JUNIOR, L.J. Infestação de *Varroa jacobsoni* em abelhas adultas africanizadas e italianas (*Apis mellifera*) em colônias mistas no Brasil. **Genetics and Molecular Biology**, v.22 , p.321-323, 1999.

MORETTO, G.; MELLO-JUNIOR, L.J. Infestação e distribuição do ácaro *Varroa jacobsoni* em colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*). **Interciência**, v.26, n.9, p.394-396, 2001.

NGANSO, B.T.; FOMBONG, A.T.; YUSUF, A.A.; PIRK, C.W.; STUHL, C.; TORTO, B. Comportamentos higiênicos e de limpeza em abelhas africanas e europeias - Novas categorias de danos em *Varroa destructor*. **PLoS ONE**, v.12, n.6, e0179329, 2017.

OTTEN, C. Untersuchungen zur Ausbreitung der Bösertigen Faulbrut. **Allgemeine Deutsche Imkerzeitung**, v.12, p.13–14, 1991.

OUDEMANS, A.C. On a new genus and species of parasitic acari. Notes, **Leyden Mus.** v.24, p.216-222, 1904.

PANZIERA, D.; LANGEVELDE, F. V.; BLACQUIÈRE, T. *Varroa* sensitive hygiene contributes to naturally selected *Varroa* resistance in honey bees. **Journal of Apicultural Research**, v. 56, n. 5, p. 635-642, 2017.

PAULA, M.F.; SANTOS, A.J.; TIMOFEICZYK-JUNIOR, R.; HOEFLICH, V.A.; SILVA,

J.C.G.L.; ANGELO, H. . Análise da competitividade das exportações brasileiras de mel natural, segundo o modelo constant market share e o índice de vantagem comparativa revelada. **Revista Ceres**, v.63, p.614-620, 2016.

PECK, D.T. ; SEELEY, T.D. Mite bombs or robber lures? The roles of drifting and robbing in *Varroa destructor* transmission from collapsing honey bee colonies to their neighbors. **PLoS One**, v.14, e0218392, 2019.

PINTO, M. A.; RUBINK, W. L.; PATTON, J. C.; COULSON, R. N.; JOHNSTON, J. S. Africanization in the United States: Replacement of Feral European Honeybees (*Apis mellifera* L.) by an African Hybrid Swarm. **Genetics**, v.170, n. 4, p. 1653–1665, 2005.

PRITCHARD, D.J. Grooming by honey bees as a component of *Varroa* resistant behavior. **Journal of Apicultural Research**, 55, 38–48, 2016.

RAMÍREZ, A.G. **Parasitosis de las abejas melíferas *Acarapis*, *Nosema* y *Varroa* en función de las condiciones climáticas**. Tese (Mestrado em Ciências Agropecuarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, 2015.

RAMSEY, S.D. *et al.* *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, U. S. A. v.116, p.1792–1801, 2019.

RINDERER, T.; HARRIS, J.; HUNT, G.; DE GUZMAN, L. Breeding for resistance to *Varroa destructor* in North America. **Apidologie**, v. 41, n. 3, p. 409-424, 2010.

ROSENKRANZ, P. *et al.* Biology and control of *Varroa destructor* . **Journal of Invertebrate Pathology**, v.103, S96–S119 2, 2010.

ROTHENBUHLER, W.C. Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees.i. responses of four inbred lines to disease-killed brood. **Animal Behaviour**, v.12, n.4, p.578-583, 1964.

SANTOS, R.G.; DOMINGOS, H.G T.; GRAMACHO, K.P.; GONÇALVES, L.S. Sombreamento de colmeias de abelhas africanizadas no Semiárido Brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n.5, p.828-836, 2017.

SCHÖNING, C. *et al.* Evidence for damage-dependent hygienic behaviour towards *Varroa destructor*-parasitised brood in the western honey bee, *Apis mellifera*. **Journal of Experimental Biology**, 215, 264–271, 2012.

SOARES, A.E.E. Abelhas africanizadas no Brasil: do impacto inicial às grandes transformações. **Anais da 64ª Reunião Anual da SBPC**, São Luís/MA, 2012.

SPIVAK, M.; GILLIAM, M. Comportamento higiênico de abelhas e sua aplicação para controle de doenças de cria e Varroa: Parte I: Comportamento higiênico e resistência à loque americana. **Bee World**, v.79, p.124-134. Parte II. Estudos sobre comportamento higiênico desde a era Rothenbuhler. **Bee world**, v.79, n.4, p.169-186, 1998.

SPIVAK, M.; REUTER, G.S. Infestação de *Varroa jacobsoni* em colônias de abelhas não tratadas (Hymenoptera: Apidae) selecionadas para comportamento higiênico. **Journal of**

Economic Entomology, v.94, n.1, p.326-331, 2001.

STORT, A. C.; GONÇALVES, L. S. A abelha africanizada e a situação atual da apicultura no Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 31, n. 1, p. 32-43, 1979.

STORT, A.C.; GONÇALVES, L.S. **A africanização das abelhas *Apis mellifera* nas Américas. Venenos animais: uma visão integrada**. Rio de Janeiro: EPUC, p.33-47, 1994.

TOTH, A. L.; DOLEZAL, A. G. Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health. **Current Opinion in Insect Science**, v.26, p.114–119, 2018.

TRAYNOR, K.S. *et al.* Multiyear survey targeting disease incidence in US honey bees. **Apidologie**, v. 47, 325–347, 2016.

TRAYNOR, K.S. *et al.* *Varroa destructor*: a complex parasite, crippling honey bees worldwide. **Revista Trends in Parasitology**, v.36, n.7, 2020.

TREVISOL, G.; BUENO, M.P.; OLIVEIRA, J.P.L.; MACEDO, K.G. Panorama econômico da produção e exportação de mel de abelha produzidos no Brasil. **Revista de Gestão e Secretariado**, v.13, n.3, p.352-368, 2022.

VIDAL, M.F. Mel natural. **Caderno Setorial ETENE**, ano 7, nº 219, 2022.

WAGONER, K. M.; SPIVAK, M.; RUEPPELL, O. Brood Affects Hygienic Behavior in the Honey Bee (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Economic Entomology**, v.20, n.10, p.1–11, 2018.

WAGONER, K. *et al.* Stock-specific chemical brood signals are induced by *Varroa* and Deformed Wing Virus, and elicit hygienic response in the honey bee. **Scientific Reports**. 9, 8753, 2019.

WANG, S. *et al.* Ectoparasitic mites *Varroa underwoodi* (Acarina: *Varroidae*) in eastern honey bees, but not in western honey bees. **Journal of Economic Entomology**, 112, 25–32, 2019.

WILKINSON, D.; SMITH, G. C. A model of the mite parasite, *Varroa destructor* , on honeybees (*Apis mellifera*) to investigate parameters important to mite population growth. **Ecological Modelling**, v.148 n.3, p.263-275, 2002.

WILSON-RICH, N.; SPIVAK, M.; NINA H. FEFFERMAN, N. H.; STARKS, P. T. Genetic, individual, and group facilitation of disease resistance in insect societies. **Annual Review Entomology**, v. 54, p. 405–423, 2009.

ZHANG, Y.; HAN, R. A saliva protein of *Varroa* mites contributes to the toxicity toward *Apis ceranea* and the DWV elevation in *A. mellifera*. **Scientific Reports**. 8, 3387, 2018.

CAPÍTULO II

RESISTÊNCIA AO *Varroa destructor* POR COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS E EUROPEIAS EM CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS

CAPÍTULO II – RESISTÊNCIA AO *Varroa destructor* EM COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS E EUROPEIAS EM CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS

RESUMO

O comportamento defensivo das abelhas africanizadas tem gerando descontentamento entre os apicultores brasileiros devido a necessidade de uso de indumentárias reforçadas e manejo mais cuidadosos, o que tem levado alguns produtores a buscar a reintrodução das abelhas europeias no Brasil, em virtude de sua menor defensividade. O estudo da reintrodução das abelhas europeias é fundamental para analisar a sanidade dessas colônias, sendo o objetivo desta pesquisa de analisar a resistência de abelhas africanizadas e europeias em região semiárida do Brasil, a fim de avaliar a viabilidade desta prática. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró/RN, utilizando 8 colônias de abelhas europeias Buckfast (EHB) e 10 colônias de abelhas africanizadas (AHB), sendo realizadas 5 coletas mensais. Foram determinadas a taxa de infestação por *Varroa destructor* em pupas, através da desoperculação de 100 células por coleta e contagem das células infestadas; a taxa de infestação em abelhas adultas, por meio da contagem de ácaros em amostras de aproximadamente 300 abelhas por coleta; a taxa de comportamento higiênico sensível ao *Varroa destructor* (CHSV) em 100 células de cria operculadas por coleta; e o comportamento de grooming, analisado por meio da quantidade de ácaros caídos e percentual de abelhas danificadas, usando uma placa no fundo da colmeia. Realizaram-se testes de variância (ANOVA) para comparar os dados entre os genótipos analisados, testes de Tukey para avaliar as médias de taxa de infestação em abelhas adultas e crias, comportamento CHSV e grooming, adotando-se um nível de significância de 5%. Além disso, foram utilizados o teste de Boxplot para relacionar os dados de taxa de infestação em abelhas adultas e crias por coleta, e uma matriz de correlação para examinar as relações entre os dados climáticos e o comportamento CHSV. Os dados mostraram diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) entre os genótipos Africanizada e Buckfast em todas as análises. A taxa de infestação em abelhas adultas ($p < 0,0001$) e pupas ($p = 0,00697$) foi significativamente maior nas abelhas europeias, enquanto o comportamento CHSV ($p = 0,010144$) e grooming ($p = 0,02533$) foram significativamente mais elevados nas abelhas africanizadas. As abelhas africanizadas demonstraram maior resistência ao ácaro *Varroa destructor* e apresentaram maiores taxas de comportamento de combate ao parasita, enquanto as colônias europeias mostraram baixa resistência, resultando em declínio das colônias até o final do experimento. A reintrodução das abelhas europeias no Brasil, sem estudos prévios sobre a sanidade das colônias nas diferentes regiões do país, pode representar um risco para a saúde apícola e para a apicultura. Assim, são necessários estudos específicos para cada região e a seleção de enxames resistentes e tolerantes ao ácaro.

Palavras-chave: Varroatose. *Apis mellifera*. Africanização. Sanidade das abelhas. CHSV.

CHAPTER II – RESISTANCE TO *Varroa destructor* IN AFRICANIZED AND EUROPEAN BEE COLONIES IN SEMIARID CONDITIONS

ABSTRACT

The defensive behavior of Africanized bees has caused discontent among Brazilian beekeepers due to the need for reinforced clothing and more careful management, which has led some producers to seek the reintroduction of European bees in Brazil, due to their lower defensiveness. The study of the reintroduction of European bees is essential to analyze the health of these colonies, and the objective of this research is to analyze the resistance of Africanized and European bees in the semiarid region of Brazil, in order to evaluate the viability of this practice. The experiment was carried out at the Rafael Fernandes Experimental Farm, belonging to the Federal Rural University of Semi-Arid (UFERSA), in Mossoró/RN, using 8 colonies of European Buckfast bees (EHB) and 10 colonies of Africanized bees (AHB), with 5 monthly collections. The rate of *Varroa destructor* infestation in pupae was determined by uncapping 100 cells per collection and counting the infested cells; the rate of infestation in adult bees was determined by counting mites in samples of approximately 300 bees per collection; the rate of hygienic behavior sensitive to *Varroa destructor* (CHSV) in 100 capped brood cells per collection; and grooming behavior was analyzed by the number of fallen mites and the percentage of damaged bees using a plate at the bottom of the hive. Variance tests (ANOVA) were performed to compare the data between the genotypes analyzed, and Tukey's tests were performed to evaluate the means of infestation rate in adult and brood bees, CHSV behavior, and grooming, adopting a significance level of 5%. Furthermore, the Boxplot test was used to relate the infestation rate data in adult and brood bees per collection, and a correlation matrix was used to examine the relationships between the climate data and CHSV behavior. The data showed statistically significant differences ($p < 0.05$) between the Africanized and Buckfast genotypes in all analyses. The infestation rate in adult bees ($p < 0.0001$) and pupae ($p = 0.00697$) was significantly higher in European bees, while CHSV behavior ($p = 0.010144$) and grooming ($p = 0.02533$) were significantly higher in Africanized bees. Africanized bees demonstrated greater resistance to the *V. destructor* mite and presented higher rates of combating behavior against the parasite, while European colonies showed low resistance, resulting in colony decline until the end of the experiment. The reintroduction of European bees into Brazil without prior studies on the health of colonies in different regions of the country may pose a risk to bee health and beekeeping. Therefore, specific studies are needed for each region and the selection of swarms that are resistant and tolerant to the mite.

Keywords: Varroatosis. *Apis mellifera*. Africanization. Bee health. VSH.

CAPITULO II – RESISTÊNCIA AO *Varroa destructor* EM COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS E EUROPEIAS EM CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS

1 INTRODUÇÃO

A morte misteriosa de colônias de abelhas *Apis mellifera* ao redor do mundo vem preocupando apicultores, produtores agrícolas e pesquisadores nos últimos anos, sendo chamado do Distúrbio do Colapso das Abelhas (CCD), sendo apontados muitas possíveis causas para a morte, mas não foi encontrada uma explicação clara e específica, sendo caracterizada por abelhas adultas abandonando suas colmeias, deixando as crias e reservas de alimento, presumindo que estão morrendo no campo antes de chegar às colmeias (vanEngelsdorp *et al.*, 2008; Stankus, 2008; Guzmán-Novoa *et al.*, 2010; Brodschneider *et al.*, 2018; Amaral; Carniatto, 2023).

O colapso das colônias de abelhas (*Colony Collapse Disorder* – CCD) é caracterizado pelo abandono repentino da colmeia por abelhas operárias adultas, resultando na permanência de crias operculadas, reservas de alimento e uma pequena quantidade de abelhas jovens remanescentes. Esse fenômeno tem sido amplamente estudado e associado a uma combinação de fatores estressores, incluindo infestações pelo ácaro *Varroa destructor*, infecções virais, exposição a agrotóxicos e deficiências nutricionais (Pires *et al.*, 2016). Além disso, pesquisas indicam que a disseminação de vírus, como o *Israeli Acute Paralysis Virus* (IAPV) e o *Deformed Wing Virus* (DWV), desempenha um papel crucial na mortalidade das colônias, frequentemente mediada pela infestação por *V. destructor*, que atua como vetor de patógenos (Cox-Foster *et al.*, 2007; Dainat *et al.*, 2012). Esses fatores combinados afetam o sistema imunológico das abelhas, tornando-as mais vulneráveis a infecções e aumentando a taxa de mortalidade.

No Brasil, apesar da ausência de registros formais confirmando o CCD em larga escala, há relatos de enfraquecimento de colônias associadas a múltiplos fatores, incluindo o manejo inadequado e o uso indiscriminado de pesticidas (Pires *et al.*, 2016; Teixeira *et al.*, 2013). Além disso, estudos sugerem que a maior resistência das abelhas africanizadas a parasitas e doenças pode explicar a menor incidência do CCD no país, em comparação com as populações de abelhas europeias nos Estados Unidos e Europa (Rosenkranz *et al.*, 2010; Strapazzon *et al.*, 2009).

No entanto, a necessidade de monitoramento sistemático e estudos epidemiológicos detalhados ainda se faz presente para compreender melhor as causas e impactos do fenômeno

no Brasil (Pires *et al.*, 2016). A implementação de programas de levantamento da sanidade apícola, aliada a pesquisas sobre os impactos da fragmentação de habitats e das práticas agrícolas, é essencial para mitigar o declínio das populações de abelhas e garantir a sustentabilidade da apicultura.

Muitos pesquisadores relacionam um conjunto de fatores responsáveis pelo colapso de morte das abelhas, como doenças, parasitas e dietas de fontes únicas, baixa resistência a doenças, condições meteorológicas e contato com pesticidas (Stankus, 2008; Guzmán-Novoa *et al.*, 2010; Kulhanek *et al.*, 2017). O ácaro *Varroa destructor* vem sendo citado como um dos principais fatores responsáveis pela morte em massa de abelhas (Guzmán-Novoa *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2023).

O *Varroa spp.* apresenta alto potencial de adaptabilidade a climas e regiões, assim como possui grande capacidade de manipular os seus hospedeiros, se dispersa com facilidade entre as colônias (Xie *et al.*, 2016) e rapidamente consegue desenvolver resistência a acaricidas e a produtos químicos usados para sua erradicação (Rinkevich, 2020). É um ectoparasita obrigatório, pois depende das abelhas como hospedeiro para completar seu ciclo de vida (Rosenkranz *et al.*, 2010; Castagnino *et al.*, 2016).

A *Varroatose* já está presente em todo o Brasil, mas como a apicultura Brasileira é desenvolvida, quase em sua totalidade com abelhas africanizadas, seus impactos ainda estão relativamente controlados, pois as abelhas africanizadas apresentam maior resistência natural a doenças e adotam comportamentos higiênicos eficazes, como a remoção de ácaros e a limpeza das colmeias, o que contribui para a manutenção da sanidade das colônias. Essa característica permite que as colônias de abelhas africanizadas convivam com *Varroa destructor* sem a necessidade de tratamentos químicos, tornando a apicultura brasileira menos dependente de acaricidas para o controle da infestação (Calderón *et al.*, 2010; Schafaschek *et al.*, 2016; Moreira *et al.*, 2017; Gehrke; Puker, 2020).

No Brasil, a criação racional de abelhas do gênero *Apis* se destaca como uma das atividades agropecuárias com maior potencial de gerar impactos sociais, econômicos e ecológicos. Isso é especialmente relevante em áreas onde prevalecem amplos ecossistemas e recursos naturais, bem como em propriedades de agricultura familiar que não utilizam agroquímicos nas plantações. Desenvolvida principalmente por pequenos produtores, essa atividade é frequentemente combinada com outras práticas pecuárias. Isso não apenas gera renda adicional através da venda de mel e seus subprodutos, mas também contribui significativamente para a polinização das plantações (Klosowski *et al.*, 2020).

O mel brasileiro é amplamente reconhecido por sua alta qualidade, sendo valorizado

tanto no mercado nacional quanto internacional, e esse reconhecimento se deve, em grande parte, ao fato de ser um produto livre de substâncias tóxicas, uma vez que a apicultura no Brasil utiliza abelhas africanizadas, que apresentam maior resistência natural a doenças e ao *V. destructor*, dispensando o uso de acaricidas e outros produtos químicos no manejo das colmeias. Além disso, a produção segue rigorosos padrões de Boas Práticas Apícolas (BPA), com certificação do produto e inspeção sanitária, garantindo a segurança alimentar e a rastreabilidade da produção (Klosowski *et al.*, 2020; Demier *et al.*, 2020).

Outro fator que contribui para a qualidade e a competitividade do mel brasileiro no mercado global é a extraordinária diversidade florística do país, com biomas distintos como a Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pantanal e Pampa, a flora brasileira oferece uma ampla variedade de néctares, resultando em méis com diferentes sabores, cores e aromas, conferindo ao mel um diferencial único, permitindo a produção de méis monoflorais, como os de aroeira (*Schinus terebinthifolius*), cipó-uva (*Serjania lethalis*) e assa-peixe (*Vernonia polyanthes*), bem como méis silvestres multiflorais, que capturam a complexidade da flora regional, gerando uma crescente demanda no mercado em países da Europa, Estados Unidos e Oriente Médio, atraídos não apenas pela qualidade, mas também pela certificação de origem e sustentabilidade do produto (Klosowski *et al.*, 2020; Demier *et al.*, 2020).

Todavia, a abelha africanizada é caracterizada pela sua alta defensividade, sendo um fator não apressiado por apicultores e produtores rurais devido à necessidade de indumentárias que evitem as ferroadas e riscos durante o manejo, levando-os a considerarem a reintrodução das abelhas europeias no Brasil. A reintrodução das abelhas europeias sem a realização de estudos preliminares quanto à resistência a doenças e agentes infecciosos pode se tornar um risco para a atividade e para as abelhas já adaptadas na região, assim como pode gerar resultados positivos que indiquem a adaptação e resistência das mesmas na região como um fator positivo.

O objetivo desta pesquisa foi realizar um estudo sobre a resistência de abelhas africanizadas e europeias a *V. destructor* em região semiárida do Brasil, como forma de avaliar a viabilidade da reintrodução das abelhas europeias no país a partir da resposta a esse parasita.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de desenvolvimento do experimento

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), na comunidade de Alagoinha, situado na zona rural de Mossoró/RN, com coordenadas geográfica de 5°03'37" de latitude sul, 37°23'50" de longitude oeste, e com cerca de 72 metros de altitude.

Figura 4. Mapa da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, destacando os apiários experimentais.



Fonte: Google Earth (2009).

A Fazenda Experimental, conforme dados de 2022 da estação meteorológica situada no local, possui a média de temperatura anual em cerca de 26,9° C, com máxima de 38,9°C e mínima de 17°C, com umidade relativa média de 78,6%, com máxima de 100% e mínima de 27,8%, e o acumulado de precipitação anual é de somente 599 mm, se encaixando, segundo a classificação climática de Köppen e interpretação de Carmo-Filho, Espínola -Sobrinho e Amorim (1987), em um clima tropical semiárido muito quente e seco, e a estação chuvosa transcorrendo na estação do verão.

Figura 5. Apiários experimentais da Fazenda Rafael Fernandes.



2.2 Desenvolvimento experimental

Foram utilizadas 18 colônias de *Apis mellifera* em colmeias padrão Langstroth, com cerca de 22 mil a 25 mil abelhas cada, divididas em dois tratamentos: 8 colônias de abelhas F1 Buckfast (EHB), instaladas no primeiro apiário experimental, e 10 colônias de abelhas africanizadas (AHB), instaladas no segundo apiário experimental, em delineamento inteiramente casualizado. As colônias foram separadas por genótipos em dois apiários experimentais semelhantes, com distância de 1km entre eles, com cobertura artificial, e com distância de cerca de 2 metros uma da outra. Essa distância entre apiários foi mantida para evitar que a defensividade das abelhas africanizadas ameaçasse o andamento do estudo com as abelhas europeias ou alterasse os dados devido a competitividade alimentar.

As abelhas buckfast são uma raça criada pelo monge Bother Adam no século XX, por meio da seleção de *Apis mellifera ligustica* que resistiu a epidemia de *Acarapis woodi*, onde em 1919 foi criada uma rainha B-1 que incorporava todas as qualidades desejáveis da subespécie e da antiga subespécie indígena em uma combinação ideal, surgindo então as abelhas Buckfast, desenvolvida com o objetivo de reunir resistência a doenças, mansidão, produtividade e adaptabilidade a diferentes condições climáticas (Adam, 1987; Olszewski, 2009). A partir destas características as abelhas foram escolhidas para este experimento, onde foram compradas rainhas F1 Buckfast de um produtor brasileiro da raça, a fim de estudar seu desenvolvimento no semiárido, visto que foi desenvolvida para se adaptar às condições climáticas do ambiente.

Inicialmente foram selecionados os 18 enxames de abelhas africanizadas do apiário da fazenda experimental para o experimento. Foi realizada uma produção de 10 abelhas rainhas africanizadas filhas de uma mesma matriz a fim de desconsiderar o efeito genético, e feita a orfanação dos enxames e troca das rainhas e aguardado 60 dias para troca total da genética. Para a formação das colônias de abelhas europeias, foram selecionados 8 enxames e feito também a orfanação e troca das rainhas filhas de uma mesma matriz Buckfast e esperados os 60 dias para troca total da genética, para então iniciar o experimento nos dois tratamentos igualmente.

Para avaliar os comportamentos higiênicos das colmeias, foram realizadas 5 repetições referentes a sanidade das abelhas adultas e crias, uma vez ao mês, entre os meses de março a julho de 2024. Durante o período de coleta de dados houve pouca produção natural de zangões nas colmeias, por isso o experimento foi realizado utilizando as abelhas operárias, pois por mais que os ácaros tenham preferência pelas crias de zangões, não teria disponibilidade dos mesmos, comprometendo o andamento do experimento.

2.2.1 Resposta comportamental das colônias

Para avaliar a resposta comportamental das colônias de abelhas europeias e africanizadas, foram coletados dados sobre a taxa de infestação do ácaro *Varroa destructor* em pupas e abelhas adultas, além da análise do comportamento higiênico sensível ao *Varroa destructor* (CHSV) e do comportamento de grooming. Essas informações permitem compreender a capacidade das colônias em detectar e remover ácaros das crias operculadas, bem como a eficiência das abelhas na eliminação dos parasitas aderidos ao seu corpo, fornecendo uma visão detalhada dos mecanismos naturais de defesa contra a Varroatose.

2.2.1.1 DETERMINAÇÃO DA TAXA DE INFESTAÇÃO POR *Varroa destructor* EM PUPAS

A taxa de infestação foi determinada utilizando um quadro de crias operculadas retirado da colônia e levado ao laboratório para análise. Foram desoperculadas 100 células contendo crias operculadas de operárias com 16 a 18 dias de idade, utilizando uma pinça. As células desoperculadas foram então analisadas com a ajuda de um otoscópio para verificar a presença do ácaro e fazer a contagem da sua quantidade (Figura 6).

A taxa de infestação (TI) em crias foi determinada por meio da seguinte fórmula:

$$TI = \left(\frac{\text{número de ácaros}}{\text{número de pupas}} \right) * 100$$

Figura 6. Prática de determinação da taxa de infestação por *Varroa destructor* em crias em quadro de colmeia com auxílio de uma pinça e um otoscópio.



Figura 7. Exemplar de uma pupa de abelha Buckfast recém retirada do alvéolo com ácaros adultos de *V. destructor*.



2.2.1.2 DETERMINAÇÃO DA TAXA DE INFESTAÇÃO DE *Varroa destructor* EM ABELHAS ADULTAS

A taxa foi determinada a partir da coleta de aproximadamente 300 abelhas adultas dos

favos de crias em cada colônia do experimento, a cada coleta, com o auxílio de uma esponja e potes plásticos identificados, contendo 250 mL de álcool a 70° INPM, conforme o método descrito por De Jong *et al.* (1982).

As amostras foram levadas ao laboratório para análise, onde o conteúdo de cada frasco foi adicionado sob uma peneira em um recipiente grande branco com água e lavado com agitação manual a fim de que os ácaros se desprendessem das abelhas. Após agitado, o conteúdo foi separado e feita a contagem ácaros que ficaram no fundo do recipiente, para facilitar a contagem destes. Além disso, levou-se em consideração a necessidade de realizar lavagens adicionais, caso algum ácaro fosse detectado após a filtragem.

A taxa de infestação (TI) em abelhas adultas foi determinada pela fórmula a seguir:

$$TI = \left(\frac{\text{Número de ácaros}}{\text{Número de abelhas}} \right) * 100$$

Figura 8. Coleta de abelhas adultas de quadros de cria com auxílio de uma esponja e pote com álcool a 70° INPM para análise de taxa de infestação de *V. destructor*.



Figura 9. Bancada onde foi executada a contagem de ácaros *V. destructor* em amostras de abelhas Africanizadas e Buckfast, evidenciando as amostras vindas do campo, o recipiente branco, a peneira e as abelhas após lavagem.



Figura 10. Ácaros de *V. destructor* retirados de uma amostra do experimento.



2.2.1.3 Determinação do comportamento higiênico sensível a *Varroa destructor* (CHSV)

A taxa do comportamento higiênico sensível a *V. destructor* (CHSV) foi determinada seguindo a metodologia descrita por Fernhout (2015) e Harbo (2016). A metodologia de determinação do CHSV foi realizada por meio destas etapas: desopercular e remover, com o

auxílio de uma pinça, 100 crias de abelhas operárias com idade entre 16 e 18 dias e, em seguida, utilizar um otoscópio como auxílio para examinar a pupa e a célula buscando por a) células com ácaro fêmea fundadora com progênie; e b) célula com ácaro fêmea fundadora sem progênie.

As células que apresentaram ácaro fêmea fundadora sem progênie foram representadas por 33, 50 ou 100% das células infestadas, onde a colônia foi classificada como 50, 75 ou 100% da característica CHSV, respectivamente, e de acordo com a Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Modelo de estimativa de comportamento higiênico sensível a *V. destructor* calculados a partir do percentual de ácaro fêmea fundadora sem progênie encontradas.

Ácaro fêmea fundadora sem progênie (%)	CHSV (%)
100	100
67	87,5
50	75
33	50
25	25
20	0

Fonte: Adaptado de Silva (2021).

Figura 11. Quadro de cria durante a análise do comportamento higiênico sensível a *Varroa* evidenciando os opérculos retirados e a quantidade de ácaros espalhados entre as pupas.



Figura 12. Pré-pupa recém retirada do opérculo com ácaros *V. destructor* em seu corpo.



As Figuras 11 e 12 destacam o momento de desocuperculação dos alvéolos para retirada das crias e contagem dos ácaros, evidenciando na Figura 11 uma cria parcialmente removida e os alvéolos desocupados com crias com menos de 15 dias, não analisadas no experimento, mas evidenciando a quantidade de ácaros no quadro de cria. A Figura 12 mostra detalhadamente uma dessas crias de poucos dias com oito ácaros adultos em seu corpo.

2.2.1.4 Determinação do grooming

A determinação do comportamento de grooming se deu por meio da contagem de ácaros em placas instaladas no fundo das colmeias e análise do percentual destes ácaros que foram danificados pelas abelhas. As placas foram produzidas utilizando plástico Policloreto de Vinila (PVC) e adesivado com plástico vinílico utilizando um modelo enumerado de 1 a 84, formando quadrados de 5x5cm para facilitar a contagem e retirada dos ácaros e cobrir todo o fundo da colmeia. A metodologia de contagem de ácaros em grooming geralmente é realizada com placa coberta por uma tela para que os ácaros caiam e não consigam mais subir, mas não houve recurso financeiro suficiente para adquirir esse material, sendo então escolhido o alternativo de placa com vaselina sólida para que os ácaros caiam no fundo da caixa e não consigam subir novamente nas abelhas ou favos, e que as abelhas consigam se movimentar sem causar danos no corpo. Em cada placa foi aplicada uma camada de vaselina sólida neutra, para que os ácaros ficassem em seus locais de queda quando descartados pelas abelhas, e levadas ao apiário, onde

foram instaladas no fundo de cada colmeia.

Figura 13. Placa de PVC adesivado com aplicação de vaselina sólida utilizada no experimento após a coleta.



Figura 14. Instalação das placas com vaselina sólida no fundo das colmeias.



As placas foram instaladas no fundo das colmeias uma vez por mês, permanecendo por 24 horas. Após esse período, as placas foram retiradas e levadas ao laboratório, onde os ácaros foram contados. Em seguida, determinou-se o grau de grooming da colônia, que foi medido pela proporção de abelhas que realizavam esse comportamento em relação ao total de abelhas

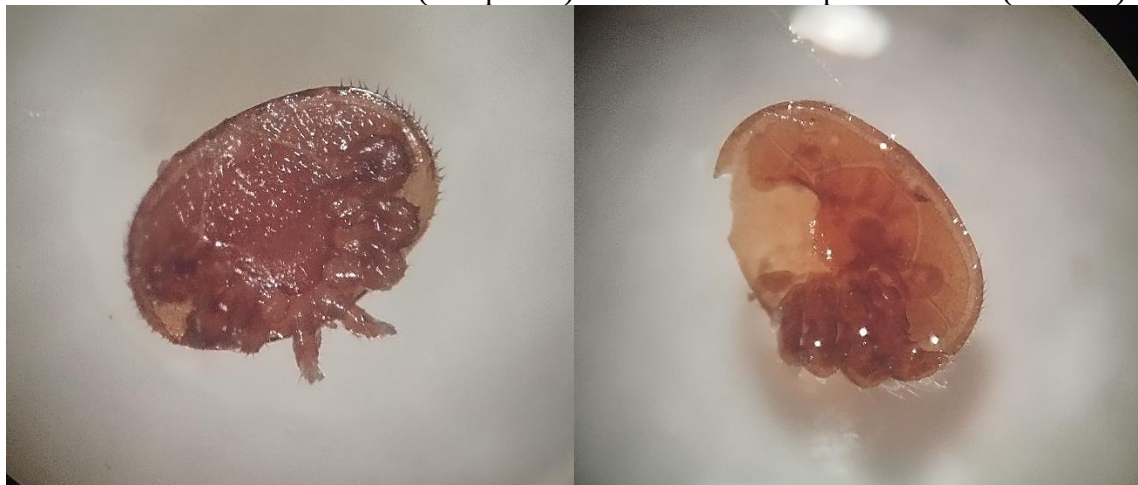
observadas. Esse indicador permite quantificar a eficácia do grooming na colônia. A análise da eficácia do grooming foi realizada por meio do cálculo da porcentagem de ácaros mortos em relação ao número total de ácaros encontrados nas placas, fornecendo assim uma medida da capacidade das abelhas em remover e danificar os ácaros *Varroa destructor*. A fórmula para avaliar a Eficiência de grooming (EG) é:

$$EG = \frac{N^{\circ} \text{ ácaros mortos}}{N^{\circ} \text{ total de ácaros}} \times 100$$

Figura 15. Contagem dos ácaros *V. destructor* por placa e depositados em recipientes identificados.



Figura 16. Visão microscópica de ácaros *V. destructor* colectados pela análise de grooming evidenciando um ácaro inteiro (à esquerda) e outro danificado pelas abelhas (à direita).



2.2.1.5 Determinação das variáveis ambientais

As variáveis ambientais consideradas incluíram a temperatura do ar (°C), a umidade relativa do ar (%) e a precipitação pluviométrica (mm). Esses dados foram obtidos da Estação Meteorológica Automática (EMA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada a aproximadamente 17 km do local de execução do estudo. A estação coletava dados a cada minuto, e os resultados foram calculados como a média da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, além do acumulado de chuvas nos 30 dias anteriores a cada coleta

2.3 Análise estatística

A análise estatística foi conduzida da seguinte maneira: os conjuntos de dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para avaliar as diferenças entre os genótipos analisados. As médias referentes aos genótipos nas análises de taxa de infestação em abelhas adultas e crias, comportamento CHSV e grooming, relacionados com as épocas de coleta foram comparadas por meio do teste de Tukey, adotando-se um nível de significância de 5% de probabilidade. Para relacionar os dados de taxa de infestação em abelhas adultas e crias por coletas, foi aplicado o teste de Boxplot. Além disso, foi realizada uma matriz de correlação de Spearman para examinar as relações entre os dados climáticos com o CHSV. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software RStudio®.

3 RESULTADOS

3.1 TAXA DE INFESTAÇÃO POR *Varroa destructor* EM ABELHAS ADULTAS

A infestação por *V. destructor* nas abelhas africanizadas variou de 0,88% a 2,42%. Esses valores indicam uma taxa de infestação relativamente baixa, com uma diferença estreita entre os valores mínimo e máximo. Isso sugere que, no geral, as abelhas africanizadas mantiveram a infestação controlada ao longo do período analisado.

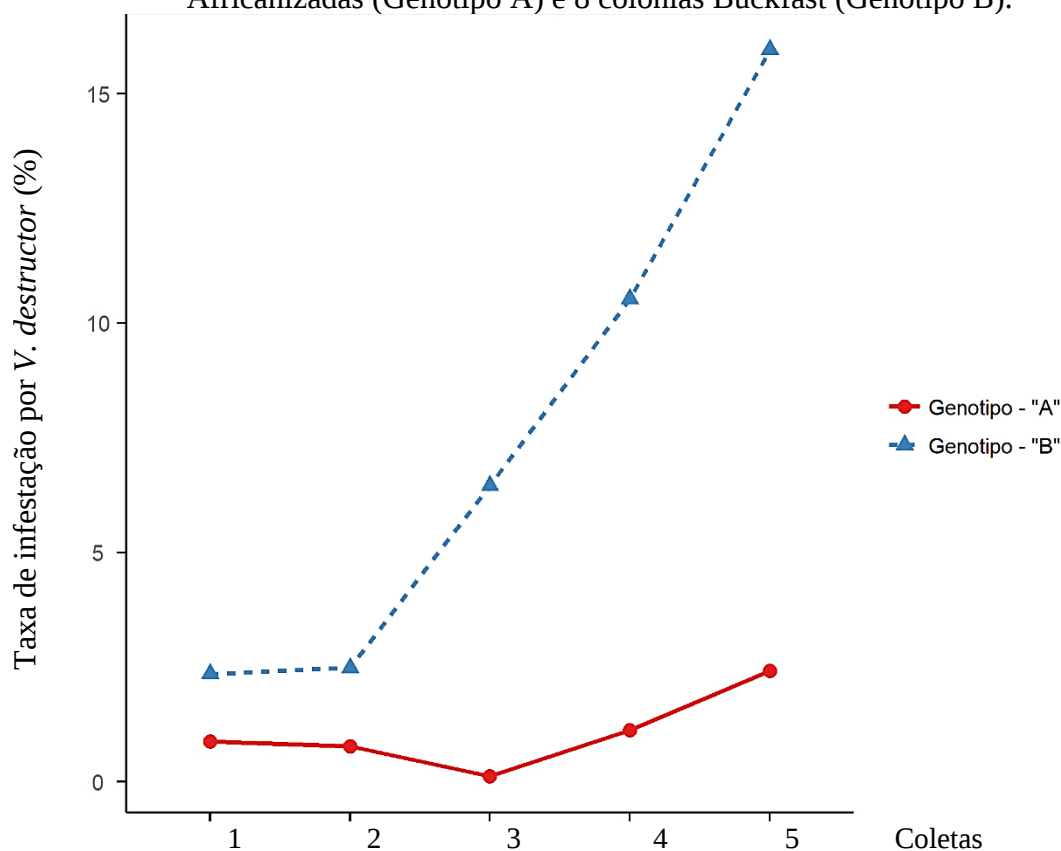
As abelhas Buckfast apresentaram uma taxa de infestação significativamente maior, com valores variando de 2,35% a 15,96%. Esse intervalo é mais amplo e indica uma variação considerável nas taxas de infestação, com uma média mais alta em comparação às abelhas africanizadas. Além disso, o crescimento progressivo da infestação ao longo dos meses de coleta sugere que as abelhas Buckfast podem ser mais suscetíveis à infestação por *Varroa destructor* ou que as condições ambientais e de manejo favoráveis à infestação estavam mais presentes para essa linhagem.

Tabela 2. Médias das taxas de infestação do *V. destructor* em abelhas adultas, sendo amostras coletadas de 10 colônias de abelhas africanizadas e 8 colônias de abelhas Buckfast, com coletas mensais de março a julho de 2024.

Coleta	Genótipos			
	Africanizada		Buckfast	
	Média (%)	Valor máximo (%)	Média (%)	Valor máximo (%)
1 – Março	0,88	3,92	2,35	5,16
2 – Abril	0,77	3,13	2,48	11,94
3 – Maio	0,12	0,73	6,45	14,40
4 – Junho	1,13	2,20	10,53	17,99
5 – Julho	2,42	8,11	15,96	32,24

A Figura 17 ilustra os dados de forma a facilitar a compreensão da variação das médias entre os genótipos. É possível observar graficamente um leve crescimento na taxa de infestação pelo ácaro nas abelhas Africanizadas (genótipo A), enquanto nas abelhas Buckfast (genótipo B) a taxa de infestação aumentou rapidamente. Estatisticamente, os dados apresentaram diferenças significativas ($p < 0,0001$) entre os genótipos, evidenciando a variação observada nos resultados obtidos.

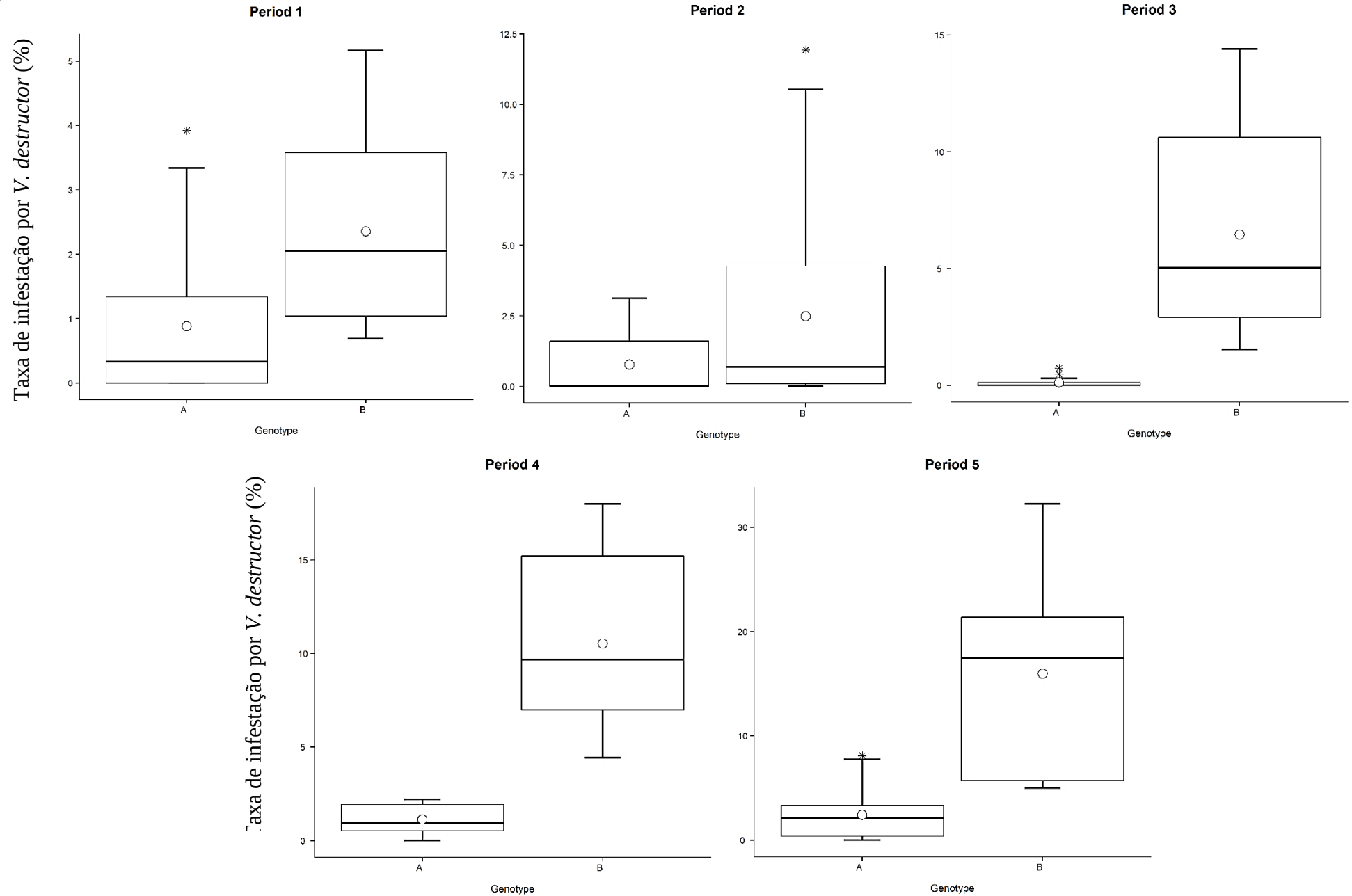
Figura 17. Taxa de infestação por *V. destructor* em abelhas adultas de 10 colônias Africanizadas (Genótipo A) e 8 colônias Buckfast (Genótipo B).



Ao analisar os dados de taxa de infestação pelo ácaro em abelhas adultas por genótipo e por coleta, obteve-se os seguintes gráficos de Boxplot (Figura 18). É importante observar, nos gráficos por coleta (Figura 18), a diferença na escala aumentando gradativamente, onde ambos os genótipos apresentaram valores nulos para taxa de infestação por *V. destructor* em abelhas adultas, enquanto que os valores máximos foram de 8,11% nas abelhas africanizadas (genótipo A) na colmeia 4, e de 32,24% nas abelhas Buckfast (genótipo B) na colmeia 5, ambas na quinta coleta do experimento.

Nas cinco coletas, a taxa de infestação (Figura 18) mínima em abelhas adultas africanizadas foi de 0%, e a máxima variou, sendo na primeira coleta de 3,92%, na segunda coleta diminuiu para 3,13% e para ,73% na terceira coleta, e partir daí começou a aumentar a quantidade de ácaros, subindo para 2,20% na quarta coleta e 8,11% na quinta coleta, mas ainda apresentando valores baixos. Nas abelhas adultas europeias, as taxas de infestação foram mais altas, variando de 0,69 a 5,16% na primeira coleta, aumentando para 0 a 11,94% na segunda coleta, de 1,53 a 14,40% na terceira coleta e 4,43 a 17,99% na quarta, aumentando ainda para 5,00 a 32,24% na quinta coleta, onde os enxames definharam ao ponto de não ser mais possível realizar mais coletas do experimento.

Figura 18. Análise Boxplot por coleta da taxa de infestação por *V. destructor* em 10 colônias Africanizadas (Genótipo A) e 8 colônias Buckfast (Genótipo B).



3.2 TAXA DE INFESTAÇÃO POR *Varroa destructor* EM PUPAS

O estudo da taxa de infestação por *V. destructor* em pupas de abelhas operárias mostra um valor inicial médio de 9,17% na primeira coleta e um crescimento para 11% até a quinta coleta nas abelhas Africanizadas, ao contrário do ocorrido com as crias das abelhas Buckfast, que houve uma queda de 29,4% na primeira coleta para 19,8% de taxa de infestação na quinta coleta, conforme mostrado na Tabela 3 e Figura 19.

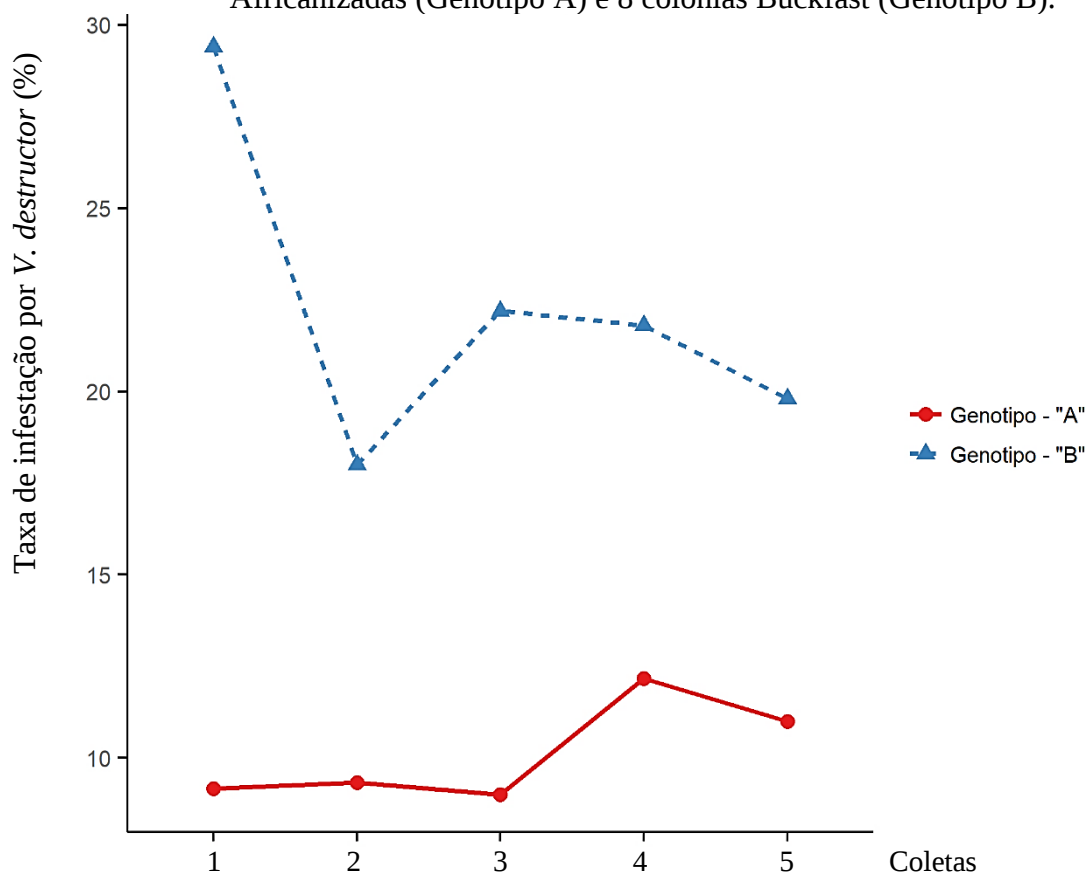
Tabela 3. Médias da taxa de infestação por *V. destructor* em pupas de abelhas operárias, sendo amostras coletadas de 10 colônias de abelhas africanizadas e 8 colônias de abelhas Buckfast, com coletas mensais de março a julho de 2024.

Coleta	Genótipo			
	Africanizada		Buckfast	
	Média (%)	Valor máximo (%)	Média (%)	Valor máximo (%)
1 – Março	9,17	22	29,4	50
2 – Abril	9,33	22	18	42
3 – Maio	9	21	22,2	56
4 – Junho	12,17	29	21,8	47
5 – Julho	11	19	19,8	41

Nenhuma das colônias analisadas apresentou valor nulo de taxa de infestação por *V. destructor* em crias, mas ambas apresentaram valores mínimos de 1% de taxa de infestação, enquanto que os valores máximos chegaram a 29% nas abelhas africanizadas e 56% nas abelhas Buckfast, mostrando a clara distinção entre as mesmas. Estatisticamente, os dados relacionados de genótipo apresentaram diferenças significativas ($p=0.006975112$), destacando a distinção de resposta ao acaro dos dois genótipos, enquanto que quando se relaciona os dados de genótipo com a época de coleta, não foram encontradas diferenças estatísticas ($p=0.918462173$).

Na Figura 19 é possível visualizar o aumento dos valores médios da taxa de infestação por *V. destructor* nas abelhas Africanizadas, assim como a queda nas médias das abelhas Buckfast, mas ainda com valores elevados.

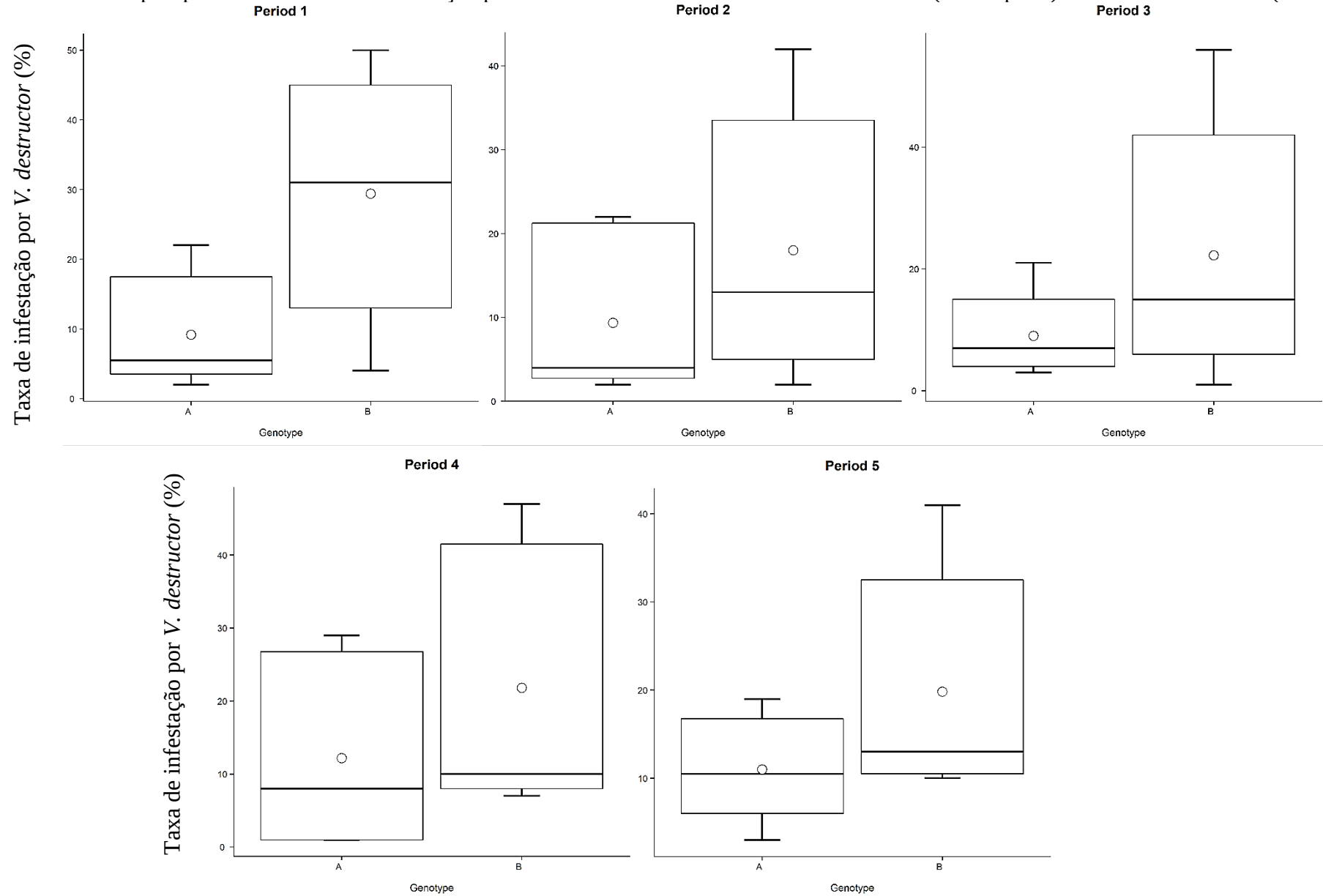
Figura 19. Taxa de infestação por *V. destructor* em crias de abelhas de 10 colônias Africanizadas (Genótipo A) e 8 colônias Buckfast (Genótipo B).



Ao considerar os valores da taxa de infestação por genótipos em cada coleta na análise de Boxplot (Figura 20), podemos observar que as abelhas Buckfast sempre apresentaram valores mais elevados em todas as coletas comparando com as abelhas Africanizadas, mesmo apresentando uma queda desde a primeira coleta, onde em nenhum momento as abelhas Buckfast apresentaram valores mais baixos que as abelhas Africanizadas.

A taxa de infestação de *V. destructor* em crias (Figura 20), nas abelhas africanizadas, variou de 2 a 22% nas primeira e segunda coletas, de 3 a 21% na terceira coleta e foi aumentando para 1 a 29% na quarta coleta, mas reduziu na quinta coleta para 3 a 19%. Já nas abelhas europeias, a variação da taxa de infestação de crias pouco variou entre as coletas, mas apresentou altas taxas, sendo uma variação de 4 a 40% na primeira coleta, aumentou de 2 a 42% na segunda coleta e para 1 a 56% na terceira coleta, mas começou a reduzir para 7 a 47% na quarta coleta e para 10 a 41% na quinta coleta. A maior taxa de infestação das abelhas africanizadas (29%) ainda é mais baixa que a menor taxa do intervalo máximo de dados das abelhas europeias (40%).

Figura 20. Análise Boxplot por coleta da taxa de infestação por *V. destructor* em 10 colônias Africanizadas (Genótipo A) e 8 colônias Buckfast (Genótipo B).



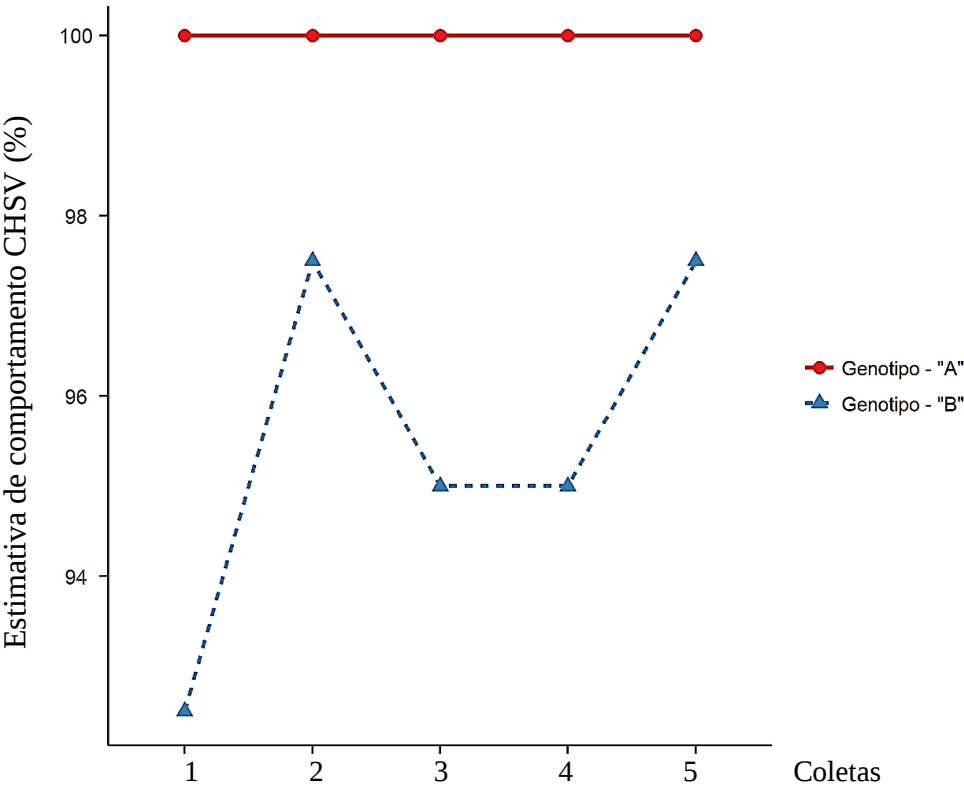
3.3 CHSV

Ao analisar os dados do comportamento higiênico sensível a *Varroa* (CHSV) observa-se que, independente da época de coleta dos dados, o genótipo Africanizado apresentou 100% de estimativa de comportamento CHSV, enquanto que o genótipo Buckfast apresentou variação de 92,5 % a 97,5%, conforme demonstrado na Tabela 4 e Figura 21.

Tabela 4. Estimativa de comportamento higiênico sensível a *Varroa* com amostras coletadas de 10 colônias de abelhas africanizadas e 8 colônias de abelhas Buckfast, com coletas mensais de março a julho de 2024.

Coleta	Estimativa de comportamento CHSV (%)	
	Africanizada	Buckfast
1 – Março	100	92,5
2 – Abril	100	97,5
3 – Maio	100	95
4 – Junho	100	95
5 – Julho	100	97,5

Figura 21. Estimativa do comportamento higiênico sensível a *Varroa* em 10 colônias Africanizadas (Genótipo A) e 8 colônias Buckfast (Genótipo B).



Os dados estatísticos de abelhas Africanizadas e Buckfast são significativamente diferentes ($p=0.0023$),. Em dados brutos, as abelhas africanizadas apresentaram, em todas as coletas, 100% das células analisadas sem presença do ácaro *Varroa*, enquanto que as abelhas Buckfast apresentaram uma variação de 75% a 100%, justificando a diferença significativa.

Ao relacionar os dados de taxa de infestação por *V. destructor* em abelhas operárias adultas com o comportamento de CHSV, é possível observar que os resultados não são significativamente diferentes ($p=0.010144139$), mas ao relacionar o CHSV com a taxa de infestação por *V. destructor* em crias, os resultados são diferentes estatisticamente ($p=3,065^{-6}$), mostrando assim que há uma relação entre esses fatores, mesmo que as metodologias sejam realizadas nos alveolos das crias das abelhas.

3.4 COMPORTAMENTO DE GROOMING

Os valores médios da taxa da análise do comportamento de grooming em abelhas Africanizadas e Buckfast estão detalhados na Tabela 5. É possível observar que a quantidade de ácaros encontrados no genótipo Buckfast foi sempre superior ao genótipo africanizado a partir da segunda coleta (abril), entretanto, o contrário foi observado em relação ao número de ácaros danificados pelas abelhas, tendo as abelhas africanizadas danificado um maior percentual de ácaros. Pode-se ainda observar que o valor máximo de ácaros encontrados em abelhas africanizadas foi de 11 ácaros (coleta 1), enquanto que no genótipo buckfast foi de 85 ácaros.

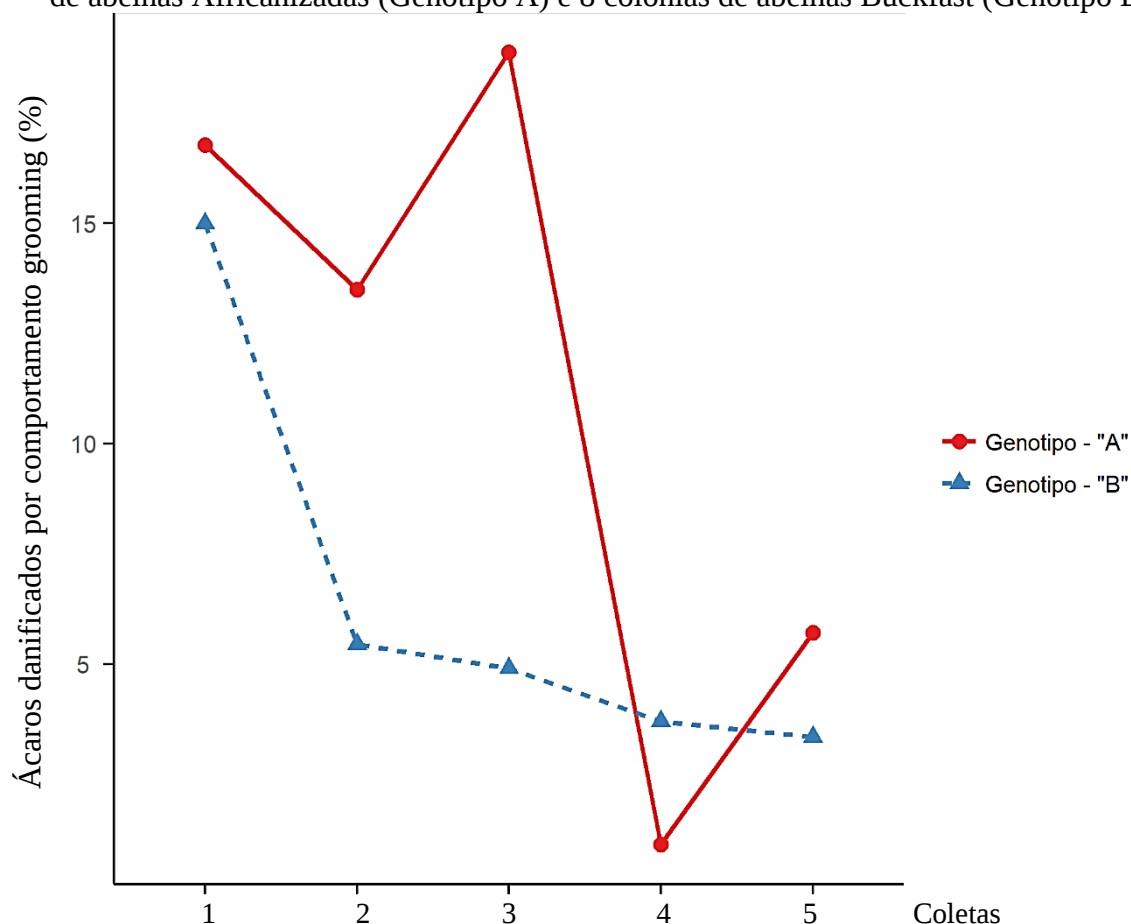
Tabela 5. Valores médios de quantidade de ácaros coletados por época e percentual destes ácaros danificados em 10 olônias de abelhas africanizadas e 8 colônias de abelhas Buckfast, com coletas mensais de março a julho de 2024.

Coleta	Genótipo			
	Africanizada		Buckfast	
	Total de ácaros	% danificados	Total de ácaros	% danificados
1 – Março	11	16.77	7	14.99
2 – Abril	4	13.49	4	5.45
3 – Maio	8	18.88	27	4.90
4 – Junho	18	0,91	36	4,73
5 – Julho	7	5.71	85	3,70

Ao relacionar estatisticamente os números de ácaros caídos no fundo da colmeia com o percentual destes que foram danificados, os dados obtidos são significativamente diferentes

($p=0,02533$). Os dados de percentual de ácaros danificados estão melhor expostos na Figura 22.

Figura 22. Percentual de ácaros danificados pelo comportamento de grooming em 10 colônias de abelhas Africanizadas (Genótipo A) e 8 colônias de abelhas Buckfast (Genótipo B).



É possível observar uma queda no percentual de ácaros danificados nas abelhas do genótipo Buckfast, enquanto que nas abelhas do genótipo Africanizado, os valores não seguem uma linha progressiva, demonstrando uma possível tentativa de resistência destas abelhas aos ácaros. Com excessão da coleta 4, as abelhas Africanizadas apresentaram maiores taxas percentuais de danos causados nos ácaros, que é a coleta em que elas apresentaram a maior média de ácaros totais coletados, enquanto que as abelhas Buckfast tem um elevado percentual de ácaros danificados na primeira coleta, mas uma queda progressiva nas coletas seguintes.

As abelhas Buckfast apresentaram uma redução na quantidade de ácaros danificados e um aumento na quantidade de ácaros caídos no fundo da colmeia de acordo com o crescimento da taxa de infestação, mostrando que o grooming está sendo realizado pelas abelhas, mesmo não gerando tanto dano aos ácaros. A remoção do ácaro do corpo das abelhas sem gerar danos pode acarretar em o ácaro voltar a hospedar tanto as abelhas adultas quanto as crias, enquanto

que os ácaros danificados não apresentam condições em subir novamente e gerar prejuízos, podendo afetar assim a taxa de infestação pelo ácaro tanto nas crias como nas abelhas adultas, ainda que o comportamento de CHSV tenha sido expressivo no genótipo.

Ao relacionar a taxa de infestação por *V. destructor* em abelhas adultas com o número de ácaros no fundo da colmeia, os resultados apresentam diferenças estatisticamente significativas ($p=0,0001649$), mas ao relacionar a taxa de infestação com o percentual de ácaros danificados no fundo da colmeia os dados não são estatisticamente diferentes ($p=0,534230566$), podendo analisar que quanto maior a taxa de infestação na colmeia, maior a quantidade de ácaros caídos no fundo da colmeia, mas não que a taxa de infestação esteja relacionada com a quantidade de ácaros danificados pelas abelhas.

3.5 DADOS CLIMÁTICOS

Os dados climáticos obtidos da estação meteorológica mostram que houve pouca variação de temperatura entre as coletas, mas que houve variação quanto à umidade relativa do ar e do acumulado de chuvas.

Tabela 6. Dados climáticos da Estação Meteorológica, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido em Mossoró/RN, evidenciando os dados de Temperatura do ar (°C), Umidade relativa do ar (%) e Acumulado de chuvas (mm) entre os meses de março a julho de 2024.

Coleta	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)			Acumulado de chuvas (mm)
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	
1 – Março	27.54	28.12	26.98	80.10	82.94	77.04	287.78
2 – Abril	27.38	27.93	26.85	81.26	84.07	78.21	124.21
3 – Maio	27.65	28.28	27.03	74.84	78.12	71.32	38.36
4 – Junho	26.68	27.34	26.05	73.38	76.80	69.87	81.28
5 – Julho	26.98	27.75	26.26	61.64	64.74	58.41	4.06

Ao relacionar os dados de CHSV com temperatura do ar, umidade relativa do ar e acumulado de chuvas, não foram encontrados dados estatisticamente significativos (temperatura: $p=0,398165727$; umidade: $p=0,59028193$; acumulado de chuvas: $p=0,615117508$). Dessa forma, compreende-se que os fatores climáticos não influenciaram no comportamento de CHSV pelas abelhas, podendo este comportamento estar relacionado somente com os fatores internos da colmeia.

4 DISCUSSÃO

Alves *et al.* (1978) realizaram o primeiro estudo identificando o *Varroa* no Brasil, já alertando para o potencial de disseminação do ácaro no território nacional. Gonçalves (1986) realizaram um estudo sobre a infestação do *Varroa* em abelhas africanizadas, onde obtiveram dados de taxa de 2 a 3% em crias, sugerindo que a abelha africanizada apresenta maior resistência ao ácaro.

O fato de a infestação nas abelhas Buckfast ter mostrado um aumento progressivo ao longo dos meses de coleta pode indicar que a pressão de infestação por *Varroa* aumentou com o tempo. Isso pode ser devido a uma combinação de fatores, como a presença constante de ácaros nas colônias, falta de controle efetivo da população de ácaros, ou até mesmo características biológicas da linhagem Buckfast que podem tornar as abelhas mais vulneráveis ao aumento da infestação.

Silva *et al.* (2021) realizaram um estudo sobre taxa de infestação em abelhas dultas africanizadas no Brasil, em região semelhante à desenvolvida neste estudo. Os autores selecionaram 37 colmeias divididas em grupos higiênicos e não higiênicos, com análises da taxa de infestação por *V. destructor* durante um ano, obtendo somente um dado acima de 10% de infestação e sem perdas de colônias pelo ácaro, chegando à conclusão de que não há necessidade de aplicar acaricidas para controle do parasita na região.

Silva *et al.* (2023) relatam dados de taxas de infestação em abelhas africanizadas adultas de 3,25% e de 11,19% em crias no município de São Francisco/PB, e no município de Aparecida/PB, os dados foram de 1,47% para *Varroa* em abelhas adultas e de 7,86% em crias, valores mais baixos que nesta pesquisa, mas ainda apresentando a presença do ácaro nas crias e nas abelhas adultas em 100% das colônias analisadas. Turcatto *et al.* (2012) obtiveram dados de taxa de infestação em abelhas africanizadas em crias de até 8% nas crias de suas colônias no período do inverno em São Paulo, mas que se recuperaram da *Varroa* no verão.

Arboitte *et al.* (2021) realizaram um estudo analisando diferentes métodos para avaliar a taxa de infestação em abelhas africanizadas adultas, e no método convencional, semelhante ao desenvolvido nesta pesquisa, encontrou dados de infestação média das colônias de 4,69% e valores máximos de 28,57% em Santa Rosa do Sul/SC, alertando para a disseminação e potencial destrutivo do ácaro nos enxames. Da mesma forma, o estudo desenvolvido por Gehrke e Puker (2020) na Amazônia brasileira mostra dados de 6,2% de taxa de infestação em abelhas adultas, apontando para o crescimento desse percentual ao longo dos meses de pesquisa e alertando para a continuidade do monitoramento da taxa de infestação e selecionar os enxames

mais resistentes à *Varroa*ose.

Segundo Araneda *et al.* (2008), ao desenvolver um estudo com abelhas europeias no Chile, os dados de taxa de infestação por *V. destructor* em crias foram de 7% enquanto que em abelhas adultas foi de 4,5%. Grosso *et al.* (2012) discorrem que 45% das colônias analisadas em seu experimento com abelhas europeias na Colombia coexistem com o ácaro em proporções baixas, e que 48% apresentam taxas de infestação significativas, demonstrando a preocupação com o crescimento da taxa de infestação nas colônias e do potencial destrutivo do ácaro.

Tsuruda *et al.* (2012) discorrem que um dos mais importantes comportamentos no controle do *V. destructor* em colônias de *A. mellifera* é o CHSV, pois as abelhas conseguem identificar os ácaros dentro dos alvéolos das crias ainda operculadas e removê-los, controlando assim o crescimento da população das colmeias.

Panziera *et al.* (2017) ao avaliar o CHSV em abelhas Buckfast na Holanda, utilizando o método de infestar células com ácaros em quadro de cria, obteve um dado de 29,07% dos alvéolos infectados sendo limpos pelas abelhas, sendo apontado como uma forma de selecionar colônias resistentes ao ácaro. Harris *et al.* (2010) afirmam a importância do comportamento de CHSV na seleção de abelhas resistentes ao *V. destructor*, e ao realizar um estudo sobre esse comportamento com abelhas europeias, identificaram que estas iniciam o processo de limpeza dos alvéolos infectados desde as primeiras horas após inserir ácaros nos alvéolos de um quadro de cria e fornecer para as abelhas adultas, ocorrendo um pico de manipulação entre as 30 a 42h, com 82% das células infectadas sendo limpas pelas abelhas.

Danka *et al.* (2011) ao realizarem um estudo sobre a expressão do CHSV, em seis variedades de abelhas citadas apenas como abelhas comerciais CHSV, outras “fornecidas pela Glenn Apiaries” e colônias selecionadas para CHSV dos apiários da própria instituição, apresentaram dados onde as raças comerciais selecionadas para expressar o comportamento de CHSV realizaram a limpeza de 76% das células infestadas por ácaros, enquanto que as colônias sem seleção e consideradas susceptíveis ao ácaro realizaram a limpeza de somente 7% das células infestadas. Os autores discorrem que as colônias selecionadas para o comportamento de CHSV fornecem mais resistência ao ácaro e estas permanecem úteis para a apicultura, sendo uma importante ferramenta no uso ao combate ao *V. destructor*. Hamiduzzaman *et al.* (2017) também afirmam a seleção de abelhas com comportamento higienico sensível a *Varroa* como uma forma de combate e resistência ao parasita, visto que as abelhas desoperculam as células contaminadas e interrompem o ciclo reprodutivo do ácaro. O estudo do CHSV em abelhas africanizadas no presente estudo mostra como estas abelhas conseguem limpar as células naturalmente infestadas pelo ácaro de forma eficiente, sendo este comportamento apreciado na

seleção de enxames higiênicos para multiplicação dos mesmos e na produção de futuras rainhas com esta genética.

As abelhas europeias analisadas neste experimento, apesar de expressarem seu comportamento CHSV de 92,5 a 97,5%, apresentaram taxa de infestação pelo ácaro em pupas mais elevada quando comparadas com as abelhas africanizadas, pois a média da taxa de infestação nas africanizadas variou de 19 a 29%, enquanto que nas abelhas europeias variou de 41 a 56%. O comportamento de CHSV pode ser aliado à outros fatores na resistência ao *V. destructor*, como o grooming e a taxa de infestação em abelhas adultas e crias, permitindo selecionar aquelas que, no mesmo ambiente, conseguem tolerar e combater o ácaro, enquanto outras colônias não conseguem realizar esses comportamentos e podem estar fadadas ao enfraquecimento e morte.

Foi observada uma variação na média da quantidade de ácaros nas colmeias de abelhas Buckfast por meio da análise do comportamento de grooming. A análise indicou que, quanto maior o número de ácaros coletados, menor foi o percentual de ácaros danificados. Isso sugere que, com maior infestação, as abelhas se dedicam mais à remoção dos ácaros da colônia, enquanto, com menor número de ácaros, elas acabam danificando mais os mesmos. No caso das abelhas Africanizadas, a taxa de infestação pelo ácaro variou ao longo das coletas, assim como o percentual de ácaros danificados. No entanto, não foi possível estabelecer uma relação clara entre o aumento ou diminuição da taxa de infestação e o percentual de ácaros danificados. Isso indica que essas abelhas possuem maior resistência, conseguindo manter um comportamento de limpeza eficiente e gerando danos ao parasita de forma constante.

Invernizzi *et al.* (2015), ao realizarem um estudo sobre o comportamento de grooming em abelhas africanizadas e italianas (*A. m. ligustica*), discorrem que os genótipos analisados removem significativamente a mesma quantidade de ácaros de seus corpos, mas que as abelhas africanizadas apresentam uma maior proporção dos ácaros feridos, apresentando assim maior resistência. Boecking e Ritter, em 1993, já vinham estudando sobre o comportamento de grooming como uma forma de limpeza das colônias na Tunísia com as abelhas africanas *A. m. intermissa*, onde as abelhas removeram até 75% das células infestadas pelos ácaros, e sendo esse comportamento considerado como um mecanismo ativo de resistência ao *Varroa destructor*.

As abelhas europeias analisadas neste experimento demonstraram as menores taxas de comportamento CHSV e grooming, e as maiores taxas de infestação dos ácaros em abelhas adultas e em crias, levando à preocupação quanto a sanidade destas abelhas em condições semiáridas por não conseguirem se adaptar ou resistir ao ácaro nestas condições. Até o fim do

experimento, todas as colônias de abelhas europeias definharam e precisaram ser transferidas para núcleos com cinco quadros, pois os enxames reduziram consideravelmente a quantidade de abelhas e poderiam tentar sobreviver num espaço menor para termorregular e se proteger de agentes internos e externos, não sendo mais possível realizar estudos comparando com as abelhas africanizadas nas mesmas condições.

A abelha africanizada, por já estar adaptada ao semiárido conseguiu desenvolver uma maior tolerância e resistência ao parasita, mas que os valores encontrados apontam também para uma preocupação de estes valores estarem cada vez maiores nos estudos. A reintrodução da abelha europeia não adaptada às condições semiáridas pode levar à disseminação ainda maior do ácaro dentro de suas colônias e nas abelhas africanizadas, sendo um potencial risco para a apicultura nacional por apresentar um perigo sanitário à atividade apícola.

5 CONCLUSÃO

O estudo de colônias de abelhas africanizadas e europeias, em uma região semiárida, revelou importantes diferenças no comportamento de resposta a esses parasitas. Em relação ao ácaro *Varroa destructor*, observou-se que as abelhas africanizadas apresentaram maior capacidade de controle da infestação, com taxas de infestação menores em crias e em abelhas adultas, o que está diretamente associado à expressão do comportamento higiênico sensível à *Varroa* (CHSV) e ao grooming. As abelhas Buckfast, por outro lado, apresentaram taxas mais altas de infestação, tanto em crias quanto em adultos, com uma expressão menos eficaz de CHSV, o que sugere uma menor resistência ao parasita nessas condições semiáridas.

O comportamento de grooming foi mais expressivo nas abelhas africanizadas, evidenciando uma maior eficiência na remoção de *Varroa* da colônia. No entanto, as abelhas europeias mostraram uma capacidade menor de causar danos os parasitas, refletindo em taxas de infestação mais elevadas. Além disso, a análise do CHSV indicou que, enquanto as africanizadas apresentaram maior capacidade de remoção do ácaro, as Buckfast demonstraram uma resistência reduzida à infestação em comparação. Isso ocorre porque as abelhas africanizadas conseguem interromper o ciclo reprodutivo do parasita de maneira mais eficiente por meio da remoção ativa do ácaro, enquanto nas abelhas europeias esse comportamento ocorre, mas de forma menos expressiva. As abelhas Buckfast, por outro lado, não mostraram tolerância ao parasita nas condições semiáridas, o que levou ao declínio de seus enxames, caracterizado pela redução do tamanho dos enxames, pouca coleta de alimento e redução das crias ao ponto de ocuparem somente quatro quadros numa colmeia Langstroth padrão de 10 quadros.

Por fim, a reintrodução de abelhas europeias no Brasil, sem uma avaliação prévia da adaptabilidade dessas espécies às condições regionais, pode resultar em colônias mais suscetíveis a parasitas e doenças, comprometendo a produtividade da apicultura nacional. Isso ressalta a importância de um planejamento rigoroso e de pesquisas adicionais para garantir que as abelhas europeias possam se adaptar adequadamente às diferentes regiões do Brasil, sem prejudicar a saúde das abelhas locais e sem exigir tratamentos químicos excessivos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAM, B. **Beekeeping at Buckfast Abbey with a section on mead making**. West Yorkshire (UK): Northern Bee Books, 1987.
- ALVES, S.B.; FLECHTMANN, C.H.; ROSA, A.E. *Varroa jacobsoni* Oudemans, 1904, (Acari, Mesostigmata, Varroidae) also in Brazil. **Ecossistema**, v.3, p.78–79, 1978.
- AMARAL, T.; CARNIATTO, I. O declínio das abelhas a partir das publicações levantadas em um estudo bibliométrico. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v.27, n.3, p.308-313, 2023.
- ARANEDA, X.; PÉREZ, R.; CASTILLO, C.; MEDINA, L. Evaluación del comportamiento higiénico de *Apis mellifera* L. en relación al nivel de infestación de *Varroa destructor* Anderson & Trueman. *Idesia (Arica)*, v.26, n.2, p. 59-67, 2008.
- ARBOITTE, M.; PEREIRA, E.; DUARTE, M.; PEREIRA, V.; MELO, A.; BERNHARDT, P.; RIBEIRO, T. B. **Metodologias para a detecção de *Varroa destructor* em abelhas *Apis mellifera* L.** SILVA-MATOS, R.R.S. *Sistemas de Produção nas Ciências Agrárias*. Ponta Grossa: Atena Editora, p.144-155, 2021.
- BOECKING, O.; RITTER, W. Grooming and removal behaviour of *Apis mellifera intermissa* in Tunisia against *Varroa jacobsoni*. **Journal of Apicultural Research**, v.32, p.3-4, 127-134, 1993.
- BRODSCHNEIDER, R.; GRAY, A.; ADJLANE, N.; BALLIS, A.; BRUSBARDIS, V.; CHARRIÈRE, J.D.; DANIHLÍK, J. Taxas de perdas multipaíses de colônias de abelhas durante o inverno de 2016/2017 da pesquisa COLOSS. **Journal of Apicultural Research**, v.57, n.3, p.452-457, 2018.
- CALDERÓN R.A.; VAN VEEN J.W.; SOMMEIJER M.J.; SANCHEZ L.A. Reproductive biology of *Varroa destructor* in Africanized honey bees (*Apis mellifera*). **Experimental and Applied Acarology**, v.50, n.4, p.281-297, 2010.
- CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; AMORIM, A. P. **Dados meteorológicos de Mossoró (janeiro de 1898 a dezembro de 1986)**. Mossoró:ESAM/FGD, v. 341, 1987, 325p. (Coleção Mossoroense).
- CASTAGNINO, G. L. B.; PINTO, L. F. B.; CARNEIRO, M. R. L. Correlação da infestação de *Varroa destructor* sobre o comportamento higiénico de abelhas *Apis mellifera*. **Archivos de Zootecnia**, v.65, n.252, p.549–554, 2016.
- COX-FOSTER, D.L.; CONLAN, S.; HOLMES, E.C.; PALACIOS, G.; EVANS, J.D.; MORAN, N. A.; ... LIPKIN, W.I. A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. **Science**, v.318, n.5848, p.283-287, 2007.
- DAINAT, B.; EVANS, J.D.; CHEN, Y.P.; GAUTHIER, L.; NEUMANN, P. Predictive markers of honey bee colony collapse. **PLoS ONE**, v.7, n.2, e32151 2012, 2012.
- DANKA, R.G.; HARRIS, J.W.; VILLA, J.D. Expression of *Varroa* sensitive hygiene (VSH)

in commercial CHSV honey bees (Hymenoptera: Apidae). **Journal of economic entomology**, v.104, n.3, p.745-749, 2011.

DEMIER, A.D.M.; OLIVEIRA, D.C.; MAKISHI, F. Doces matas do Norte de Minas Gerais: atores, instituições e construção da indicação geográfica do mel de aroeira. **Revista Espinhaço**, v.9, n.1, 2020.

DE JONG, D.; MORSE R, A.; EICKWORT G, C. Mite pests of honey bees. **Annual Review of Entomology**, v.27, p.229–252, 1982.

FERNHOUT, B. **Buckfast CHSV – Single Drone Project – 2014**. Results. Stichting Arista Bee Research, 2015.

GEHRKE, F.S.; PUKER, A. Taxas de infestação do ácaro ectoparasita *Varroa destructor* Anderson & Trueman (Mesostigmata: Varroidae) em abelhas africanizadas em um apiário comercial no sudoeste da amazônia brasileira. **Revista FIMCA**, v.7, n.1, 2020.

GONÇALVES, L. S. The *Varroa* research program in the honeybee laboratory of the University of São Paulo in Ribeirão Preto. **Apidologie**, v.17, p.371-374, 1986.

Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2009.

GROSSO, G.S.; TANGARIFE, M.P.O.; ARIAS, N.R. Presencia e incidencia forética de *Varroa destructor* A.(Mesostigma: Varroidae) en colonias de abejas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), en Colombia. **Zootecnia Tropical**, v.30, n.2, p.183-195, 2012.

GUZMÁN-NOVOA, E.; ECCLES, L.; CALVETE, Y.; MCGOWAN, J.; KELLY, P. G.; CORREA-BENÍTEZ, A. *Varroa destructor* is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada. **Apidologie**, v.41, n.4, p.443-450, 2010.

HAMIDUZZAMAN, M.M. *et al.* Differential gene expression associated with honey bee grooming behavior in response to *Varroa* mites. **Behavior Genetics**, v.47, p.335–344, 2017.

HARBO, J.R. Measuring *Varroa* Sensitive Hygiene. **Harbo Bee Company**, p.1-7, 2016.

HARRIS, J.W.; DANKA, R.G.; VILLA, J.D. Abelhas (Hymenoptera: Apidae) com a característica de higiene sensível a *Varroa* removem a ninhada com todos os estágios reprodutivos de ácaros *Varroa* (Mesostigmata: Varroidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.103, n.2, p.146-152, 2010.

INVERNIZZI, C.; ZEFFERINO, I.; SANTOS, E.; SANCHEZ, L.; MENDOZA, Y. Multilevel assessment of grooming behavior against *Varroa destructor* in Italian and Africanized honey bees. **Journal of Apicultural Research**, v.54; n.4, 2015.

KLOSOWSKI, A.L.M.; KUASOSKI, M.; BONETTI, M.B.P. Apicultura brasileira: inovação e propriedade industrial. **Revista de política agrícola**, v.29, n.1, 2020.

KULHANEK, K.; STEINHAEUER, N.; RENNICH, K.; CARON, D.M.; SAGILI, R.R.; PETTIS, J.S.; VANENGELSDORP, D. Uma pesquisa nacional sobre perdas anuais de colônias

de abelhas melíferas gerenciadas entre 2015 e 2016 nos EUA. **Jornal de Pesquisa Apicultura**, v.56, n.4, p.328-340, 2017.

MOREIRA, S.B.L.C.; QUEIROZ, G.S.Q.; CASTRO, H.A.; SOUZA, E.A.; PEREIRA, D.S.; HOLANDA NETO, J.P. Infestação do ácaro *Varroa destructor* em colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) no Semiárido potiguar, Nordeste do Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n.1, p.143-149, 2017.

OLSZEWSKI, K. Avaliação de características de produção na abelha Buckfast. **Journal of Apicultural Science**, v.2, p.79-90, 2009.

PANZIERA, D.; LANGEVELDE, F. V.; BLACQUIÈRE, T. *Varroa* sensitive hygiene contributes to naturally selected *Varroa* resistance in honey bees. **Journal of Apicultural Research**, v. 56, n. 5, p. 635-642, 2017.

PIRES, C.S.S.; PEREIRA, F.M.; LOPES, M.T.R.; NOCELLI, R.C.F.; MALASPINA, O.; PETTIS, J.S.; TEIXEIRA, E.W. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD?. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.5, p.422-442, 2016.

ROSENKRANZ, P.; AUMEIER, P.; ZIEGELMANN, B. Biology and control of *Varroa destructor* . **Journal of Invertebrate Pathology**, v.103, S96–S119 2, 2010.

RINKEVICH, F.D. Detection of amitraz resistance and reduced treatment efficacy in the *Varroa* mite, *Varroa destructor* , within commercial beekeeping operations. **PLoS One**, v.15, e0227264, 2020.

SCHAFASCHEK, T.P.; HICKEL, E.R.; PEREIRA, H.L.; OLIVEIRA, C.A.L.D.; TOLEDO, V.D.A.A.D. Desenvolvimento de colônias de *Apis mellifera* formadas com rainhas selecionadas para diferentes características. *Acta Scientiarum*. **Animal Sciences**, v.38, p.91-100, 2016.

SILVA, M.G.; MEDEIROS, A.C.; SILVA, R.A.; DANTAS, M.C.D.A.M.; NETO, F.D.C.B.; MAIA, A.G.; MARACAJA, P. B. Ocorrência de *Varroa destructor* em abelhas africanizadas em região semiárida do Brasil. **Caderno Pedagógico**, v.20, n.4, p.1003-1022, 2023.

SILVA, L.A. **Comportamento higiênico como resposta ao ácaro *Varroa destructor* em abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) no semiárido brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2021.

STANKUS, T. A Review and Bibliography of the Literature of Honey Bee Colony Collapse Disorder: A Poorly Understood Epidemic that Clearly Threatens the Successful Pollination of Billions of Dollars of Crops in America. **Journal of Agricultural & Food Information**, v.9, n.2, p.115–143, 2008.

STRAPAZZON, R.; CARNEIRO, F.E.; MORETTO, G.; GUERRA, J.C.V. Resistência de abelhas africanizadas ao ácaro *Varroa destructor* no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.2, p.166-172, 2009.

TEIXEIRA, E.W.; CHEN, Y.; MESSAGE, D.; PETTIS, J.; EVANS, J.D. Virus infections in Brazilian honey bees (*Apis mellifera*). **Journal of Invertebrate Pathology**, v.113, n.2, p.156-162, 2013.

TSURUDA, J. M.; HARRIS, J. W.; BOURGEOIS, L.; DANKA, R. G.; GREG J. HUNT, G. J. High-Resolution Linkage Analyses to Identify Genes That Influence *Varroa* Sensitive Hygiene Behavior in Honey Bees. **Plos One**, v. 7, n. 11, p. e48276, 2012.

TURCATTO, A.P.; ISSA, M.C.; MORAIS, M.M.; ALMEIDA, R. Infestação pelo Ácaro *Varroa destructor* (Anderson & Trueman)(Mesostigmata: Varroidae) em operárias adultas e em células de cria de abelhas africanizadas *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae) na região de Franca-SPP. **EntomoBrasilis**, v.5, n.3, p.198-203, 2012.

VanENGELSDORP, D.; HAYES-JUNIOR, J.; UNDERWOOD, R.M.; PETTIS, J. Uma pesquisa sobre perdas de colônias de abelhas nos EUA, outono de 2007 a primavera de 2008. **PloS one**, v.3, n.12, e4071, 2008.

XIE, X.; HUANG, Z.Y.; ZENG, Z. Why do *Varroa* mites prefer nurse bees? **Scientific Reports**, v.6, 28228, 2016.

CAPÍTULO III

INFECÇÃO POR *Vairimorpha* spp. EM COLONIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS E EUROPEIAS EM CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS

CAPÍTULO III – INFECÇÃO POR *Vairimorpha* spp. EM COLONIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS E EUROPEIAS EM CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS

Tasyely Daylhany Freire de Lima^{1*}, Leandro Alves da Silva¹, Francisco Ewerton Figueredo de Lima², Genevile Carife Bergamo³, Debora Andrea Evangelista Façanha⁴, Kátia Peres Gramacho⁵

1. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil.
2. Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil.
3. Departamento de Ciências Naturais, Matemática e Estatística, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil.
4. Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Redenção, CE, Brasil
5. Departamento de Ciências Animais– DCA da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil.

*Autor correspondente: tasy_freire@hotmail.com

RESUMO:

A reintrodução das abelhas europeias no Brasil exige uma análise aprofundada de sua resistência a doenças e condições climáticas adversas. O objetivo deste estudo foi avaliar a taxa de infecção por *Vairimorpha* spp. em colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*) e abelhas europeias da raça Buckfast em condições semiáridas, visando gerar informações sobre a sanidade das colônias na apicultura. O estudo foi realizado em 10 colônias de abelhas africanizadas e 8 colônias de abelhas europeias, monitorando a contagem de esporos de *Vairimorpha* spp. ao longo de cinco meses, no apiário da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Os dados climáticos, como temperatura, umidade relativa do ar e precipitação, foram correlacionados com as infecções. Todas as colônias apresentaram infecção por *Vairimorpha* spp., sendo que as abelhas africanizadas demonstraram maior resistência à doença, enquanto as abelhas europeias sofreram infecções mais intensas, variando de semi-severa a severa, com declínio das colônias ao longo do experimento. Os resultados indicam que a reintrodução das abelhas europeias no semiárido brasileiro, especialmente no que se refere à resistência à nosemose, é prejudicial para os enxames, uma vez que estas abelhas não

apresentam resistência suficiente à doença e às condições climáticas da região.

PALAVRAS-CHAVE: Nosemose. *Apis mellifera*. Apicultura. Sanidade apícola. Africanização.

INTRODUÇÃO

As abelhas, pertencentes à ordem Hymenoptera, desempenham um papel crucial na polinização de culturas, sendo responsáveis pela polinização direta de um terço das culturas agrícolas no mundo, o que as torna um dos principais polinizadores bióticos da natureza (Klein *et al.*, 2007; Ricketts *et al.*, 2008). A introdução das abelhas do gênero *Apis* no Brasil ocorreu em 1839, quando colonizadores europeus trouxeram as subespécies *Apis mellifera ligustica*, *A. m. carnica* e *A. m. mellifera*, adaptadas a climas temperados, com o objetivo inicial de produzir cera para a confecção de velas (Winston, 1992; Ruttner, 1988; Harrison *et al.*, 2006; Cridland *et al.*, 2017). Essas abelhas ficaram conhecidas como abelhas europeias, italianas ou *europa/oropa*. A apicultura, inicialmente de pequena escala e rudimentar, cresceu com o tempo como uma atividade econômica promissora, baseada na produção de mel e cera.

Entretanto, quando as abelhas europeias foram levadas para regiões de clima tropical, apresentaram baixa sobrevivência e crescimento reduzido das colônias, resultando em uma produção insustentável e inviabilizando a apicultura nessas áreas (Stort, Gonçalves, 1979). Com o intuito de melhorar a adaptação das abelhas à diversidade climática do Brasil, o pesquisador Warwick Estevam Kerr introduziu, em 1956, as abelhas africanas *Apis mellifera scutellata* para estudos de melhoramento genético. No entanto, as abelhas africanas escaparam e cruzaram com as abelhas europeias, originando o híbrido conhecido como abelha africanizada, amplamente adotada no Brasil devido a suas características de alta defensividade, produtividade, resistência a doenças e patógenos, além de sua adaptabilidade aos variados climas e temperaturas (Nogueira-Neto, 1964; Kerr, 1967; Gonçalves, 1974).

Devido ao comportamento defensivo mais acentuado das abelhas africanizadas, alguns apicultores e pesquisadores têm considerado a possibilidade de reintroduzir as abelhas europeias no Brasil, buscando um manejo mais simples, com menor uso de indumentária protetora e riscos reduzidos durante o manejo. Contudo, essa reintrodução precisa ser analisada cuidadosamente, especialmente quanto à resistência das abelhas europeias a doenças e agentes infecciosos, cujos efeitos podem comprometer a saúde das colônias.

Uma das principais doenças que afeta as abelhas é a nosemose, causada por fungos anteriormente classificados no gênero *Nosema spp.*, mas recentemente revisado por Tokarev *et al.* (2020), sendo atualmente atribuída ao gênero *Vairimorpha spp.*. A nosemose é uma das doenças mais prevalentes e devastadoras da apicultura, afetando o intestino médio das abelhas e prejudicando a absorção de nutrientes, o que resulta em fraqueza, redução da longevidade das abelhas e, eventualmente, a morte individual e da colônia. A doença também causa sintomas como dificuldade de voo, diarreia constante e baixa absorção de nutrientes, o que leva à diminuição da população de abelhas e à redução da produção de crias, podendo resultar no declínio das colmeias ou em uma produção insuficiente de mel (Chihu *et al.*, 2013). Essas consequências são prejudiciais tanto para os enxames quanto para os apicultores.

Este estudo tem como objetivo analisar a taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* em abelhas africanizadas e europeias em condições semiáridas, a fim de fornecer informações relevantes sobre a sanidade das colônias e as implicações da reintrodução das abelhas europeias na apicultura brasileira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento comparou os níveis de infestação por *Vairimorpha spp.* em 10 colônias de abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* e 8 colônias de abelhas europeias da raça comercial Buckfast, sendo realizadas cinco coletas mensais durante os meses de março a julho de 2024, no apiário da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró/RN, em local com disponibilidade de pasto apícola, água e sombreado.

Durante o período do experimento em campo, as colônias foram alimentadas exclusivamente de forma natural, aproveitando a abundante oferta de pasto apícola nos apiários, o que tornou desnecessário o uso de alimentação artificial. Todas as colônias foram mantidas em condições homogêneas e submetidas aos mesmos manejos, evitando qualquer interferência na taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* ou outras possíveis doenças, a fim de garantir a integridade dos dados coletados.

A avaliação da taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* foi realizado com base no protocolo recomendado pelo Manual de Teses, Diagnósticos e Vacinas para Animais Terrestres (OIE, 2013), onde foram coletadas de cerca de 50 abelhas operárias adultas do alvado de cada colmeia experimental, buscando coletar somente abelhas forrageadoras, e estas foram armazenadas em recipientes com álcool a 70° GL, devidamente identificados.

Em laboratório, foram selecionadas 25 abelhas de cada amostra e feitas suas dissecações individualmente separando o abdômen de cada abelha em placa de petri com auxílio de um bisturi e pinça. Os abdômes foram separados e macerados em cadinho de porcelana, e após essa etapa, foi adicionado 25ml de água destilada e feita a homogeneização, e então feita retirada dos resíduos mais grosseiros. Deste macerado foram retirados 70 µl (microlitros) e acondicionados em tubos Eppendorf identificados de acordo com a numeração das colmeias e coleta.

A contagem dos esporos foi realizada na câmara de Neubauer adicionando uma gota desta solução na câmara e coberto com uma lamínula e levado ao microscópio óptico com lente objetiva de 40x e 100x para a contagem dos esporos dentro dos 5 quadrantes determinados.

A contagem do número de esporos foi calculada por meio da seguinte equação Doull e Eckert (1962):

$$Z = \frac{\alpha}{\beta} * \delta * 250.000$$

Onde:

Z é o número de esporos por abelha;

α é o número de esporos contados;

β é o número de quadrados contados;

δ é o fator de diluição.

A intensidade dos esporos foi classificada pela escala de Doull e Eckert (1962), conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 7. Intensidade da taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* por mm³.

Intensidade da infecção	Esporos por abelhas (mm³)
Nula	0
Muito leve	0,01 – 1,00
Leve	1,00 – 5,00
Regular	5,00 – 10,00
Semi-severa	10,00 – 20,00
Severa	> 20,00

Fonte: Adaptado de Doull e Eckert (1962).

Os dados climáticos foram coletados da Estação Meteorológica Automática (EMA) da

Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), em Mossoró/RN, cerca de 17km de distância do local de execução do experimento. As variáveis ambientais consideradas foram temperatura do ar (°C), Umidade Relativa do Ar (%) e Precipitação Pluviométrica (mm). Os dados foram coletados pela estação a cada minuto e feita a média da temperatura do ar e da umidade relativa do ar e o acumulado de chuvas nos 30 dias anteriores a cada coleta.

A análise estatística foi realizada da seguinte forma: os conjuntos de dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para avaliar os dados entre os genótipos analisados. As médias referentes aos genótipos relacionados com as épocas de coleta foram comparadas por meio do teste de Tukey, adotando-se um nível de significância de 5% de probabilidade. Além disso, foi realizada uma matriz de correlação para examinar as relações entre os dados climáticos e os genótipos. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software RStudio®.

RESULTADOS

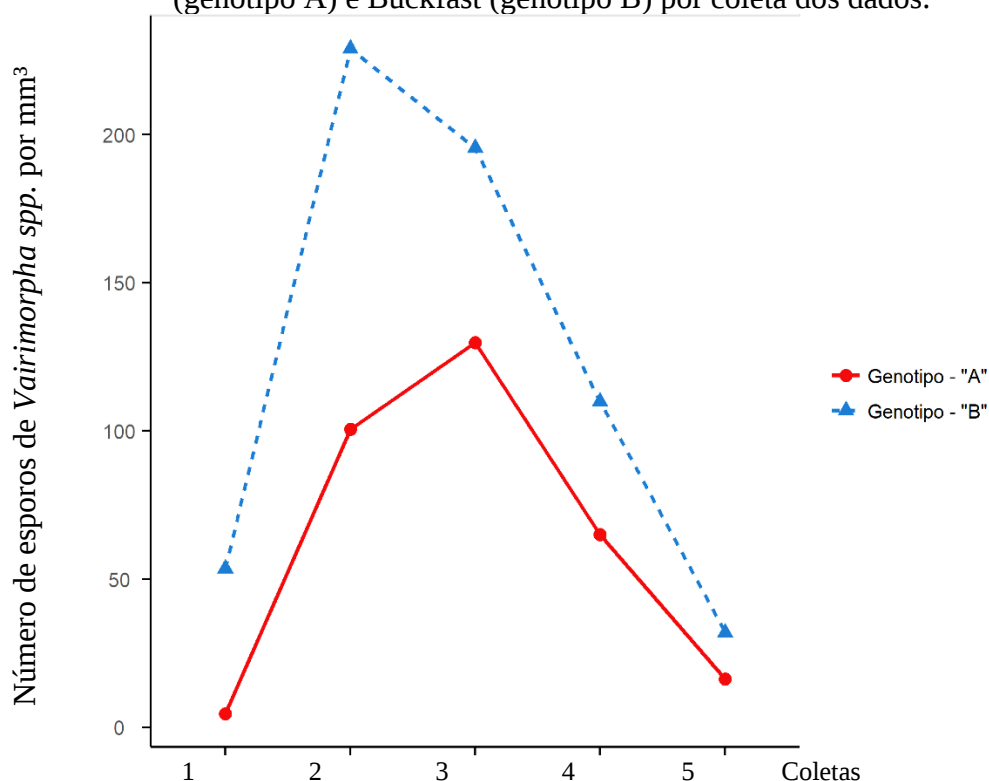
Todas as amostras analisadas dos genótipos Buckfast e Africanizada, nos cinco períodos, apresentaram presença de esporos de *Vairimorpha spp.*, conforme Tabela 2 a seguir.

Tabela 8. Médias de contagem de esporos por mm³ nos genótipos Africanizadas e Buckfast por coleta de dados.

Coleta	Média de contagem de esporos por mm ³	
	Africanizada	Buckfast
1	4,59	53,54
2	100,54	228,98
3	129,86	195,43
4	65,10	109,94
5	16,33	31,92

A Figura 1 a seguir demonstra os dados de número de esporos por mm³ nos genótipos Africanizada e Buckfast ao longo das cinco coletas mensais, mostrando o crescimento inicial do número de esporos de *Vairimorpha spp.* por mm³ da primeira para a segunda coleta e sua queda até a última coleta nas abelhas Buckfast, enquanto que nas abelhas africanizadas o auge do número de esporos ocorreu na terceira coleta e declinou até a última coleta.

Figura 23. Médias de contagem de esporos de *Vairimorpha spp.* em abelhas Africanizadas (genótipo A) e Buckfast (genótipo B) por coleta dos dados.



Quanto à intensidade da infecção, as abelhas africanizadas (genótipo A) variaram de leve a severa, onde a menor taxa de infecção por esporos de *Vairimorpha spp.* foi observada na colmeia 9, com 1,00 esporo por mm³, e a maior taxa foi de 364,75 esporos por mm³ na colmeia 1, na primeira e segunda coletas, respectivamente. Já as abelhas Buckfast (genótipo B) apresentaram somente dois dados de semi-severa e todo o restante de infecção severa, com taxa de infecção mínima de 16,30 esporos por mm³ na colmeia 7 e a maior taxa foi de 356,45 esporos por mm³ na colmeia 2 Buckfast, também nas na primeira e segunda coletas, respectivamente.

Dada a magnitude desses valores, as amostras foram reanalisadas, e os resultados obtidos foram consistentes com os anteriores. Embora esses dados possam ser considerados outliers, eles foram considerados relevantes para a análise e contribuíram para a interpretação dos resultados.

De acordo com resultados encontrados, a partir da aplicação do teste de Tukey, os genótipos Buckfast e Africanizada apresentaram médias gerais distintas, formando assim grupos estatísticos com diferenças significativas entre si ($p = 2.28551 \cdot 10^{-10}$), conforme mostra a Tabela 3 abaixo.

Tabela 9. Grupos estatísticos formados de acordo com médias de taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* relacionados com os genótipos analisados.

Fator	Médias	Grupos
Genótipo Buckfast	128.8053	a
Genótipo Africanizada	63.281	b

Quando realizados testes de anova para comparar a época de coleta dos dados, houve diferença significativa entre as mesmas ($p 2,67676 \cdot 10^{-19}$) e, da mesma forma, quando se relaciona os dados de época e do genótipo, obteve-se dados que demonstram que houve diferença estatisticamente significativa ($p 0,032027007$), conforme Tabela 4 a seguir.

Tabela 10. Relação entre época de coleta de dados e os genótipos Africanizada e Buckfast quanto à contagem de esporos de *Vairimorpha spp.*

	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Estat. F	P
Época de coleta	4	732.48990	183.12247	44.087582	2.67676E-19
Genótipo	1	220.21892	220.21892	53.018724	2.28551E-10
Época x Genótipo	4	46.329423	11.582355	2.7885057	0.032027007

Em relação aos dados climáticos, considerando acumulado de chuvas nos 30 dias antes de cada coleta, temperatura e umidade do ar, os dados coletados foram correlacionados entre si. Não foram obtidos valores significativos quanto aos *pes* das correlações com a taxa de infecção da nose-mose com umidade e acumulado de chuvas, mas quando correlacionados com a temperatura do ambiente, obteve-se dados significativos, demonstrando que este fator pode estar relacionado com a taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* durante o experimento, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 11. Correlação entre Taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* em abelhas Africanizadas e Buckfast com dados climáticos.

	Temperatura	Umidade	Acumulado de chuvas
Taxa de infecção por <i>Vairimorpha spp.</i>	-0.152226683	0.722503773	0.40773239

Ao correlacionar a taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* com os dados climáticos (temperatura, umidade relativa do ar e acumulado de chuvas), observa-se que todas as três

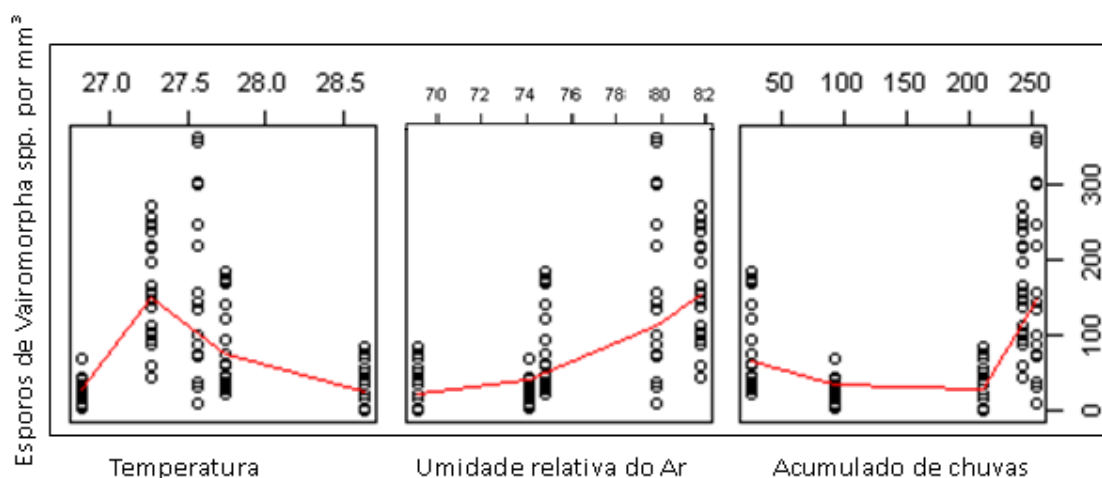
variáveis apresentam correlações significativas. A umidade relativa do ar mostrou uma correlação positiva forte, indicando que maiores níveis de umidade estão associados a maiores taxas de infecção. Em contraste, a temperatura apresentou uma correlação negativa, sugerindo que aumentos na temperatura podem estar associados a uma redução na taxa de infecção. A correlação negativa ($p = -0,1522$) entre a taxa de infecção e a temperatura sugere que, à medida que a temperatura aumenta, a taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* tende a diminuir. Embora a correlação seja fraca ($p = -0,1522$), ela ainda indica uma tendência de que climas mais quentes podem ter um efeito redutor sobre a infecção por esse fungo, ou que as abelhas se tornam menos suscetíveis à doença em temperaturas mais altas.

O acumulado de chuvas também apresentou correlação positiva, indicando que a quantidade de precipitação pode influenciar diretamente nas taxas de infecção. A correlação positiva forte entre a taxa de infecção e a umidade relativa do ar ($p = 0,7225$) sugere que, quanto maior a umidade, maior a taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* Isso pode indicar que as condições de alta umidade favorecem a proliferação do fungo, tornando as abelhas mais suscetíveis à infecção. A correlação positiva e forte indica que a umidade é um fator climático importante que pode influenciar diretamente a saúde das colônias de abelhas.

A correlação positiva entre o acumulado de chuvas e a taxa de infecção ($p = 0,4077$) é moderada, sugerindo que um maior volume de precipitação está associado a uma maior taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* As chuvas podem aumentar a umidade e, conseqüentemente, criar condições mais favoráveis para o desenvolvimento do fungo, afetando negativamente a saúde das abelhas.

Esses dados indicam que a umidade relativa do ar tem o impacto mais forte na taxa de infecção por *Vairimorpha spp.*, com altas taxas de infecção associadas a maiores níveis de umidade. O acumulado de chuvas também parece contribuir para o aumento da infecção, enquanto a temperatura parece ter um efeito moderadamente oposto, diminuindo a taxa de infecção à medida que aumenta. Esses resultados sugerem que o monitoramento das condições climáticas é fundamental para entender e controlar a propagação de doenças nas colônias de abelhas, como ilustrado na Figura 2 a seguir.

Figura 24. Correlação entre dados de Temperatura, Umidade relativa do ar e Acumulado de chuvas com a contagem de esporos de *Vairimorpha spp.* por mm³ nos genótipos Africanizada e Buckfast.



A análise dos dados revela padrões interessantes em relação à temperatura, umidade relativa do ar e ao acumulado de chuvas, e como esses fatores influenciam a taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* nas colônias de abelhas.

Observa-se que as taxas de infecção por *Vairimorpha spp.* eram mais baixas nos dias de temperaturas mais baixas, e aumentavam conforme a temperatura se elevava. Este aumento pode ser explicado pela relação entre dias mais quentes e a ocorrência de períodos sem chuvas, permitindo que as abelhas forrageadoras saiam com mais frequência para coletar néctar e pólen. Durante essas saídas, as abelhas têm maior chance de entrar em contato com flores e outras abelhas contaminadas, facilitando a disseminação do fungo nas colônias.

Em relação a umidade relativa do ar, as colônias analisadas apresentaram uma taxa de infecção mais alta com o aumento da umidade relativa do ar, sugerindo que dias mais úmidos favorecem a proliferação do fungo *Vairimorpha spp.* Em contraste, durante os períodos mais secos, a taxa de infecção foi reduzida, o que pode estar relacionado à diminuição da atividade das abelhas e à menor proliferação do fungo em condições secas. O aumento da umidade também pode facilitar a disseminação do *Vairimorpha spp.* nas colônias, pois o fungo se desenvolve melhor em ambientes úmidos.

As maiores taxas de infecção por *Vairimorpha spp.* foram encontradas nos períodos de menor e maior acumulados de chuva, ou seja, nos períodos em que menos choveu, cerca de 50 mm em 30 dias, e no período que mais choveu, cerca de 250 mm em 30 dias, compreendendo-se que no período com menos chuvas, as abelhas forrageadoras tiveram mais contato com o ambiente externo contaminado, trazendo o *Vairimorpha spp.* para dentro das colmeias, e no período que mais choveu, onde todas as abelhas estão dentro da colmeia e o *Vairimorpha spp.*

contamina mais abelhas de uma vez no ambiente e se dissemina facilmente na colônia.

DISCUSSÃO

Em campo, observou-se que 100% das colônias de abelhas do genótipo Buckfast sofreram um declínio significativo, a ponto de não conseguirem mais manter o desenvolvimento de crias nem produzir em suas colmeias. Ao final do experimento, que deveria ter se estendido por mais meses, foi necessário transferir todas as colônias para núcleos contendo cinco quadros e fornecer alimentação artificial. Essa intervenção foi essencial para garantir a sobrevivência dos enxames, pois as colônias perderam cerca de 80% de seus indivíduos ao longo do experimento. A medida foi adotada para manter as colônias vivas e em um ambiente com controle mais eficaz de temperatura, dado o espaço reduzido.

A perda significativa de indivíduos do genótipo Buckfast pode estar relacionada a fatores diversos, como a virulência de doenças, manejo inadequado ou fatores ambientais que afetaram diretamente o desenvolvimento e a produção das colônias. Além disso, é possível que a adaptação do genótipo Buckfast ao ambiente local não tenha sido tão eficaz quanto o esperado, o que pode ter contribuído para a queda nas taxas de sobrevivência e produtividade.

Nas dez colônias de abelhas africanizadas utilizadas neste experimento, quatro delas apresentaram um declínio tão significativo que foi necessário intervir da mesma forma que nas colônias com abelhas do genótipo Buckfast. Isso evidenciou o potencial de infecção e destruição causado pelo *Vairimorpha spp.*, ao mesmo tempo em que demonstrou a resistência das abelhas africanizadas em relação à infecção por esse fungo.

Segundo Hristov *et al.* (2020), a nosemose é uma das principais doenças que contribuem para a perda de colônias de abelhas no mundo, pois o microsporídio da *Vairimorpha spp.* (citado no texto como *Nosema spp.*) invadem as células epiteliais e causam graves danos às abelhas adultas, podendo levar à morte da colônia.

A infecção por *Vairimorpha spp.* é, geralmente, de baixa virulência, com sintomas como disenteria, letargia, redução da longevidade das operárias, forrageamento ineficiente, menor produção de mel e aumento da mortalidade no inverno (Grupe; Quandt, 2020; Higes *et al.*, 2020). Mendoza *et al.* (2013), ao analisarem a infecção em colônias de abelhas africanizadas e europeias (*A. m. ligustica*) durante a polinização de *Eucalyptus grandis*, observaram que 30 dias após a transferência dos enxames, todas as colmeias estavam infectadas, mas as abelhas africanizadas apresentaram menores taxas de infecção. Ao final da floração, as abelhas africanizadas ainda mostraram maiores populações e maior produção de mel que as europeias,

apesar de o ambiente ser favorável ao desenvolvimento das abelhas europeias.

Em consonância com isso, Calderón-Fallas e Moreno-Morales (2022) em um estudo sobre o nível de infecção por *Vairimorpha spp.* em colmeias africanizadas encontraram a maior média da taxa de infecção por *Vairimorpha spp.* nas colônias de 20,36 mm³ e a menor de 4,37 mm³, ainda classificados como severa e leve, respectivamente, mas sem causar o colapso das colônias, que se recuperaram devido à sua resistência à doença.

Da mesma forma, Santrac *et al.* (2010) realizaram um estudo sobre a detecção de *Vairimorpha spp.* em abelhas europeias, sem especificar a subespécie, nos países Bosnia e Herzegovina, onde encontraram taxas de infecção pelo fungo de leve a severa, alertando sobre a disseminação dessa doença pelo mundo e a necessidade de estudos para compreender se ela leva ao colapso das abelhas que vem se espalhando pelo mundo, e mostrando assim a baixa resistência da abelha europeia à infecção pelo *Vairimorpha spp.*, visto que com pouco tempo da chegada da doença nos países estes já se disseminaram e levaram ao declínio de enxames.

Tibatá *et al.* (2021) discorrem que um importante fator na ausência de altas taxas de infecção por *Vairimorpha spp.* em colmeias é a africanização, visto que a maioria das abelhas desse poli-híbrido são originadas da cruz entre as abelhas africanas (*A. m. scutellata*) e europeias (*A. m. ligustica*, *A. m. mellifera*, *A. m. carnica*), que apresentam maior resistência aos patógenos que as abelhas europeias.

Giersch *et al.* (2009) realizaram um estudo sobre a infecção por *Vairimorpha spp.* em abelhas *Apis mellifera* europeias, sem especificaram a subespécie, por meio da análise em coleta de mel e encontraram 100% das amostras analisadas sendo positivas para presença do *Vairimorpha spp.* nas amostras do mel e consequentemente das colônias, alertando para possíveis altas taxas de infecção e contaminação da colmeia.

Os estudos com abelhas africanizadas e europeias apresentaram a presença da nosemose nas amostras analisadas, levando a observar que o *Vairimorpha spp.* está se disseminando pelas colônias em larga escala, mas que em geral é possível observar também que as colônias de abelhas africanizadas se apresentam mais resistentes à infecção pela doença, mesmo em regiões em que o clima se mostra favorável para as abelhas europeias.

Quanto a relação entre condições climáticas e infecção pelo *Vairimorpha spp.*, Calderón-Fallas e Moreno-Morales (2022) observaram que ao relacionar as taxas de infecção por nosemose em colmeias africanizadas com a precipitação e umidade relativa, os autores observaram que os enxames apresentaram as menores taxas de infecção nos meses que menos choveram durante o experimento, relacionando diretamente à contaminação das abelhas no ambiente externo ao coletar os recursos florais.

Variações bruscas de temperatura, prolongamento de períodos de seca e eventos climáticos extremos podem influenciar diretamente na dinâmica populacional das colônias de abelhas. O estresse térmico pode comprometer a termorregulação do ninho, impactando o desenvolvimento da cria e reduzindo a longevidade das operárias (Domingues *et al.*, 2022). Além disso, temperaturas mais elevadas podem favorecer a replicação de patógenos dentro das células hospedeiras, aumentando a disseminação do *Vairimorpha spp.* nas colmeias. Neste cenário, as abelhas africanizadas podem apresentar maior resistência devido à sua plasticidade comportamental e adaptabilidade ao clima tropical, enquanto as colônias Buckfast podem sofrer perdas mais significativas.

Em consonância, Ptaszynska *et al.* (2016) discutem que a intensidade de infecção de colônias pelo *Vairimorpha spp.* da nosemose pode variar de acordo com a época do ano, pois há variação de temperatura, de umidade relativa do ar, da precipitação e da localização do apiário, principalmente naqueles em local de sombra e meia-sombra. Ainda, Biganski *et al.* (2017) relatam que apiários instalados em locais com excesso de sombra e até úmidos são mais propensos a altos níveis de infecção por *Vairimorpha spp.*

Como uma possível explicação para esses dados, Calderón e Ramirez (2013) discorrem que a nosemose pode permanecer em baixos níveis durante todo o ano dentro das colônias, mas que no período das chuvas os enxames tendem a ficar em situação de superlotação dentro das colmeias, favorecendo o contágio dentro das colmeias pelo contato excessivo, e isso pode levar ao aumento dessa infecção que vai ser averiguado possivelmente após o período chuvoso, mas sendo um resultado dessa época dentro de aglomeração dos enxames.

Ainda, Almeida *et al.* (2013) discorrem que os fatores ambientais, como oferta de florada natural e manejo adequado são importantes na resistência das colônias aos patógenos que agem nas abelhas, assim como fatores ambientais, como precipitação pluviométrica, umidade do ar e as temperaturas do ambiente.

Os dados obtidos neste trabalho, tanto relacionando as abelhas africanizadas quanto as europeias e relacionando com as condições climáticas, corroboram com os dados encontrados na literatura, assim como serve de alerta e atenção para os cuidados com enxames em condições que possam levar a altas taxas de infecção por *Vairimorpha spp.* e possível declínio dos enxames, assim como consequente perda na produção.

A importação de abelhas europeias para o Brasil sem uma avaliação sanitária rigorosa pode representar um risco significativo para a sanidade das colmeias e para a produtividade da apicultura nacional. Um dos principais perigos é a introdução de linhagens mais suscetíveis a doenças como a *Vairimorpha spp.* (anteriormente classificada como *Nosema spp.*), um

patógeno intracelular que compromete a saúde e longevidade das abelhas, reduzindo a eficiência das colônias.

A análise das colônias com abelhas Buckfast e africanizadas sob condições de estresse ambiental pode revelar importantes diferenças na resposta ao *Vairimorpha spp.*. As africanizadas, devido à sua história evolutiva no Brasil, apresentam maior capacidade de adaptação a períodos de escassez de alimento e variações climáticas. Sua maior resistência ao patógeno pode estar relacionada a fatores como: Comportamento de higienização mais eficiente; Menor tempo de desenvolvimento da cria, reduzindo o tempo de exposição ao patógeno; Melhor aproveitamento de fontes florais diversas.

Já as colônias Buckfast, sendo resultado de cruzamentos seletivos para regiões europeias, podem apresentar uma resposta mais fraca ao estresse ambiental, tornando-se mais vulneráveis à infecção por *Vairimorpha spp.*. A menor diversidade genética dessas abelhas pode resultar em menor variabilidade de resposta imunológica e maior impacto da infecção na produtividade da colmeia.

Diante desses fatores, investigações futuras devem considerar a interação entre nutrição, exposição a agrotóxicos e mudanças climáticas como fatores-chave para entender a disseminação do *Vairimorpha spp.* e o impacto da infecção em diferentes linhagens de abelhas no Brasil.

CONCLUSÕES

As abelhas africanizadas apresentaram maior resistência à doença nosemose em condições semiáridas do que as abelhas buckfast, apresentando menores taxas de infecção e declínio de colônias. Esses resultados reforçam a necessidade de uma consideração cuidadosa na reintrodução de abelhas europeias no Brasil, sem estudos prévios sobre a saúde das colônias e sua adaptação às condições climáticas locais.

Estes resultados enfatizam a necessidade urgente de estudos contínuos sobre a saúde das colônias e a adaptação das abelhas europeias às condições climáticas locais antes de sua reintrodução no Brasil. Além disso, é essencial investigar factores adicionais, tais como nutrição, pesticidas e alterações climáticas, para uma compreensão mais abrangente da resistência de diferentes estirpes de abelhas a *Vairimorpha spp.* e seu impacto na apicultura nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida CT, Lorenzon MCA, Souza-Tassinari W. Identificação de fatores associados à ocorrência de doenças de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em apiários do estado do Rio de Janeiro. *Braz J Vet Res Anim Sci*. 2013 jan/mar;35(1), 33-40.
- Biganski S, Kurze C, Müller M, Moritz R. Social response of healthy honeybees to wards *Nosemaceranae* - infectedworkers: care orkill?. *Apidologie*. 2017 49(3):325-334, doi: 10.1007/s13592-017-0557-8.
- Calderón RA, Ramírez F. Enfermedades de las abejas melíferas, con énfasis en abejas africanizadas. Heredia, Costa Rica. Editorial UNA (EUNA), 137 p., 2013.
- Calderon-Fallas RA, Moreno-Morales E. Nivel de infección del microsporidio *Nosema spp.* en colmenas de abejas africanizadas y su relación con la precipitación y humedad relativa. *Agron. Costarricense*, 2022, Jan./Jun 46(1), doi: 10.15517/rac.v46i1.49869.
- Chihu L, Chihu D, Fernández M. *Nosema ceranae*, un patógeno emergente en la apicultura mundial. Leipzig, Alemania. Editorial Académica española. 112 p., 2013.
- Cridland JM, Tsutsui ND, Ramírez SR. The Complex Demographic History and Evolutionary Origin of the Western Honey Bee, *Apis mellifera*. *Genome Biology and Evol*. 2017 Feb; 9(2): 457-472, doi: 10.1093/gbe/evx009.
- Domingos HGT, Gramacho KP, Gonçalves LS. Controle de temperatura em colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em diferentes faixas de temperatura do ar e radiação solar. 1. ed. São Paulo: Dialética, 2022. v. 1. 56p .
- Equipe RStudio. RStudio: Desenvolvimento Integrado para R. RStudio, PBC, Boston, 2020.
- Giersch T, Berg T, Galea F, Hornitzky M. *Nosema ceranae* infects honey bees (*Apis mellifera*) and contaminates honey in Australia. *Apidologie*. 2009;40: 117–123, doi: 10.1051/apido/2008065.
- Gonçalves LS. The introduction of the african bees (*Apis mellifera adansonii*) into Brazil and some comments on their spread in South America. *American Bee Journal*, 1974;114(11):414-415, 419.
- Grupe AC, Quandt CA. A growingpandemic: A review of *Nosema* parasites in globally distributed domesticated and native bees. *PLoS Pathogens*. 2020;16(6):1-8, doi: 10.1371/journal.ppat.1008580.
- Harrison JF, Fewell JH, Anderson KE, Loper GM. Environmental physiology of the invasion of the Americas by Africanized honeybees. *Integrative and Comparative Biol*. 2006;46(6):1110-1122, doi: 10.1093/icb/icl046.
- Higes M, García-Palencia P, Urbieta A, Nanetti A, Martín-Hernández R. Tropismo tecidual de *Nosema apis* e *Nosema ceranae* em abelhas operárias (*Apis mellifera*). *Patologia Veterinária*, 2020;57(1):132–138, doi: 10.1177/0300985819864302.

- Hristov P, Shumkova R, Palova N, Neov B. Factors Associated with Honey Bee Colony Losses: A Mini-Review. *Vet Sci.* 2020 Oct 30;7(4):166. doi: 10.3390/vetsci7040166.
- Jaycox ER. Estimation of the severity of nosema infection. Unedited Bulletin, Universidade of Illinois, 1980.
- Kerr WE. Introdução de abelhas africanas no Brasil. *Brasil Apícola*, 1967;3: 211-213.
- Klein AM, Vaissière BE, Cane JH. Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc B.* 2007; 274:303–313.
- Mendoza Y, Antúnez K, Branchiccela B, Anido M, Santos E, Invernizzi C. *Nosema ceranae* and RNA viruses in European and Africanized honeybee colonies (*Apis mellifera*) in Uruguay. *Apidologie.* 2014;45:224-234, doi: 10.1007/s13592-013-0241-6.
- Nogueira-Neto P. The spread of a fierce African bee in Brazil. *Bee World* 1964;45: 119–121, doi: 10.1080/0005772x.1964.11097060.
- OIE Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals (mammals, birds and bees). 8th ed. World Organization for Animal Health - Chapter 3.2.4, Parasitology. Cambridge University Press. p.727-727, 2013.
- Ptaszynska A, Paleolog J, Borsuk G. *Nosema ceranae* infection promotes proliferation of yeasts in honeybee intestines. *PLOS ONE*, 2016;11(10):1-15, doi: 10.1371/journal.pone.0164477.
- Ricketts T, Regetz J, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Bogdanski A, Gemmill-Herren B, Greenleaf SS, Klein AM, Mayfield MM, Morandin LA, Ochieng A, Viana BF. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? *Ecol. Lett.* 2008;11:499-515, doi: 10.1111/j.1461-0248.2008.01157.x.
- Ruttner F. Biogeography and taxonomy of honeybees. Berlin: Springer verlag, 1988.
- Santrac V, Granato A, Mutinelli F. Detection of *Nosema ceranae* in *Apis mellifera* from Bosnia and Herzegovina. *Journal of Apicultural Research*, 2010;49(1):100-101, doi: 10.3896/IBRA.1.49.1.??.
- Stort AC, Gonçalves LS. A abelha africanizada e a situação atual da apicultura no Brasil. *Ciência e Cultura*, 1979;31(1):32-43.
- Tibatá VM, Sanchez A, Palmer-Young E, Junca H, Solarte VM, Madella S, Corona M. Abelhas africanizadas na Colômbia apresentam alta prevalência, mas baixo nível de infestação de ácaros *Varroa* e baixa prevalência de vírus patogênicos. *PLoS One*, 2021;16(5), e0244906.
- Tokarev YS, Huang WF, Solter LF, Malysh JM, Becnel JJ, Vossbrinck CR. A formal redefinition of the genera *Nosema* and *Vairimorpha* (Microsporidia: Nosematidae) and reassignment of species based on molecular phylogenetics. *J Invertebr Pathol.* 2020 Jan;169:107279.

Winston ML. The biology and management of Africanized honey bees. *Annual Review of Entomol.* 1992;37:173-193.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da infestação pelo ácaro *Varroa destructor* e da infecção pelo fungo *Vairimorpha* spp. em abelhas africanizadas e europeias apresentaram dados alarmantes sobre a sanidade das abelhas em condições semiáridas. As abelhas europeias apresentaram as maiores taxas de *Varroatose* e *nosemose*, enquanto que as abelhas africanizadas apresentaram as melhores taxas de comportamento CHSV e grooming. As abelhas africanizadas, já adaptadas às condições ambientais, possuem maior resistência e tolerância ao ácaro e ao fungo, de forma a produzir e desenvolver bem a apicultura na região.

As abelhas europeias mostraram pouco desenvolvimento nas condições desta pesquisa, sendo pouco resistentes às doenças e com pouca expressão dos comportamentos de higiene das colmeias, alertando para a preocupante situação da reintrodução das abelhas europeias sem avaliar a viabilidade desta ação, como já vem acontecendo, podendo levar ao comprometimento da saúde das abelhas africanizadas por disseminar as doenças e por defasar a apicultura no Brasil, visto que é uma atividade bastante desenvolvida.

Na escolha de enxames para desenvolver a apicultura, a defensividade das abelhas pode ser um fator considerável, mas diante de tantas alternativas de mercado em indumentárias adequadas e de constantes atualizações sobre práticas de manejo, a reintrodução das abelhas africanizadas, do ponto de vista da sanidade, se mostra como uma prática inviável, visto que estas abelhas não se mostram resistentes ou tolerantes à *Varroatose* e *nosemose*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDONOV, S.; COSTA, C.; UZUNOV, A.; BERGOMI, P.; LOURENCO, D.; MISZTAL, I. Modeling honey yield, defensive and swarming behaviors of Italian honey bees (*Apis mellifera ligustica*) using linear-threshold approaches. **BMC genetics**, v. 20, p. 1-9, 2019.
- DE JONG, D.; MORSE R, A.; EICKWORT G, C. Mite pests of honey bees. **Annu. Rev. Entomol.** 27, 229–252, 1982.
- DIAS DE FREITAS, C.; OKI, Y.; RESENDE, F.M.; ZAMUDIO, F.; SIMONE DE FREITAS, G.; MOREIRA DE REZENDE, K. Impacts of pests and diseases on the decline of managed bees in Brazil: a beekeeper perspective. **J. Apicultural Res.**, v.62, n.5, p.969-982, 2022.
- DUSSAUBAT, C.; BRUNET, J. L.; HIGES, M.; COLBOURNE, J. K.; LOPEZ, J.; CHOI, J. H.; ALAUX, C. Gut pathology and responses to the microsporidium *Nosema ceranae* in the honey bee *Apis mellifera*. **PloS one**, 7(5), e37017, 2012.
- GALLAI, N.; SALLES, J.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B.E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecol. Econ.** 68, 810–821, 2009.
- GENERSCH, E. Honey bee pathology: current threats to honey bees and beekeeping. Appl. Microbiol. **Biotechnol.** 87, 87–97, 2010.
- GEORGI, I.; ASOUTIS DIDARAS, N.; NIKOLAIDIS, M.; DIMITRIOU, TG.; CHARISTOS, L.; HATJINA, F.; MOSSIALOS, D. O impacto da infecção natural de *Vairimorpha* (*Nosema*) *ceranae* na microbiota de abelhas (*Apis mellifera*) e pão de abelha. **Ciências Aplicadas**, 12 (22), 11476, 2022.
- GOULSON, D.; NICHOLLS, E.; BOTÍAS, C.; ROTHERAY, E. L. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. **Science**, v. 347, n. 6229, p. 1435–1445, 2015.
- HIGES, M.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; MEANA, A. *Nosema ceranae* in Europe: an emergent type C nosemosis. **Apidologie**, 41(3), 375-392, 2010.
- KERR, W. E. Introdução de abelhas africanas no Brasil. **Brasil Apícola**, v. 3, p. 211-213, 1967.
- KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proc. R. Soc B.** 274, 303–313, 2007.
- MORETTO, G.; GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D.; BICHUETTE, M. Z. The effects of climate and bee race on *Varroa jacobsoni* Oud infestations in Brazil. **Apidologie**, v. 22, n.3, p. 197–203, 1991.
- STORT, A. C.; GONÇALVES, L. S. A africanização das abelhas “*Apis mellifera*” nas Américas p. 33-47. In: **Venenos animais: uma visão integrada**. 1ª ed. Barraviera, B. Ed. EPUC, Rio de Janeiro, 1994.

TRAYNOR, K.S. *et al.* *Varroa destructor*: a complex parasite, crippling honey bees worldwide. **Revista Trends in Parasitology**, v.36, n.7, 2020.

WINSTON, M. L. The biology and management of Africanized honey bees. **Annual Review of Entomology**, v. 37, p. 173-193, 1992.