



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM AGROECOLOGIA

BRUNA FIGUEIREDO GASPAROTTO

VIABILIDADE AGROECOLÓGICA DE CAIXA DE ISOPOR[®] PARA
COLÔNIAS DE ABELHAS *Apis mellifera* AFRICANIZADAS PELO
MONITORAMENTO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Maringá
2017

BRUNA FIGUEIREDO GASPAROTTO

VIABILIDADE AGROECOLÓGICA DE CAIXA DE ISOPOR® PARA
COLÔNIAS DE ABELHAS *Apis mellifera* AFRICANIZADAS PELO
MONITORAMENTO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Lucimar Pontara Peres

Maringá
2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

G249v Gasparotto, Bruna Figueiredo
Viabilidade agroecológica de caixa de ISOPOR® para colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas pelo monitoramento de variáveis ambientais / Bruna Figueiredo Gasparotto. - - Maringá, 2017.
17 f. : il. fots. color.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lucimar Pontara Peres
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2017.

1. Homeostase. 2. Colmeia. 3. Abelhas. I. Peres, Lucimar Pontara, orient. II. Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDD 21. ed. 638.1


MGC - 001739

BRUNA FIGUEIREDO GASPAROTTO

**VIABILIDADE AGROECOLÓGICA DE CAIXA DE ISOPOR®
PARA COLÔNIAS DE ABELHAS *Apis mellifera*
AFRICANIZADAS PELO MONITORAMENTO DE VARIÁVEIS
AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de mestre.

APROVADO em 31 de janeiro de 2017.


Prof. Dr. Paulo Sérgio Lourenço de
Freitas


Prof. Dr. Antonio Lorenzoni Neto


Prof.^a Dr.^a Lucimar Pontara Peres
(Orientadora)

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Graça e Mario, e
ao meu irmão Caio, por todo amor
recebido.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço este trabalho, a Deus e aos meus pais e irmão por sempre estarem ao meu lado, me apoiando em todas as minhas escolhas.

À orientadora Prof^ª Dr^ª Lucimar Pontara Peres, por ter feito possível a realização deste trabalho, pela orientação, paciência, compreensão e incentivo nos momentos mais difíceis e por todo aprendizado que me proporcionou como acadêmica.

Ao Sr Roberto Alvarez, funcionário da Fazenda Experimental de Iguatemi, por todo o seu tempo cedido assim como sua paciência, aprendizado e auxílio.

Ao Prof^º Dr^º Antônio Lorenzoni Neto pelo auxílio concedido na elaboração do trabalho.

A amiga Melina Cardoso Plastina, que me auxiliou com as análises estatísticas.

Ao Prof^º Dr^º Anderson Faustino Silva e seu aluno orientado João Marcus Velasques Farias.

A professora Sheila Tavares Nascimento, pelo auxílio concedido na parte da organização dos dados.

A empresa Termotécnica, pelo apoio e parceria para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Aos demais professores, funcionários e amigos do Programa de Mestrado Profissional em Agroecologia da UEM, que contribuíram com seus conhecimentos.

E à banca examinadora, principalmente ao Prof^º Dr^º Paulo Sérgio Lourenço de Freitas, por aceitar o convite e contribuir para melhoria deste trabalho.

EPÍGRAFE

“Desafiar os velhos caminhos requer muito esforço, mas acomodar-se nos paradigmas ultrapassados, também. O mundo está mudando tão rapidamente que podemos ficar paralisados se não desafiarmos nossas crenças e paradigmas.” – (James Hunter – O Monge e o Executivo).

VIABILIDADE AGROECOLÓGICA DE CAIXA DE ISOPOR® PARA COLÔNIAS DE ABELHAS *Apis mellifera* AFRICANIZADAS PELO MONITORAMENTO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS

RESUMO

As variáveis ambientais como temperatura e umidade relativa podem afetar o desenvolvimento de uma colônia, entretanto as abelhas utilizam mecanismos fisiológicos e comportamentais para a homeostase. Avaliar a influência de fatores ambientais e do material utilizado para construção das caixas do tipo Langstroth é fundamental para o melhor desempenho possível da colmeia, em todos os fatores, considerando principalmente o bem estar das abelhas, contudo, respeitando o meio ambiente em que a atividade esta instalada. O experimento foi realizado no setor de apicultura da Fazenda Experimental Iguatemi (FEI - PR), do Departamento de Zootecnia da UEM. O objetivo foi o de monitorar a temperatura e umidade relativa, de cinco em cinco minutos, durante doze dias do mês de março, avaliadas em quatro períodos do dia (1: 00h ao 06h; 2: 06h as 12h; 3: 12h as 18h e 4: 18h as 00h), dos anos de 2015 e 2016, de colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizada alojadas em colmeias de madeira (3) e isopor® (3), através de sensores, observando seus desempenhos. Para avaliação estatística, foi realizada análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância e o software utilizado foi o STATISTICA 8.0. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatística entre os materiais, no período de 2015, com valores de temperatura média de 34,98°C e umidade relativa de 60,22% (isopor®) e temperatura média de 34,85°C e a umidade relativa de 58,20% (madeira), no interior do ninho. No período de 2016, os valores temperatura média de 35,22°C e umidade relativa de 58,28% (isopor®) e temperatura média de 35,38°C e a umidade relativa de 59,96% (madeira), no interior do ninho. Houve diferença entre os períodos analisados sendo coerentes com a adaptação dos enxames pelos períodos ao longo de um dia sugerindo que as caixas de isopor® são aptas para a atividade apícola.

Palavras chave: homeostase, colmeia, umidade relativa, temperatura, caixa de isopor®, caixa de madeira.

AGROECOLOGICAL VIABILITY OF STYROFOAM BOX TO COLONIES OF AFRICANIZED *Apis mellifera* BEES BY THE MONITORING OF ENVIRONMENTAL VARIABLES

ABSTRACT

Environmental variables such as temperature and relative humidity can affect the development of a colony, however bees use physiological and behavioral mechanisms for homeostasis. To evaluate the influence of environmental factors and the material used for the construction of Langstroth type boxes is fundamental for the best possible performance of the hive, in all factors, considering mainly the welfare of the bees, however, respecting the environment in which the activity is installed. The experiment was carried out in the beekeeping sector of the Experimental Farm Iguatemi (FEI - PR), of the Animal Science Department of UEM. The objective was to monitor the temperature and relative humidity, every five minutes, during twelve days of March, evaluated in four periods of the day (1:00 a.m. to 6:00 a.m., 2:00 a.m. to 12 a.m., 3 a.m. to 6 a.m. And 4: 18h to 00h), from the years 2015 and 2016, colonies of Africanized *Apis mellifera* bees housed in wooden hives (3) and isopor® (3), through sensors, observing their performances. For statistical evaluation, analysis of variance (ANOVA) was performed and the means were compared by the Tukey test, at the 5% level of significance and the software used was STATISTICA 8.0. The results showed that there was no statistical difference between the materials in the period of 2015, with a mean temperature of 34.98°C and a relative humidity of 60.22% (isopor®) and a mean temperature of 34.85°C and the relative humidity of 58.20% (wood), inside the nest. In the period of 2016, the values average temperature of 35.22°C and relative humidity of 58.28% (isopor®) and average temperature of 35.38°C and the relative humidity of 59.96% (wood), inside the nest. There was a difference between the analyzed periods being consistent with the adaptation of the swarms during the periods during one day suggesting that the boxes of isopor® are apt for the beekeeping activity.

Keywords: homeostasis, hive, relative humidity, temperature, isopor® box, wooden box.

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------|--|----|
| Tabela 01. | Análise entre as médias de doze dias das temperaturas (°C) e umidades relativas (%) internas e externas (ambiente), das caixas de isopor [®] e/ou madeira, coletadas em março de 2015 | 09 |
| Tabela 02. | Análise entre as médias dos os períodos 1, 2, 3 e 4, entre caixas de isopor [®] e/ou madeira, das análises das temperaturas (°C) e umidades relativas (%) coletadas em março de 2015 | 09 |
| Tabela 03. | Análise entre as médias dos períodos 1, 2, 3 e 4 de doze dias, em relação às temperaturas (°C) e umidades relativas (%) das caixas de ISOPOR [®] , coletadas em março de 2015 | 10 |
| Tabela 04. | Análise entre as médias dos períodos 1, 2, 3 e 4 de doze dias, em relação às temperaturas (°C) e umidades relativas (%) das caixas de MADEIRA, coletadas em março de 2015 | 10 |
| Tabela 05. | Análise entre as médias de doze dias das temperaturas (°C) e umidades relativas (%) internas e externas (ambiente), das caixas de isopor [®] e/ou madeira, coletadas em março de 2016 | 11 |
| Tabela 06. | Análise entre as médias dos os períodos 1, 2, 3 e 4, entre caixas de isopor [®] e/ou madeira, das análises das temperaturas (°C) e umidades relativas (%) coletadas em março de 2016 | 11 |
| Tabela 07. | Análise entre as médias dos períodos 1, 2, 3 e 4 de doze dias, em relação às temperaturas (°C) e umidades relativas (%) das caixas de ISOPOR [®] , coletadas em março de 2016 | 12 |
| Tabela 08. | Análise entre as médias dos períodos 1, 2, 3 e 4 de doze dias, em relação às temperaturas (°C) e umidades relativas (%) das caixas de MADEIRA, coletadas em março de 2016 | 12 |
| Tabela 09. | Análise entre 2015 e 2016 das médias dos doze dias, das variáveis temperatura (°C) e umidade relativa (%), entre: caixas de isopor [®] , caixas de madeira e temperatura externa | 12 |
| Tabela 10. | Média simples da quantidade do ácaro <i>Varroa destructor</i> e taxa de infestação de 2016 | 13 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|----|
| Figura 01. | A. Caixa Langstroth de isopor®; B. Caixa de madeira; C. Sensor dentro da caixa; D. Case de armazenamento | 06 |
| Figura 02. | A. Peneira; B. Ácaros coletados; C. Vidro de coleta | 07 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO | iv |
| ABSTRACT | v |
| 1. INTRODUÇÃO | 01 |
| 1.1. Objetivo | 05 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 05 |
| 2.1. Local de instalação do experimento | 05 |
| 2.2. Caixas utilizadas | 05 |
| 2.3. Monitoramento dos dados | 06 |
| 2.4. Condução do experimento | 07 |
| 2.5. Coleta do ácaro <i>Varroa destructor</i> | 07 |
| 2.6. Análise estatística | 08 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 08 |
| 3.1. Análise dos dados coletados em 2015 | 09 |
| 3.2. Análise dos dados coletados em 2016 | 10 |
| 3.3. Análise dos dados coletados em 2015 e 2016 | 12 |
| 3.4. Dados do ácaro <i>Varroa destructor</i> | 13 |
| 3.5. Avaliação agroecológica | 14 |
| 4. CONCLUSÕES | 14 |
| 5. REFERÊNCIAS | 15 |

1. INTRODUÇÃO

A apicultura é uma atividade de criação de abelhas, *Apis mellifera*, sob controle do homem, alojadas em colmeias artificiais, utilizando métodos e equipamentos desenvolvidos para melhor explorar as capacidades naturais destes insetos (PERUCA et al., 2002). Por sua natureza, esta é uma atividade econômica conservadora das espécies, devido ao baixo impacto ambiental que ocasiona, possibilitando a utilização permanente dos recursos naturais e a não destruição do meio rural onde é instalada. (EMBRAPA, 2007).

Segundo o Art. 225 da Constituição Federal, sem exceção, todos “[...] têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para às presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

Lorenzoni Neto (2009) descreve o bem jurídico ambiental, sendo protegido e disciplinado pelo conjunto de leis, valorizando esse bem ambiental como direito referido à vida. Assim, o meio ambiente supera a denominação de que é um bem público, tendo em vista que não é só do Estado, mas também da coletividade esse dever.

O direito referido à vida, sob a perspectiva ecológica é também protegido pelo princípio do desenvolvimento sustentável, sendo este um termo genérico para um extenso número de preocupações que podem ser resumidas em três conceitos: bem estar social, economia e meio ambiente (MACHADO, 2014).

A apicultura é uma atividade que preenche todos os requisitos do tripé da sustentabilidade: o econômico, gerador de renda para os produtores; o social, ocupador de mão-de-obra familiar no campo, com diminuição do êxodo rural; e o ecológico, já que não há desmatamento para criar abelhas, necessitando-se delas, ao contrário, plantas vivas para a retirada do pólen e do néctar de suas flores, suas fontes alimentares básicas (ALCOFORADO, 1997).

O Brasil é um país tropical com flora abundante e recursos naturais aliados às espécies de abelhas, que tem como características a adaptabilidade a diferentes climas e resistência a doenças e produtividade, possuindo assim, grande potencial para a atividade apícola (EMBRAPA, 2007). Apesar disso, o desenvolvimento e o comportamento das colônias de abelhas, são influenciados por fatores ambientais como temperatura e umidade relativa do ar (ALMEIDA, 2008).

As abelhas respondem a estímulos por mobilização de mecanismos comportamentais e através de feromônios adaptativos, visando à manutenção do nível de homeostase (LIPINSK, 2001). Em *Apis mellifera* africanizada, a homeostase do ninho é um dos principais desafios dos insetos de organização social, pois os processos biológicos podem ser modificados e/ou alterados por variações da temperatura comprometendo o desenvolvimento das crias (JONES e OLDROYD, 2007). Na área de cria do ninho, as temperaturas são mantidas em 34°C á 36°C, faixa ótima para seu desenvolvimento (STABENTHEINER 2010).

Diversos componentes ambientais externos à colônia, como a disponibilidade de recursos alimentares, temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, apresentam efeitos específicos sobre as colônias, influenciando no comportamento e suas nas características (TOLEDO et al., 2010).

Este comportamento, de homesotase do ninho, reflete em outra estratégia termorreguladora adotada pelas operárias, elas espalham a água transportada no papo sobre todas as células da colônia e com a evaporação, há uma diminuição da temperatura interna da colônia, resultando em um resfriamento ativo (LINDAUER, 1955).

Segundo Winston (2003), as abelhas combinam mecanismos fisiológicos e comportamentais de homeostase para a termorregulação do ninho. Existe o mecanismo primário que é aquele antes do estabelecimento da colônia, onde ocorre a seleção do local de nidificação, importante para regulação do microclima do ninho e os secundários, que são estratégias desenvolvidas após o estabelecimento da colônia.

Em altas temperaturas, a colônia promove a ventilação pelo batimento das asas, onde as operárias ficam em uma posição estacionária para dirigir o ar quente para fora do ninho (SEELEY, 2006), essa ventilação permite ao ninho renovar o ar do interior da colmeia. Já em baixas temperaturas a resposta comportamental é o agrupamento e a vibração dos músculos torácicos de voo, onde as operárias são capazes de manter a temperatura do ninho estável formando grupos em torno da área do ninho, promovendo assim, geração de calor metabólico (JONES e OLDROYD, 2007).

Quanto á umidade relativa, no interior do ninho, as abelhas não possuem a capacidade de regula-la ativamente na colmeia devido à densidade de saturação de vapor de água no ar, que pode se elevar de acordo com a temperatura e com isso há restrições dos possíveis mecanismos de regulação, pois a umidade relativa pode variar em diferentes locais do ninho (LINDAUER, 1955). Entretanto, às vezes umidades relativas, com valores mais baixos que a umidade relativa externa, podem ser melhores devido as regiões

climáticas em que as caixas são instaladas, para evitar mofo nas fabricadas em madeira (DEVITO, 2010). Em um estudo realizado por Hossan (2013), ele pode observar que a umidade relativa interna do ninho deveria permanecer entre 75% até 85%, porém, as abelhas conseguem estabilizar esse valor para o seu bem estar.

A umidade também pode depender de variáveis externas, como a disponibilidade de água utilizada no resfriamento evaporativo ou a quantidade total de água agregada na colmeia, o que compromete ainda mais o seu regulamento (HUMAN, 2006). Ellis (2008), em estudo realizado com data logger, relatou que a média de umidade relativa no ninho em colônias saudáveis não apresentam um padrão à longo prazo, porém se mantêm relativamente constante durante o dia

A termorregulação é importante principalmente para o sucesso do desenvolvimento da cria, já que além de afetar características morfológicas e a sobrevivência da cria, um desenvolvimento em temperaturas “inadequadas” pode afetar outros fatores fisiológicos dos indivíduos e assim gerar consequências posteriores na sua vida adulta (ALMEIDA, 2008).

Uma observação a ser feita é sobre as possíveis consequências caso essas variáveis não estejam em equilíbrio para as abelhas, por exemplo, a varroastase, que é causada por um ácaro, *Varroa destructor*, e se tiver a infestação alta, pode causar severos danos à apicultura, como a enxameação (FERNANDEZ e COINEAU, 2006). Nas abelhas africanizadas, a taxa de infestação do ácaro *Varroa* é baixa, não causando danos à apicultura (CALDERÓN et al., 2010), porém, não se descarta observar a quantidade dele presente nas caixas, pois as variáveis mudam de um local para outro.

Avaliar a influência de fatores ambientais e do material utilizado para construção das caixas é fundamental para o melhor desempenho possível da colmeia, em todos os fatores, considerando principalmente o bem estar das abelhas e o manejo facilitado das caixas em que estão alojadas, tudo isso respeitando o meio ambiente em que se está instalado. Com isso, torna-se fundamental desenvolver e testar a eficácia de novos materiais para o meio apícola, em eficácia da temperatura e umidade, além de incluir em seu manejo, diversas estratégias que favoreçam o controle interno destes fatores.

Uma alternativa são as caixas padrão Langstroth fabricadas em isopor[®], que podem ser vantajosas para auxiliar no controle interno da *Apis mellifera* africanizada.

O “Isopor[®]”, marca registrada da Knauf Isopor[®] Ltda, possui uma resistência mecânica elevada, quando bem conservado. Além de baixa absorção de água, garantindo que mantenha suas características térmicas e mecânicas mesmo com ação da umidade e

resistente ao envelhecimento, devido às propriedades se manterem inalteradas, não embolorando, nem apodrecendo, sendo um ponto positivo ao se comparar com a caixa de madeira e economicamente interessante (ABRAPEX, 2016).

No Brasil, as caixas de isopor[®] são produzidas pela indústria Termotécnica, e segundo informações do site da empresa, a caixa, chamada de Mais Mel, apresenta uma série de diferenciais em comparação à caixa feita de madeira. Fabricadas no padrão Langstroth, além do design e do isolamento térmico, para atender as necessidades e os hábitos das abelhas, seu peso, mais leve que a de madeira e a ergonomia facilitam a disposição, manutenção e transporte das caixas, além de manter uma melhor estabilidade térmica dentro da caixa, gerando conforto e reduzindo o stress das abelhas, que não precisam se movimentar tanto ou consumir parte do mel estocado para repor energia ou amenizar as diferenças de temperatura e umidade relativa na colmeia. Auxiliando no equilíbrio do enxame no que diz respeito à manutenção das crias e reprodução, fácil montagem, além de que a própria empresa possui coleta seletiva para reciclagem do material isopor[®] e não causa danos à camada de ozônio no processo de fabricação (TERMOTÉCNICA, 2016).

Com relação ao monitoramento da temperatura e umidade dessas caixas, a velocidade com que os avanços tecnológicos proporcionam, há um crescimento do uso de sistemas móveis, pelo fato desses avanços viabilizarem a miniaturização dos dispositivos computacionais e a sua comunicação sem fio (COULOURIS et al., 2007).

Esse monitoramento e controle do ambiente físico permitem que um sistema móvel se apresente como uma solução efetiva para a área ambiental, como monitoramento de áreas de desastre e áreas que ofereçam riscos à vida humana, além do gerenciamento de infraestrutura de biotecnologia, controle industrial, telemedicina, segurança pública entre outras (HERLIEN et al., 2010).

As rápidas melhorias nos sistemas de medição da temperatura e tecnologias globais, permitem aplicações economicamente viáveis na apicultura. Essa captura contínua de dados e sua análise podem ser usadas para monitorar colmeias individuais e esses dados adaptados para a manutenção de colônias (ZACEPINS, 2013). As colônias de abelhas podem ser monitoradas automaticamente usando diferentes abordagens e métodos, a coleta de dados através dos sensores pode variar, assim como a transmissão de dados e seu armazenamento (KVIESIS, 2015). A temperatura é o fator que pode ser facilmente monitorado além de economicamente viável, sua monitorização pode ser completada utilizando várias tecnologias, sistemas e métodos de informação (KVIESIS,

2015). Atualmente, as áreas de sistemas móveis visam explorar a conectividade oferecida pela comunicação sem fio desses dispositivos combinada com sua utilização de forma em benefício da sociedade, como por exemplo, em aplicações de monitoramento e controle ambiental (SILVA, 2016).

Portanto, sistemas móveis possuem um grande potencial para a área em questão: monitoramento e controle da temperatura e umidade interna do ninho de *Apis mellifera* africanizada.

1.1. Objetivo

Avaliar a temperatura e a umidade relativa interna de colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizada alojadas em caixas de madeira e/ou isopor[®], através de sensores em um sistema móvel.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de instalação do experimento

O experimento foi implantado na Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá, no Setor de Apicultura. O apiário está localizado em local arejado, disposto diretamente às variações climáticas, sombreado, sem luz direta do sol, entre árvores nativas e eucaliptos no local chamado de “apiário da clareira”. A localização geográfica é de 23° 25’ S e 52° 51’ O a 550 metros de altitude.

2.2. Caixas utilizadas

Foram implantadas três caixas de isopor[®] e três caixas de madeira fabricadas em eucalipto, certificadas pelo FSC (*Forest Stewardship Council*) e fabricadas seguindo o padrão Langstroth. Essas caixas foram dispostas em formato de “U” e enumeradas sequencialmente, alternando uma caixa de cada material lado a lado. Em cada caixa foram utilizados favos feitos com cera alveolada no próprio laboratório da fazenda. Os enxames foram coletados na região de Maringá e para a sua padronização, as abelhas foram alimentadas uma vez por semana com xarope de açúcar na proporção 1:1, por um período de dois meses (EMBRAPA, 2007).

2.3. Monitoramento dos dados

O sensor foi implantado no quadro central de cada caixa. Os sensores foram ligados por fios a uma placa, com transmissor via WiFi e a rede elétrica. Os dados foram acessados separadamente por caixas, através do sistema Linux. Foram utilizados, em cada caixa: sensores de umidade relativa e de temperatura, placa Raspberry Pi, case de acrílico para a placa, cartão de memória com capacidade de 32G de armazenamento, adaptador de Wireless – USB, fonte de 5v alimentada por 110v, extensão de fio, cabo de alta voltagem, caixa de tic tac e recipiente plástico.

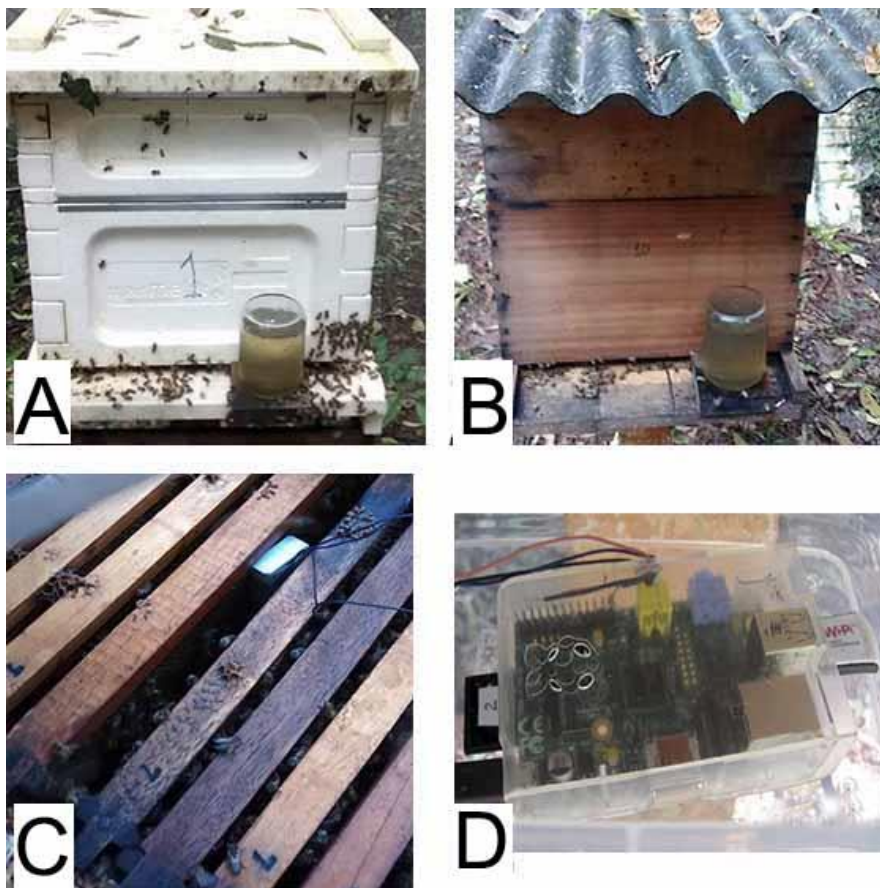


Figura 01: A. Caixa de isopor®; B. Caixa de madeira; C. Sensor dentro da caixa; D. Case de armazenamento.

2.4. Condução do experimento

Os dados de temperatura e umidade foram coletados, de cinco em cinco minutos, no período do mês de março, nos anos de 2015 e 2016 e organizados em planilhas no Microsoft Excel. Os dados foram organizados por períodos pré-determinados, de 6h em 6h, são eles:

- Período 1: intervalo de horário de 00h – 06h;
- Período 2: intervalo de horário de 06h – 12h;
- Período 3: intervalo de horário de 12h – 18h;
- Período 4: intervalo de horário de 18h – 00h.

2.5. Coleta do ácaro *Varroa destructor*

Nos meses finais do ano de 2016, foram realizadas duas coletas, com intervalo de trinta dias, do ácaro para verificar a taxa de infestação. Na Figura 02 podemos observar como as varroas foram coletadas.

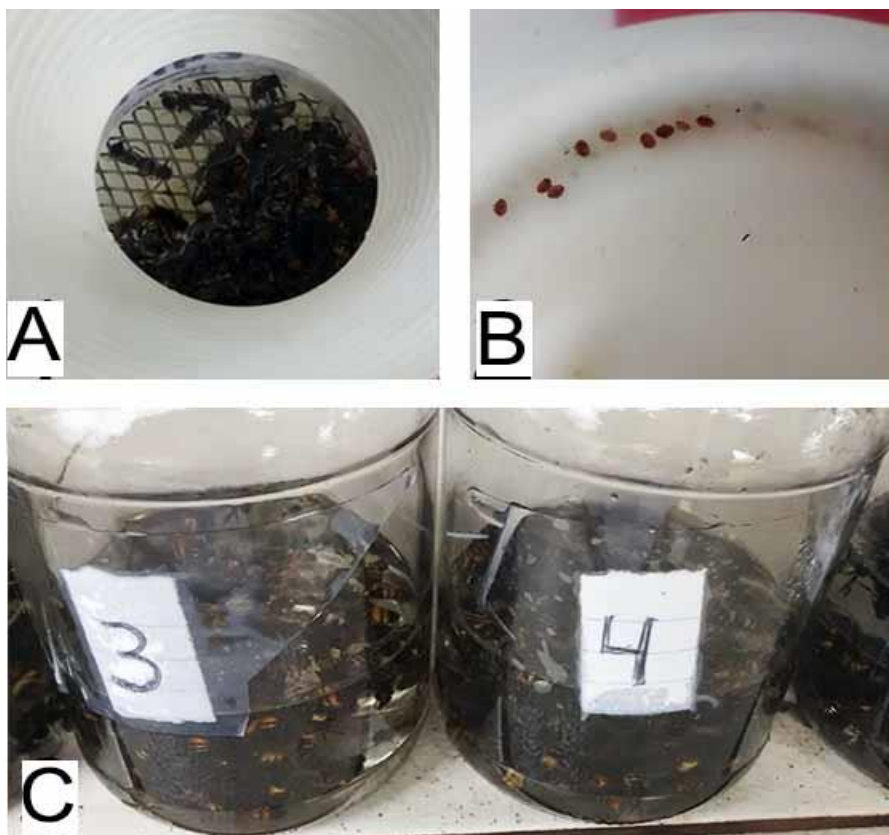


Figura 02: A. Peneira; B. Ácaros coletados; C. Vidro de coleta

Foi coletada uma quantidade próxima a 100 abelhas de cada caixa, em um vidro com tampa, preenchido pela metade com álcool 70%. Após isso, os vidros foram agitados e seu conteúdo transferido para um vasilhame contendo uma peneira de metal, separando os ácaros das abelhas (JONG, 1986). No final do processo o número de ácaros que ficaram no recipiente, que recebeu o conteúdo crivado, podendo ser logo contados ou o líquido pode ser passado por um pano branco que retêm as varroas tornando-se mais fácil a sua contagem (MENDES, 2004). A taxa de infestação foi calculada da seguinte maneira:

$$\text{Cálculo da Taxa de Infestação por colônia: } TI = \frac{\text{n}^\circ \text{ de } \textit{Varroa destructor}}{\text{n}^\circ \text{ de abelhas adultas} \times 100}$$

2.6. Análise estatística

Para a análise foi utilizado o intervalo dos dias 4 á 15 do mês de março, totalizando doze dias, dos anos de 2015 e 2016. Foram utilizadas três caixas fabricadas em isopor[®] e três caixas fabricadas em madeira. Para avaliação estatística foi realizada análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância e o software utilizado foi o STATISTICA 8.0 (Statsoft, Oklahoma 2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As abelhas são eficientes para regularizar o equilíbrio ideal para a homeostase do ninho, inclusive selecionando locais ideais para nidificar. Considerando esta capacidade, é o que nos leva à busca de novos materiais, dentro de um contexto de sustentabilidade para a confecção das caixas.

Nos resultados, foram analisados os materiais em que as caixas são fabricadas, madeira e/ou isopor[®], observando a variação de temperatura e umidade relativa do interior do ninho de cada uma. Realizando análises de um comparativo geral, sobre os materiais de fabricação e sobre os períodos coletados.

Os resultados obtidos nesta pesquisa podem ser observados nas tabelas a seguir.

3.1. Análises dos dados coletados em 2015

As abelhas são eficientes para regularizar o equilíbrio ideal da homeostase do ninho, inclusive selecionando locais ideais para nidificar. Considerando estes fatos nos possibilita testar novos materiais para a confecção das caixas padrão Langstroth.

Os resultados das caixas de isopor[®] e ou de madeira em relação às médias dos doze dias das temperaturas (°C) e umidades relativas (%) internas e externas (ambiente) e as médias dos quatro períodos podem ser observados nas Tabelas 01 e 02.

Tabela 01. Análise entre as médias de doze dias das temperaturas (°C) e umidades relativas (%) internas e externas (ambiente), das caixas de isopor[®] e/ou de madeira, coletadas em março de 2015⁽¹⁾

| CAIXA | TEMPERATURA | UMIDADE |
|---------------------|----------------|----------------|
| ISOPOR [®] | 34,987 ± 0,2 a | 60,224 ± 1,4 b |
| MADEIRA | 34,855 ± 0,1 a | 58,205 ± 2,1 b |
| AMBIENTE | 23,580 ± 0,2 b | 92,280 ± 1,7 b |

⁽¹⁾Média±desvio-padrão seguida de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as médias (p≤0,05).

Tabela 02. Análise entre as médias dos os períodos 1, 2, 3 e 4 ⁽¹⁾ entre caixas de isopor[®] e/ou de madeira, das análises das temperaturas (°C) e umidades relativas (%) coletadas em março de 2015⁽²⁾

| PERÍODO | ISOPOR [®] | | MADEIRA | |
|---------|---------------------|----------------|----------------|----------------|
| | TEMPERATURA | UMIDADE | TEMPERATURA | UMIDADE |
| 1 | 34,882 ± 0,2 a | 59,956 ± 1,6 b | 34,901 ± 0,1 c | 58,101 ± 1,8 d |
| 2 | 35,017 ± 0,1 a | 58,758 ± 2,1 b | 34,827 ± 0,2 c | 56,625 ± 2,2 d |
| 3 | 35,071 ± 0,2 a | 60,578 ± 2,3 b | 34,838 ± 0,2 c | 58,463 ± 2,3 d |
| 4 | 34,977 ± 0,3 a | 61,593 ± 1,7 b | 34,856 ± 0,2 c | 59,638 ± 1,7 d |

⁽¹⁾ Período 1: 00h as 06h; 2: 06h as 12h; 3: 12h as 18h e 4: 18h as 00h; ⁽²⁾Média±desvio-padrão seguida de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as médias (p≤0,05).

Podemos observar nas Tabelas 01 e 02, que não houve resultado significativo entre as variáveis descritas quando realizado um comparativo geral entre os materiais de fabricação das caixas. Em relação à temperatura, podemos observar que, obtiveram um resultado de 34,98°C na caixa de isopor[®] e de 34,85°C na caixa de madeira.

Em um estudo realizado por Stabentheiner (2010), realizando um comparativo aos materiais em que as caixas são fabricadas, relacionados com a temperatura e umidade externa, as mesmas mantêm a temperatura ideal para *Apis mellifera* africanizada, que é de 33°C e 36°C, resultado da homeostase das abelhas. Sendo assim, uma temperatura ideal para o desenvolvimento da colônia.

Analisando as Tabelas 03 e 04, há uma diferença significativa da variável umidade relativa entre os períodos, que foram pré-determinados, observando valores de umidade relativa para caixa de isopor[®] entre 57,42% até 66,14% e para caixa de madeira entre 53,08% até 60,93%. Em um estudo realizado por Human (2006), sobre a regulação da umidade relativa do ar em ninhos de abelha *Apis mellifera scutellata*, afirma que as abelhas operárias podem ajustar a umidade relativa do ar para limites sub-ótimos, observando um valor médio de 62,94%, podendo ser regulada de forma passiva (da evaporação do néctar das flores) ou ativa (coleta de água e ventilação da colmeia). Há uma abordagem termodinâmica limite da evaporação para que abelhas possam esfriar a colméia (ABBOTT, 2016).

Tabela 03. Análise entre as médias dos períodos 1, 2, 3 e 4 ⁽¹⁾ de doze dias, em relação às temperaturas (°C) e umidades relativas (%) das caixas de ISOPOR[®], coletadas em março de 2015⁽²⁾

| P | CAIXA 01 | | CAIXA 02 | | CAIXA 03 | |
|---|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | TEMP. | UMID. | TEMP. | UMID. | TEMP. | UMID. |
| 1 | 34,542 ± 0,1 a | 57,608 ± 2,3 c | 35,064 ± 0,1 a | 59,067 ± 3,2 d | 35,040 ± 0,1 a | 63,195 ± 2,8 b |
| 2 | 34,724 ± 0,2 ab | 57,420 ± 2,7 c | 35,175 ± 0,1 bc | 56,985 ± 3,4 e | 35,153 ± 0,1 a | 61,869 ± 2,7 b |
| 3 | 34,827 ± 0,1 b | 57,543 ± 3,3 c | 35,197 ± 0,2 c | 59,103 ± 2,3 d | 35,190 ± 0,2 a | 65,089 ± 3,1 c |
| 4 | 34,672 ± 0,1 ab | 57,638 ± 2,9 c | 35,107 ± 0,1 ab | 60,996 ± 2,9 f | 35,154 ± 0,1 a | 66,146 ± 2,2 c |

⁽¹⁾Período 1: 00h as 06h; 2: 06h as 12h; 3: 12h as 18h e 4: 18h as 00h; ⁽²⁾Média±desvio-padrão seguida de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as médias (p≤0,05).

Tabela 04. Análise entre as médias dos períodos 1, 2, 3 e 4 ⁽¹⁾ de doze dias, em relação às temperaturas (°C) e as umidades relativas (%) das caixas de MADEIRA[®], coletadas em março de 2015⁽²⁾

| P | CAIXA 01 | | CAIXA 02 | |
|---|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | TEMP. | UMID. | TEMP. | UMID. |
| 1 | 35,003 ± 0,1 a | 55,360 ± 3,3 bc | 34,799 ± 0,2 a | 60,842 ± 2,3 bc |
| 2 | 34,880 ± 0,2 a | 53,087 ± 2,3 c | 34,775 ± 0,1 a | 60,163 ± 2,8 b |
| 3 | 34,863 ± 0,2 a | 56,572 ± 3,0 b | 34,813 ± 0,2 a | 60,354 ± 2,4 bc |
| 4 | 34,905 ± 0,1 a | 58,340 ± 2,7 b | 34,808 ± 0,2 a | 60,936 ± 2,8 c |

⁽¹⁾Período 1: 00h as 06h; 2: 06h as 12h; 3: 12h as 18h e 4: 18h as 00h; ⁽²⁾Média±desvio-padrão seguida de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as médias (p≤0,05).

3.2. Análise dos dados coletados em 2016

Os resultados do período de 2016 podem ser observados nas Tabelas 05 e 06, e analisando os dados podemos observar que não houve significância com relação às variáveis quando realizado um comparativo geral entre os materiais de fabricação das caixas, foram observados valores médios de temperatura de 35,22°C nas caixas de isopor[®]

e de 35,38°C nas caixas de madeira. Em um estudo realizado por Seeley (2006), as operárias podem realizar ventilação pelo batimento das asas e promover a evaporação de pequenas gotas espalhadas sobre alvéolos, para manter essas variáveis estáveis e de bem estar para a colméia, mantendo valores de temperatura interna do ninho entre 34,1°C e 35,8°C, semelhantes aos obtidos nesta pesquisa. Resultados semelhantes também podem ser corroborados pelos foram obtidos por Davis (2015), em um estudo com datalogger, obtendo uma oscilação de temperatura de intervalo de 33,9°C á 35,6°C, em colméias tipo Langstroth, enquanto a temperatura externa variou de 17°C á 30°C.

Tabela 05. Análise entre as médias de doze dias das temperaturas (°C) e umidades relativas (%) internas e externas (ambiente), das caixas de isopor® e/ou de madeira, coletadas em março de 2016⁽¹⁾

| CAIXA | TEMPERATURA | UMIDADE |
|----------|----------------|----------------|
| ISOPOR® | 35,226 ± 0,4 a | 56,282 ± 4,5 c |
| MADEIRA | 35,384 ± 0,4 a | 59,961 ± 3,3 c |
| AMBIENTE | 23,130 ± 0,2 b | 84,946 ± 3,7 d |

⁽¹⁾Média±desvio-padrão seguida de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as médias (p≤0,05).

Tabela 06. Análise entre as médias dos períodos 1, 2, 3 e 4 ⁽¹⁾ entre caixas de isopor® e/ou de madeira, das análises das temperaturas (°C) e umidades relativas (%) coletadas em março de 2016⁽²⁾

| PERÍODO | ISOPOR® | | MADEIRA | |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | TEMPERATURA | UMIDADE | TEMPERATURA | UMIDADE |
| 1 | 35,268 ± 0,4 a | 55,045 ± 2,1 b | 35,402 ± 0,4 c | 57,954 ± 2,3 d |
| 2 | 35,234 ± 0,6 a | 56,202 ± 2,3 b | 35,392 ± 0,3 c | 60,868 ± 2,2 d |
| 3 | 35,260 ± 0,4 a | 57,320 ± 1,7 b | 35,453 ± 0,2 c | 61,944 ± 1,7 d |
| 4 | 35,149 ± 0,2 a | 56,539 ± 1,9 b | 35,296 ± 0,1 c | 58,847 ± 2,1 d |

(1) Período 1: 00h as 06h; 2: 06h as 12h; 3: 12h as 18h e 4: 18h as 00h; ⁽²⁾Média±desvio-padrão seguida de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as médias (p≤0,05).

Analisando as Tabelas 07 e 08, em um comparativo por período, houve uma significância entre a variável umidade relativa analisada, com valores variando de 50,51% até 62,42% nas caixas de isopor® e de 55,82% até 63,37% nas caixas de madeira. Segundo um estudo realizado por Lopes (2008), o sombreamento se mostra efetivo na redução das amplitudes térmicas externas e umidades relativas, para evitar o gasto excessivo de energia e tempo das abelhas no processo de resfriamento do ninho, observando uma média da umidade relativa de 56,92%, no interior do ninho

Tabela 07. Análise entre as médias dos períodos 1, 2, 3 e 4 ⁽¹⁾ de doze dias, em relação às temperaturas (°C) e umidades relativas (%) das caixas de ISOPOR[®], coletadas em março de 2016⁽²⁾

| P | CAIXA 01 | | CAIXA 02 | | CAIXA 03 | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | TEMP. | UMID. | TEMP. | UMID. | TEMP. | UMID. |
| 1 | 35,600 ± 0,3 a | 50,517 ± 3,3 b | 34,990 ± 0,2 a | 55,362 ± 3,6 b | 35,216 ± 0,2 a | 59,262 ± 3,3 b |
| 2 | 35,411 ± 0,2 a | 52,059 ± 4,3 b | 35,104 ± 0,1 a | 54,482 ± 3,2 b | 35,187 ± 0,1 a | 62,065 ± 3,6 b |
| 3 | 35,429 ± 0,2 a | 52,229 ± 3,2 b | 35,052 ± 0,2 a | 57,310 ± 2,3 b | 35,300 ± 0,2 a | 62,423 ± 2,6 b |
| 4 | 35,479 ± 0,1 a | 51,395 ± 3,7 b | 34,875 ± 0,3 a | 59,015 ± 2,7 b | 35,095 ± 0,1 a | 59,194 ± 3,3 b |

⁽¹⁾ Período 1: 00h as 06h; 2: 06h as 12h; 3: 12h as 18h e 4: 18h as 00h; ⁽²⁾ Média±desvio-padrão seguida de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as médias (p≤0,05).

Tabela 08. Análise entre as médias dos períodos 1, 2, 3 e 4 ⁽¹⁾ de doze dias, em relação às temperaturas (°C) e as umidades relativas (%) das caixas de MADEIRA, coletadas em março de 2016⁽²⁾

| P | CAIXA 01 | | CAIXA 02 | | CAIXA 03 | |
|---|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | TEMP. | UMID. | TEMP. | UMID. | TEMP. | UMID. |
| 1 | 35,490 ± 0,2 a | 55,826 ± 4,3 b | 35,254 ± 0,2 a | 57,912 ± 3,7 b | 35,462 ± 0,2 a | 60,125 ± 2,7 b |
| 2 | 35,523 ± 0,1 a | 59,452 ± 2,9 bc | 35,298 ± 0,2 a | 59,781 ± 3,3 b | 35,355 ± 0,1 a | 63,372 ± 2,5 b |
| 3 | 35,617 ± 0,3 a | 61,784 ± 3,6 c | 35,353 ± 0,3 a | 61,120 ± 3,1 b | 35,390 ± 0,2 a | 62,629 ± 2,1 b |
| 4 | 35,561 ± 0,2 a | 58,063 ± 3,9 bc | 35,065 ± 0,1 a | 58,444 ± 3,8 b | 35,263 ± 0,2 a | 60,036 ± 3,0 b |

⁽¹⁾ Período 1: 00h as 06h; 2: 06h as 12h; 3: 12h as 18h e 4: 18h as 00h; ⁽²⁾ Média±desvio-padrão seguida de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as médias (p≤0,05).

3.3. Análise dos dados coletados em 2015 e 2016

Fazermos uma avaliação do comportamento da *Apis mellifera* ao longo de dois anos é importante para consolidarmos se novos materiais podem ser avaliados para a confecção de novas caixas Langstroth e os dados analisados podem ser observados nas Tabela 09.

Tabela 09. Análise entre 2015 e 2016 das médias dos doze dias, das variáveis temperatura (°C) e umidade relativa (%), entre as caixas de isopor[®] e/ou as caixas de madeira e temperatura externa⁽¹⁾

| ANO | TEMPERATURA | UMIDADE |
|------|----------------|----------------|
| 2015 | 31,140 ± 0,4 a | 70,236 ± 3,3 b |
| 2016 | 31,246 ± 0,4 a | 67,075 ± 3,5 b |

⁽¹⁾ Média±desvio-padrão seguida de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as médias (p≤0,05).

Analisando a Tabela 09, podemos observar que não houve uma diferença significativa entre os anos do experimento, observando médias de temperatura e umidade relativa em 2015 de 31,14°C e 70,23% e em 2016, 31,24°C e 67,07%, respectivamente.

Isso comprova mais uma vez, a capacidade de homeostase da *Apis mellifera* africanizada, obtendo-se resultados semelhantes ao de Tautz (2007) onde se observou que a temperatura média na área de cria abrange de 33,3°C a 36,5°C. Jones (2004) também observou uma temperatura média de 34,7°C mantida por colônias uniformes ao longo de duas semanas. Já Sheridan e Collison (2016), observaram que a temperatura interna de uma colmeia de abelhas do varia de 31°C na periferia até 36°C na área central do ninho, independentemente das condições ambientais as abelhas operárias mantêm homeostase da colmeia.

3.4. Dados do ácaro *Varroa destructor*

O ácaro *Varroa destructor*, com o manejo adequado do apiário, não é considerado uma ameaça para *Apis mellifera* africanizada. Em um estudo realizado por Moretto e Mello (2000) observaram que colônias de *Apis mellifera* africanizada foram sete vezes mais eficientes que colônias de abelhas italianas em controlar o ácaro dentro da colmeia. Resultados semelhantes foram obtidos por Carneiro et al. (2007) com abelhas africanizadas que obtiveram taxa de infestação do ácaro baixa, menor que 5%, não causando danos a apicultura brasileira.

Tabela 10. Média simples da quantidade do ácaro *Varroa destructor* e taxa de infestação em 2016

| COLETA | CAIXA | ÁCARO | ABELHA | TI % |
|--------|---------------------|-------|--------|------|
| 1 | MADEIRA | 5,0 | 128,2 | 3,9 |
| 1 | ISOPOR [®] | 4,8 | 123,0 | 3,9 |
| 2 | MADEIRA | 2,8 | 106,6 | 2,6 |
| 2 | ISOPOR [®] | 6,2 | 123,6 | 5,0 |

Como mostrado na Tabela 10, a variação da taxa de infestação foi de 2,6% até 3,9% em caixas de madeira e de 3,9% até 5,0% em caixas de isopor[®]. Pegoraro et al. (2000) constataram em seu trabalho sobre infestação natural de *Varroa jacobsoni* em *Apis mellifera scutellata*, uma infestação, que variou de 0,9% até 17,10%. Para níveis de infestação superiores a 15%, deve ser aplicado tratamento adequado contra o ácaro *Varroa destructor* (MURILHAS e CASACA, 2004).

3.5. Avaliação agroecológica

O planejamento para um desenvolvimento sustentável nada mais é do que um gerenciamento de recursos, pelo qual a direção e a qualidade das condições ambientais são monitoradas para uma resposta política efetiva (DERANI, 2009). O isopor[®], sendo um material de baixo custo, inerte, inodoro e alta durabilidade, desde que manejado da maneira correta, se torna uma opção sustentável.

Assim, uma compatibilização da atividade econômica com o potencial do homem e do meio natural, sem exauri-las, são expressões do desenvolvimento sustentável (DERANI, 2009).

Entender os mecanismos termorregulatórios, é uma forma útil para estudos de mecanismos de auto - organização em *Apis mellifera* africanizada, por causa da temperatura, tanto do ambiente, como do interior do ninho. A regulação da temperatura em abelhas pode envolver uma série de mecanismos, seja de aquecimento em condições de baixas temperaturas, ou esfriamento, se a temperatura estiver elevada. Todos os mecanismos envolvidos no controle da temperatura são coordenados pela colônia, a fim de manter a temperatura ideal do ninho. O mecanismo de termorregulação das abelhas é bastante conhecido no gênero *Apis*, que conseguem manter com bastante eficiência o controle da temperatura interna de suas colônias.

4. CONCLUSÕES

Segundo os resultados obtidos, podemos observar uma significância entre as variáveis avaliadas apenas quando comparadas entre os períodos estabelecidos do dia, não havendo diferença significativa entre as caixas em si ou o material em que elas são fabricadas. Esse resultado pode ser influenciado pela posição em que se encontra a caixa no apiário, podendo estar em local mais ou menos sombreado. A caixa de isopor[®] se mostrou uma alternativa positiva para substituir a caixa de madeira, pois conseguiu manter o bem estar das abelhas, onde as mesmas conseguiram realizar, de uma forma ótima, a homeostase do ninho e manter baixa a infestação do ácaro *Varroa destructor*.

5. REFERÊNCIAS

- ABRAPEX. **Associação Brasileira Poliestireno Expandido**. 2016. Disponível em: <http://www.abrapex.com.br/>. Acesso em 22/12/2016.
- ALCOFORADO FILHO, G. **Flora da caatinga: conservação por meio da apicultura**. Congresso Nacional de Botânica. Crato, CE. Resumos. Fortaleza: BNB, p.362.1997.
- ALMEIDA, G. F. **Fatores que interferem no comportamento enxameatório de abelhas africanizadas**. 120 f. Tese (Doutorado em Ciências)–Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2008.
- BRASIL, **CONSTITUIÇÃO FEDERAL BRASILEIRA**. 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 22/12/2016.
- 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.
- CARNEIRO F.E. et al. Changes in the reproductive ability of the mite *Varroa destructor* in Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.), colonies in Southern Brazil. In: **Neotropical Entomology**, v.36, n.6, p.949-952, 2007.
- COULOURIS, G., DOLLIMORE, J., KIMDBERG, T. **Sistemas Distribuídos: conceitos e projetos**. 4ª ed. Ed Bookman. Porto Alegre, RS. 2007.
- DAVIS. M. E. **Metabolic Rate Of Honeybees At The Hive Entrance**. The National Conference On Undergraduate Research (NCUR). Eastern Washington University, Cheney, WA. April 16-18, 2015.
- DERANI, C. **Direito Ambiental Economico**. 3ª ed. Ed Saraiva. Pg 157- 158. São Paulo, SP.2009.
- DE VITO, D. **Beekeeping : a primer on starting & keeping a hive**. **Sterling Innovation**. New York. isbn: 978-1-4027-7006-7. 2010.
- ELLIS, B. M. **Homeostasis: Humidity and water relations in honeybees colonies (*Apis mellifera*)**. 126 f. Dissertation (Master's) - Faculty of Natural and agricultural Sciences, University of Pretoria, Pretoria, 2008.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Criação de abelhas: apicultura**. Embrapa Meio Norte. 113p. Brasília, DF. 2007.
- FERNANDEZ N.; COINEAU Y. **Varroa the serial bee killer mite**. Ed Atlantica. 259p. Wageningen. NL. 2006.
- HERLIEN, R., O'REILLY, T., HEADLEY, K., EDGINGTON, D., TILAK, S., FOUNTAIN, T., SHIN, P. **“An Ocean Observatory Sensor Network Application”**. In: Proceedings of IEEE Sensors Conference, pp. 1837– 1842.USA. 2010.
- HOSSAM, F. A., AHMAD, A., ABDELSALAM, M. **“Honey bee colonies performance enhance by newly modified beehives”**. In: Journal of Apicultural Science 57.2 (Dec. 1,

2013), pp. 45–57. Disponível em: <http://www.degruyter.com/view/j/jas.2013.57.issue-2/jas-2013-0016/jas-2013-0016>. Acessado em: 12/01/2017.

HUMAN H, NICOLSON S.W, DIETEMANN V. Do honeybees, *Apis mellifera scutellata*, regulate humidity in their nest?. In: **Naturwissenschaften, the science of nature**. v.93, p.397-401. 2006.Germany.

JONES, J., MYERSCOUGH, M., GRAHAM, S. BENJAMIN, P. Honey Bee Nest Thermoregulation: Diversity Promotes Stability. **Science** 16. July.Vol.305.pg.402-404. 2004.

JONES, J.C. e OLDROYD, B.P. Nest thermoregulation in social insects. Advances. In: **Insecty Physiology**. San Diego. v.33 . 2007.

JONG, D.; MANTILLA Y C. **Varroa jacobsoni: Informe sobre biologia, diagnóstico y evaluación de infestaciones**. FMRP-USP, Brasil. Mimeo. 8 pp, 1986.

KVIESISA, A., ZACEPINSKA, A. System Architectures for Real-time Bee Colony Temperature Monitoring. **Science Direct, Procedia Computer Science** 43. Pg86-94. 2015.

LINDAUER, M. **The water economy and temperature regulation of the honeybee colony**. In: Zoologisches Institut der Universitat Munchen. Germany. 1955.

LIPINSKI, Z. **Essence and mechanism of nest abandonment by honeybee swarms: swarming, absconding, migration and related phenomena**. ISBN-83-913517-0-X. 293p. 2001.

LORENZONI NETO, A. **Contrato de créditos de carbono: análise crítica das mudanças climáticas**. 1ª ed. Ed Juruá. Curitiba. p 55. ISBN: 978-85-362-2501-2. 2009.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 22ª ed. Ed Malheiros. p85. ISBN – 978-85-392-0214-0. São Paulo. Sp. 2014.

MENDES, V.; **Estudo da ação do própolis na sanidade apícola**. Relatório do trabalho de fim de curso de Engenharia Agrônômica; Lisboa, pp 3-28. 2004.

MORETTO G.; MELLO L.J. Resistance of Africanized bees (*Apis mellifera*) as a cause of mortality of the mite *Varroa destructor* in Brazil. **American Bee Journal**. v.11, p.895-897, 2000.

MURILHAS, A.; CASACA, J. Utilização do timol na luta contra a varroa em Portugal; Programa AGRO; Desenvolvimento Experimental Natural World; **Nature Chemical Biology** 3; 408-414. 2010.

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

PERUCA, R. D.; et al. **Projeto de fortalecimento da apicultura dos agricultores familiares no estado de Mato Grosso do Sul**.13 p. 2002.

SEELEY, T. D. **Ecologia da abelha**: um estudo de adaptação na vida social. 256p. Porto Alegre. Ed Paixão, 2006.

SHERIDAN, A., COLLISON, H. Thermoregulation of the Hive. **Bee News and Views**. The Mississippi Beekeepers Association Newsletter. July-August 2016.

SILVA, A.F. **Um sistema móvel aplicado a apicultura**. Relatório PIC - UEM. Maringá, PR.2016.

STABENTHEINER, A. KOVAC, H., BRODSCHNEIDER,R. Honeybee Colony Thermoregulation : Regulatory Mechanisms and Contribution of Individuals in Dependence on Age, Location and Thermal Stress. In: **Journal Plos One**. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0008967>. Acessado em: 12/12/2016.

TERMOTÉCNICA. **Térmoténica**. Disponível em: <http://www.termotecnica.ind.br/> <http://www.caixamaismel.com.br/>. Acessado em: 15/09/2016.

TOLEDO, V.A.A.; NEVES, C.A.; ALVES, E.M.; OLIVEIRA, J.R.; RUVOLOTAKASUSUKI, M.C.C.; FAQUINELLO, P. Produção de geleia real em colônias de abelhas africanizadas considerando diferentes suplementos proteicos e a influência de fatores ambientais. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**. v. 32, n. 1, p. 93-100, 2010.

WINSTON, M. L. **A biologia da abelha**. Porto Alegre. Ed Magister, 2003.

ZACEPINS, A, LATVIA, T. K. **Application of temperature measurements for bee colony monitoring**: a review. University of Agriculture. Engineering for rural development, Jelgava, 23.-24.05.Turkey. 2013.