

UFRRJ

INSTITUTO DE ZOOTECNIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

NUTRIÇÃO, ALIMENTAÇÃO E PRODUÇÃO DE NÃO-

RUMINANTES

DISSERTAÇÃO

A ARGAMASSA CIMENTO-VERMICULITA NA

CONSTRUÇÃO DE

COLMÉIAS MODELO *LANGSTROTH*

Rodolfo Gonçalves Cidreira

2003



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**A ARGAMASSA CIMENTO-VERMICULITA NA CONSTRUÇÃO
DE COLMÉIAS MODELO *LANGSTROTH***

RODOLFO GONÇALVES CIDREIRA

Sob a Orientação da professora
Maria Cristina Affonso Lorenzon
e Co-orientação dos Professores
Edmundo Ventura Rodrigues e
Antonio Assis Vieira

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção do grau
de **Magister Scientiae** em Zootecnia,
Área de Concentração em Nutrição,
Alimentação e Produção de Não-
Ruminantes

Seropédica, RJ
Abril de 2003

638.14028
C568a
T

Cidreira, Rodolfo Gonçalves, 1950-
A argamassa cimento-vermiculita na
construção de colméias modelo Langstroth /
Rodolfo Gonçalves Cidreira, 2003.
47f. : il., graf., tab.

Orientador: Maria Cristina Affonso
Lorenzon.

Dissertação(mestrado)- Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto
de Zootecnia.

Bibliografia: f. 38-41.

1. Abelha - africanizada - Teses. 2.
Abelha - africanizada - Criação -
Equipamento e acessórios - Teses. 3.
Abelha - africanizada - Biologia - Teses.
4. Abelha - africanizada - Comportamento -
Fatores climáticos - Teses. 5. Argamassa -
Teses. 6. Vermiculita - Teses. I.
Lorenzon, Maria Cristina Affonso, 1958-
II. Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Instituto de Zootecnia. III.
Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

RODOLFO GONÇALVES CIDREIRA

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de concentração em Nutrição, Alimentação e Produção de Não-Ruminantes, como requisito parcial para obtenção do grau de Magister Scientiae, em Zootecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ----/-----/-----

Nome completo. Título (Dr., Ph. D.) Instituição
(Orientador)

Nome completo. Título (Dr., Ph. D.) Instituição

Nome completo. Título (Dr., Ph. D.) Instituição

Nome completo. Título (Dr., Ph. D.) Instituição

DEDICATÓRIA

A minha esposa Linda pelo incentivo
e por acreditar que tudo é possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores Maria Cristina Affonso Lorenzon e Edmundo Henrique Ventura Rodrigues, pela orientação e co-orientação, no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela oportunidade de realização do curso.

À Fundação de Amparo à pesquisa do Rio de Janeiro (FAPERJ) e Associação Brasileira de Cimento *Portland* (ABCP) pelo suporte financeiro à pesquisa.

A minha família, meus pais, minha esposa, e meu filho pela paciência, apoio, incentivo e por acreditarem na realização deste estudo.

Aos alunos do Curso de Zootecnia e de outros cursos, pelo apoio na realização deste trabalho.

Aos professores, funcionários e colegas do Instituto de Zootecnia, aos professores e funcionários do departamento de Arquitetura e Urbanismo do Instituto de tecnologia, pelo apoio e incentivo durante a realização deste trabalho e que tornaram o convívio nesta Universidade agradável e saudosa.

Agradecimentos Especiais

Ao Instituto de Zootecnia, durante as gestões dos Prof. Jorge Carlos Dias de Sousa e Nelson Jorge Moraes Matos, por conceder parte dos recursos para a realização desta pesquisa.

À Prof. Maria Cristina Affonso Lorenzon pelo apoio na organização gráfica em computador.

Aos estagiários, João Soares Neto, Geraldo Pereira Júnior, Sabrina Jesus de Barros, Janaina Gonçalves Garçone e a Janaina Paolucci Sales, do Setor de Criação de Abelhas que, amigavelmente e eficientemente, colaboraram para a coleta dos dados desta pesquisa.

À Vânia Maria da Silva, desenhista do Instituto de Tecnologia pela preparo dos desenhos em AUTOCAD.

Ao Prof. Milton Dornelles, incansável no preparo da análise estatística e na revisão desta dissertação.

À Prof^a Lídia Miyako Yoshii Oshiro, coordenadora da Pós-Graduação do Instituto de Zootecnia pela ajuda no preparo da dissertação.

Ao Frank, que gentilmente nos atendeu.

Ao prof. Augusto Vidal e ao técnico Marcos pela apoio no Laboratório de Nutrição Animal.

Ao Prof. Edmundo Ventura Rodrigues pelo empréstimo dos equipamentos meteorológicos.

À Prof^a Maria Aparecida, do Departamento de Química, pela análises de macro e microminerais de amostras de mel.

À Prof^a Marilena Menezes, do Departamento de Botânica pela identificação do material florístico.

Ao Instituto de Zootecnia de Pindamonhangaba que gentilmente nos concedeu rainhas virgens de abelhas Africanizadas.

Ao Sr. Waldyr Ribeiro Osório, presidente da Cooperativa Apícola do Rio de Janeiro, pelo uso do Laboratório de Análise do Mel e a Bióloga Cláudia dos Santos Fragoso, responsável pela análise química do mel.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| PÁGINA DE ROSTO | |
| DEDICATÓRIA | |
| AGRADECIMENTOS | |
| SUMÁRIO | |
| LISTA DE TABELAS | |
| LISTA DE FIGURAS | |
| RESUMO | |
| ABSTRACT | |
| CAPÍTULO I..... | 4 |
| RESUMO..... | 5 |
| ABSTRACT..... | 6 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 7 |
| 2. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 8 |
| 2.1. Local de Estudo..... | 8 |
| 2.2. Tratamentos..... | 8 |
| 2.2.1. A construção da caixa de argamassa cimento-vermiculita..... | 8 |
| 2.3. Variáveis Avaliadas..... | 13 |
| 2.3.1. Variáveis climáticas..... | 13 |
| 2.3.2. Temperatura interna do ninho e da melgueira das caixas..... | 13 |
| 2.3.3. Condutividade térmica..... | 13 |
| 2.3.4. Teste de absorção e perda evaporativa..... | 13 |
| 2.4. Análise Econômica..... | 14 |
| 3. RESULTADOS..... | 14 |
| 4. DISCUSSÃO..... | 18 |
| CAPÍTULO II..... | 20 |
| RESUMO..... | 21 |
| ABSTRACT..... | 22 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 23 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 24 |
| 2.1. Local de Estudo..... | 24 |
| 2.1.1. Descrição do local do Experimento..... | 24 |
| 2.2. Tratamentos..... | 25 |
| 2.2.1. Descrição dos tratamentos..... | 25 |
| 2.3. Características Avaliadas..... | 25 |
| 2.3.1. Variáveis abióticas..... | 25 |
| 2.3.2. Variação biológicas e de produção..... | 26 |
| 2.5. Análise Estatística..... | 27 |
| 3. RESULTADOS..... | 28 |
| 4. DISCUSSÃO..... | 33 |
| CONCLUSÕES..... | 38 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 39 |
| ANEXOS..... | 43 |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|---|--------|
| CAPÍTULO I | |
| Tabela 1. Temperatura interna (°C), do ninho e da melgueira das caixas <i>Langstroth</i> , construídas em madeira e em argamassa cimento-Vermiculita (ACV). Seropédica (UFRRJ), 2001/2002. | 15 |
| Tabela 2. Custo de produção de seis formas para fundo, tampa e três laterais, em madeira e compensado para construção da caixa de argamassa cimento-vermiculita (ACV). Seropédica (UFRRJ), 2001/2002 | 17 |
| Tabela 3. Custo de produção de uma caixa de argamassa cimento-vermiculita (uma tampa, um fundo, um ninho (sem quadros), uma melgueira (sem quadros), modelo <i>Langstroth</i> , Seropédica (UFRRJ), 2001/2002. | 17 |
| Tabela 4. Custo de produção das caixas de madeira e argamassa cimento-vermiculita (uma tampa, um fundo, um ninho , duas melgueira (com 10 quadros cada), modelo <i>Langstroth</i> completo. Seropédica (UFRRJ), 2001/2002. | 18 |
| CAPÍTULO II | |
| Tabela 1. Temperatura interna média do ninho e melgueira (°C) em caixas <i>Langstroth</i> , de madeira e argamassa cimento-vermiculita (ACV), no início e fim do experimento. Seropédica (UFRRJ), 2002. | 31 |
| Tabela 2. Atividade de vôo média das abelhas, número de abelhas/5 minutos, em função do tipo de material de construção da colmeia, no início e fim do experimento . Seropédica (UFRRJ), 2002. | 32 |
| Tabela 3. Formação dos favos, armazenamento de alimento nos favos (cm ²), peso médio dos favos (kg) na melgueira e peso do mel maduro (kg). Seropédica (UFRRJ), 2002. | 32 |
| Tabela 4. Valores médios da análise química, teste de Lund (ml), açúcar redutor (%), sacarose (%), pH, acidez (meq/kg), índice de refração (%), Brix (%) e umidade (%).Seropédica (UFRRJ), 2002. | 33 |
| Tabela 5. Macro e microminerais (ppm) presentes no mel coletado em colméias de madeira e de argamassa cimento-vermiculita (ACV). | 33 |

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

| | Página |
|---|--------|
| Figura 1. Partes da caixa <i>Langstroth</i> completa | 10 |
| Figura 2. Montagem das peças do ninho (1a lateral e 1b frente e fundo) e da melgueira (2a lateral e 2b frente e fundo), modelo <i>Langstroth</i> | 11 |
| Figura 3. Formas das laterais que suportam os quadros do ninho (1 b) e da melgueira (2b). Detalhe do rebaixamento para ninho (b1) e para melgueira (b2) | 12 |
| Figura 4. Flutuações da temperatura ambiente, da umidade relativa do ar e da temperatura interna das caixas construídas com madeira e argamassa cimento-vermiculita no início e fim do experimento | 15 |
| Figura 5A/5B. Perda evaporativa das placas de madeira e argamassa cimento-vermiculita tomada às 8,30; 9; 9,30; 10,30; 12,30; 16,30 e 00,30 horas, relativo a temperatura de 30°C (A) e 55°C(B) | 16 |

CAPÍTULO II

| | |
|---|----|
| Figura 1. Temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%), em máximas, médias e mínimas registradas durante o período experimental | 30 |
| Figura 2. Regulação da temperatura interna do ninho pelas abelhas Africanizadas nas caixas de madeira e argamassa cimento-vermiculita, em relação a temperatura ambiente e da umidade relativa do ar | 30 |
| Figura 3. Regulação da temperatura interna na melgueira pelas abelhas Africanizadas nas caixas de madeira e argamassa cimento-vermiculita, em relação a temperatura ambiente e da umidade relativa do ar | 30 |

INTRODUÇÃO GERAL

A Apicultura, criação de abelhas melíferas Africanizadas, vem desenvolvendo-se no Brasil e em 20 anos, alcançou uma produção de 22 mil toneladas de mel em 2001 (IBGE, 2002) que lhe vale ocupar o 10º lugar no *ranking* mundial. Apresenta uma linha diversificada de produtos, além do serviço de polinização, que contribui para aumentar a produção dos cultivos vegetais.

O clima tropical, a ocorrência de flora nativa diversificada e muitas áreas disponíveis para criar abelhas melíferas, tornam o Brasil um potencial para garantir o desenvolvimento desta atividade rural. Diante destas oportunidades, a tecnologia desta atividade vem sofisticando-se com a necessidade premente de atender ao consumo interno e externo, ávidos por seus produtos.

Paralelamente, os estudos científicos vem apoiando a apicultura racional e projetando o Brasil em importantes ramos da pesquisa.

Considerada como serviço ecológico, por auxiliar a preservação da flora nativa, a apicultura utiliza como principal meio de criação de abelhas caixas de madeira. Em muitas regiões brasileiras a extração de madeira é predatória e o intenso mercado de caixas de madeira também pode contribuir para aumentar a redução de muitas espécies vegetais, particularmente, aquelas consideradas madeiras de "lei".

Outros materiais para construção de caixas de abelhas vem sendo propostos, tais como, alvenaria, cimento, amianto, fibra de vidro, etc. porém, são raramente utilizados na atividade racional, por que há escassas informações sobre seu rendimento, ou não atende às expectativas da atual apicultura.

Outro aspecto importante é o custo inicial da criação, em que destaca-se a aquisição da caixa de madeira como principal item, devido seu alto valor. Este aspecto pode ser um desestímulo para iniciantes de baixa renda.

RODRIGUES (1998) recomendou a vermiculita na argamassa para permitir maior isolamento térmico em determinadas construções rurais. Considerando-se que essa propriedade é considerada básica para um abrigo de abelhas melíferas, tal como ocorre com a madeira, a argamassa de vermiculita pode ser proposta como substituto da madeira.

A colméia *Langstroth* foi desenvolvida pelos Institutos de Tecnologia e Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 2000, iniciando-se sua experimentação por NEVES (2002). Esse estudo verificou o desenvolvimento similar de núcleos de abelhas Africanizadas, tanto na caixa de madeira quanto na de argamassa cimento-vermiculita, resultado este que encorajou o prosseguimento de novas pesquisas.

Esta dissertação utilizou a argamassa cimento-vermiculita, como material de construção de caixa *Langstroth*, objetivando analisar suas características físicas, bem como os aspectos biológicos envolvidos na criação de abelhas melíferas.

RESUMO

CIDREIRA, RODOLFO GONÇALVES. **A ARGAMASSA CIMENTO-VERMICULITA NA CONSTRUÇÃO DE COLMÉIAS MODELO LANGSTROTH.** Seropédica: UFRRJ, 2003. 47p. (Dissertação, Mestrado em Zootecnia).

A vermiculita expandida é um material isolante e muito utilizada pela engenharia. Nesta pesquisa, tendo como proposta a construção de caixas de abelhas com argamassa cimento-vermiculita (ACV), testou-se se este material apresenta respostas físicas e biológicas semelhantes às caixas construídas de madeira. Esse estudo foi realizado em uma região tropical (22°45'28"S, 43°41'05"W) durante oito meses. As caixas, modelo *Langstroth*, foram construídas, instaladas e povoadas em um apiário de colônias de abelhas Africanizadas, com a mesma população e parentesco da rainha. Acompanhou-se a temperatura interna, avaliou-se a condutividade térmica e a perda evaporativa das caixas de madeira e de ACV, não povoadas. Quando em colônias, verificou-se seus padrões de desempenho referentes ao controle térmico, da atividade de vôo, da área de produção de favos e armazenamento de alimento, do peso da melgueira, do mel coletado e da sua qualidade química. As caixas e colônias de ACV foram comparadas às de controle, de madeira, em um delineamento inteiramente casualizado, com dois níveis de tratamento (tipo de material, início e fim do estudo) e cinco repetições por tratamento, através da análise de variância. O peso da colméia padrão ACV foi aproximadamente o dobro da de madeira e seu custo de US\$15,19) foi 28,50% mais baixo que o da colméia de madeira. A temperatura média interna das caixas e colméias de madeira e vermiculita foram semelhantes. Na caixa de ACV houve maior absorção e perda mais rápida de água do que na de madeira. Apesar do controle térmico das colônias de ACV, verificou-se que, eventualmente o intervalo da temperatura interna ultrapassou a faixa ótima, o que pode ter ocasionado a redução da atividade de vôo, cuja diferença com a colméia de madeira foi significativa. A área de formação de favos, de armazenamento de alimento e o peso do mel coletado não apresentaram diferenças significativas, mas sofreram grande variação. A qualidade do mel amostrados nas colméias de ACV e madeira apresentaram-se dentro do padrão rotineiro de análise química. Considerando-se que a caixa de ACV representa um modelo de construção artesanal, de baixo custo e características semelhantes à caixa de madeira, sua utilização torna-se mais uma alternativa viável para o meio apícola, exceto para a atividade migratória.

Palavras-chaves: abelhas Africanizadas, tecnologia, tipo de material, termorregulação, vermiculita.

ABSTRACT

CIDREIRA, RODOLFO GONÇALVES. A NEW MATERIAL TO BUILD *LANGSTROTH* HIVES: **CEIMENT-VERMICULITE MORTAR**. Seropédica: UFRRJ, 2003. 47p. (Dissertation, Master Science, Animal Science).

The expanded vermiculite is a light-weighted and cheap product that, for its thermal resistance, has become a valuable insulating material, oftently used in engineering. Brazilian Apiculture is currently facing some obstacles to produce wooden hives. Regarding the similar physical properties within the wood, the hives made of cement-vermiculite mortar (CVM) have been tested in order to find out if it shows also similar biological responses to the wooden hives. This study took place in a tropical region ((22°45'28"S, 43°41'05"W), during eight months. Standard *Langstroth* hives (n=20) were built, and used in an apiary containing Africanized honeybees colonies from equal strength (one super) and queen line. The CVM boxes and colonies were compared with control one (wooden made) in a completely randomized design, with two factors (beginning and end of the study, with and without bees) and 5 repetitions/treatment, which were used in order to test the colony performance patterns: thermal control, flight activity, area of wax comb production and storage of food, weight of the super, honey collected and its chemical analysis. The standard CVM hive (2 supers) weights about 21.66 kg and its cost requirement (US\$15.19) was 28.50% cheaper than the wooden hives cost. There were no significant differences between the hives performance. The honey quality sampled in both types of material followed the pattern of the schedule chemical analysis. Although the experiment time was restricted, the results allow us to recommend this new material (CVM) to small or poor beekeepers, to regions that need wood extraction prevention and to tropical regions. For it cannot be transported, the CVM hives must not be used for migratory activity. Hives made of cement-vermiculite mortar have been studied for two years now, and more time is needed to further observations.

Key-words: Africanized honeybees, tecnology, type of material, vermiculite, thermoregulation.

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA COLMÉIA *LANGSTROTH* DE ARGAMASSA CIMENTO-VERMICULITA

RESUMO

Para propor um novo material para construção de colméias *Langstroth* de abelhas melíferas, a nova caixa deve apresentar, no mínimo, condições físicas similares às daquelas construídas de madeira, tais como, condutividade térmica, estabilidade da temperatura interna e resistência. Baseando-se nestes aspectos, este experimento testou se as condições físicas da caixa de argamassa cimento-vermiculita (CVM) foram similares à de madeira. Este trabalho foi realizado no Instituto de Zootecnia da UFRRJ, localizado no Município de Seropédica (22°45'28"S, 43°42'05"W) durante seis meses. Preparou-se as caixas de madeira e de CVM segundo o modelo *Langstroth*, que foram distribuídas aleatoriamente no apiário. Os tratamentos referem-se aos materiais utilizados, CVM e madeira, dentro do delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento. Comparou-se a condutividade térmica, a capacidade de absorção de água e de perda evaporativa dos tratamentos. Semanalmente, registrou-se as condições da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar em cinco horários do dia. O custo de produção da caixa de CVM foi elaborado. A construção da caixa de CVM é simples e cuidados devem ser tomados durante o manejo, para evitar rachaduras de peças. O peso da caixa de CVM é quase o dobro da de madeira pinho. Não se observou diferenças entre a temperatura interna das caixas de CVM e madeira. A condutividade térmica das placas de CVM foi de 0,32 W/m.°C e da de madeira pinho de 0,19 W/m.°C. CVM absorveu mais água e teve perda evaporativa mais rápida que a madeira. O custo de produção da caixa de CVM baixou 28,50% em relação ao preço de compra da caixa de madeira. Considerando-se que a caixa de CVM representa um modelo de fabricação caseira, de baixo custo e características semelhantes à caixa de madeira, sua utilização torna-se viável no meio apícola, desde que não migratório. Este modelo precisa ser aperfeiçoado quanto à vulnerabilidade à umidade.

ABSTRACT

To choose a new material for building *Langstroth* hives it must be present that the new box's physical conditions should be similar as the wooden one, such as, thermal conductivity, stability of the temperature and resistance. Regarding the similar physical properties with the wood, this research tested if the box made with cement-veimiculite mortar (CVM) followed the similar physical responses to the wooden one. This study was carried out in the Instituto de Zootecnia of the UFRRJ, located in Seropédica, Rio de Janeiro State (22°45'28"S, 43°42'05"W) during six months. Standard boxes (*Langstroth*) were built and they were installed in the apiary at random. The CVM boxes were compared with control boxes, wooden made, in a completely randomized design, with five repetitions/treatment. The ambient temperature, the relative humidity were measured in six daily schedules. The thermal conductivity, the absorption capacity to water and the loss evaporative of the materials studied were compared. The cost of production of the CVM was detailed. The CVM box is simple to build, but some careful should be done to avoid cracks of the pieces during the management. The CVM box's weight was almost the double of the wooden one (pine). There were no differences between internal temperature of the CVM and wooden boxes. The thermal conductivity of the CVM box was 0.32 w/m°C and the wooden box was 0.19 w/m°C. The CVM plates absorbed more water and it had loosen water faster than the wooden one. The CVM box's cost was 28.50% smaller than the purchase price of the wooden box. Regarding the CVM box represents a home-made model, cheap with similar characteristics from the wooden box, it can be recommended for apiculture, but not for migratory activity. Attention have to be drawn to improve the stability of the humidity inside CVM box.

1. INTRODUÇÃO

A vermiculita é um mineral formado por alterações hidrotérmicas de minerais da mica, tais como, biotita e flogopita (ADDISON, 1995). O Brasil, possui a terceira maior reserva do mundo de vermiculita (IBGE, 2001), destacando-se as reservas nos Estados do Piauí, Goiás, Paraíba e na Bahia (DNPM, 2003).

No seu estado natural a vermiculita apresenta pouca aplicação prática, mas após a expansão de sua estrutura, origina-se um material de baixa densidade com excelentes propriedades de isolamento térmico. Essas propriedades tornam a vermiculita expandida um produto de larga aplicação principalmente na construção civil, na construção naval e na indústria em geral (DEER *et al.*, 1996). O fenômeno da expansão ocorre quando a vermiculita é aquecida rapidamente até 300 °C, permitindo o dobramento e a separação de sua estrutura cristalina.

Cada floco expandido aprisiona consigo células de ar inerte, o que confere à vermiculita grande capacidade de isolamento. O produto obtido é inífungo, inodoro, de baixa densidade, não irrita a pele, nem os pulmões, não conduz eletricidade, é isolante térmico e absorvente acústico, resistente a decomposição, não atrai térmitas ou outros insetos, sendo somente atacado pelo ácido fluorídrico a quente e pode absorver até cinco vezes o seu peso em água (DEER *et al.*, 1966).

A argamassa é um material obtido pela mistura de um aglomerado, normalmente cimento, com agregado miúdo, areia quartzosa e água (ALVES, 1986). RODRIGUES *et al.* (1994) utilizaram diversos tipos de argamassa porosas como material de construção, por apresentarem propriedades de baixa massa específica. Dentre as argamassas porosas, que apresentam condições de aplicabilidade, pode-se citar as com aditivos espumosos (ar incorporado), com incorporação de fibras vegetais (celulose, bagaço de cana, coco e sisal). Há também, as argamassas elaboradas com incorporação de minerais expandidos como a vermiculita (BERALDO *et al.*, 1991). A utilização da vermiculita no agregado miúdo para substituir a areia, é designada de argamassa cimento-vermiculita. Segundo TEZUCA (1989) o peso específico da argamassa convencional é de 210 kN/m³ e da vermiculita varia de 25 a 180 kN/m³.

Utilizando-se modelos simulados de instalações para a avicultura, RODRIGUES (1998) desenvolveu e testou uma telha com capeamento de argamassa de cimento-vermiculita. Este tipo de telha apresentou propriedades isolantes e quando úmida associada ao sistema de microaspersão na cobertura, proporcionou em horários de maior temperatura, redução de temperatura de globo negro de 4° C.

O uso da relação do traço de 1:3, em volume, para as argamassas absorventes foi proposta por RODRIGUES (1998) e fundamentou-se nas suas características mecânicas, principalmente a resistência à compressão, pela ruptura axial, em máquina universal de ensaios, segundo a norma da NBR-9778 (1987).

Para RODRIGUES *et al.* (1994), a argamassa porosa constitui material alternativo que deve ser testado para diversas instalações e equipamentos zootécnicos.

Na atividade apícola, a madeira é o material mais utilizado para a construção de caixas de abelhas. Esta matéria-prima apresenta as principais características para ser um abrigo satisfatório de abelhas, tais como, a baixa condutividade térmica, a estabilidade da temperatura, resistência. Estas condições físicas devem colaborar para a homeostase térmica da colônia, que é essencial para a sua sobrevivência (SEELEY, 1984).

NEVES (2002) verificou que, as caixas-ninho vazias para abelhas melíferas construídas de argamassa cimento-vermiculita 1:3, alcançaram temperaturas internas

similares àqueles construídas de madeira. Esta pesquisa deu ensejo a novos testes utilizando-se esse material.

Dando prosseguimento à pesquisa, que utiliza a argamassa cimento-vermiculita em construção de colméias de abelhas melíferas, esta pesquisa testou se as características físicas da caixa modelo *Langstroth* de argamassa cimento-vermiculita e de madeira assemelham-se.

Neste estudo objetivou-se: i) avaliar as vantagens e desvantagens do uso da argamassa cimento-vermiculita durante a construção da colméia *Langstroth*; ii) avaliar o manejo das caixas de argamassa cimento-vermiculita em campo; iii) verificar as propriedades físicas de condutividade térmica, da capacidade de absorção de água e de perda por evaporação da argamassa cimento-vermiculita e da madeira; iv) verificar a flutuação da temperatura interna das caixas de cimento-vermiculita e de madeira.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Local de Estudo

O experimento foi conduzido no apiário do Setor de Criação de Abelhas da Fazenda do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizado no município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. As coordenadas geográficas são 22°45' 28"S e 43°41' 05"W, altitude de 33 m, tipo climático AW, segundo classificação de Köepen, com temperatura média de 22,6° C no outono, e 34,5° C no verão e pluviosidade média anual de 1176,5 mm. O período experimental foi de 10 de outubro de 2001 a 16 de maio de 2002.

2.2. Tratamentos

Foram utilizados dois tratamentos: caixas de madeira e de argamassa cimento-vermiculita (ACV). Estas caixas foram do modelo *Langstroth*, composta por um ninho e uma melgueira com 10 quadros modelo *Hoffman*, um piso e uma tampa. Todos os quadros *Hoffman* dos tratamentos foram de madeira (pinho). Para a localidade é comum utilizar-se apenas uma melgueira por apresentar apenas duas floradas que favorecem a coleta de mel.

A caixa de madeira foi adquirida no comércio de material apícola, sendo adquiridas desmontadas. As peças do ninho e da melgueira foram montadas utilizando-as doze pregos 13 x 8 mm, com cabeça. Todas estas caixas foram em pinho, apresentando-se com 2 cm de espessura. Após a montagem, as colméias foram lixadas para retirar as superfícies ásperas e em parte pintadas na cor amarela (fundo, ninho e tampa) e na cor branca (melgueira). As colméias foram pintadas com três demãos de tinta óleo, com objetivo de obter-se uma pintura homogênea e duradoura.

A caixa de ACV foi desenvolvida por pesquisadores dos Institutos de Tecnologia (IT/DAU) e Zootecnia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, por meio da mistura de um aglomerante (cimento portland CII 32 F32), um agregado (vermiculita) e água. Neste experimento, para a construção da caixa de ACV utilizou-se vermiculita, como agregado miúdo, em substituição a areia, daí a designação do material de argamassa cimento-vermiculita.

2.2.1. A construção da caixa de ACV

Para a construção da caixa foi preparado um sistema de formas para a sua moldagem, idealizadas por NEVES (2002), conforme Figuras 1, 2 e 3. Estas formas

foram construídas de madeira de pinho e compensado, lixadas antes de sua utilização, para retirada de possíveis pontos de aderência que prejudicassem a retirada dos moldes da forma e para permitir um melhor acabamento das partes moldadas.

O procedimento para a construção da caixa segue as orientações de NEVES (2002), que dispõe sobre a construção de formas e do uso dos materiais e substratos. As formas foram previamente umedecidas, para que não perdesse a umidade e revestidas com óleo vegetal, antes de receber a argamassa cimento-vermiculita, para facilitar a sua retirada da forma.

As formas podem ser reutilizadas e facilmente construídas de madeira utilizando ferramentas manuais básicas de carpintaria. Os materiais e equipamentos utilizados na construção da caixa foram colher de pedreiro, desempenadeira, escala métrica articulada, furadeira com broca nº 5 e chave de fenda.

A vermiculita utilizada na construção da caixa de ACV foi a de granulometria média, de 4 a 5 mm, de uso comum na construção civil para confecção de argamassa e concretos leves. Utilizou-se o traço de 1:3, em volume, com uma parte de cimento para três de vermiculita, conforme propôs RODRIGUES (1998). A mistura da argamassa de cimento-vermiculita foi realizada de modo semelhante à executada na construção civil, colocando-se a vermiculita em um recipiente, após o cimento, homogeneizando os dois componentes secos, com auxílio de uma colher de pedreiro. A seguir, adicionou-se água gradativamente. Após o enchimento das formas com a argamassa, conservou-se este material em lugar sombreado, para a cura. Durante a cura, aspergiu-se água duas vezes ao dia, por cinco dias seguidos, para evitar o surgimento de trincas de retração. No sétimo dia, o material moldado foi retirado, desaparafusando-se as partes das formas.

A montagem das partes da colméia foi feita, em parte por colagem e com parafusos de fenda simples, cabeça chata, com rosca soberba, 3,5 x 0,45 cm, com bucha nº 5. Estas caixas acompanharam o padrão de pintura utilizada para as caixas de madeira. No total, entre o preparo das formas e a montagem da caixa de ACV foram gastos nove dias.

As partes das caixas foram montadas da seguinte forma, de baixo para cima:
um fundo, um ninho com 10 quadros, uma melgueira com 10 quadros

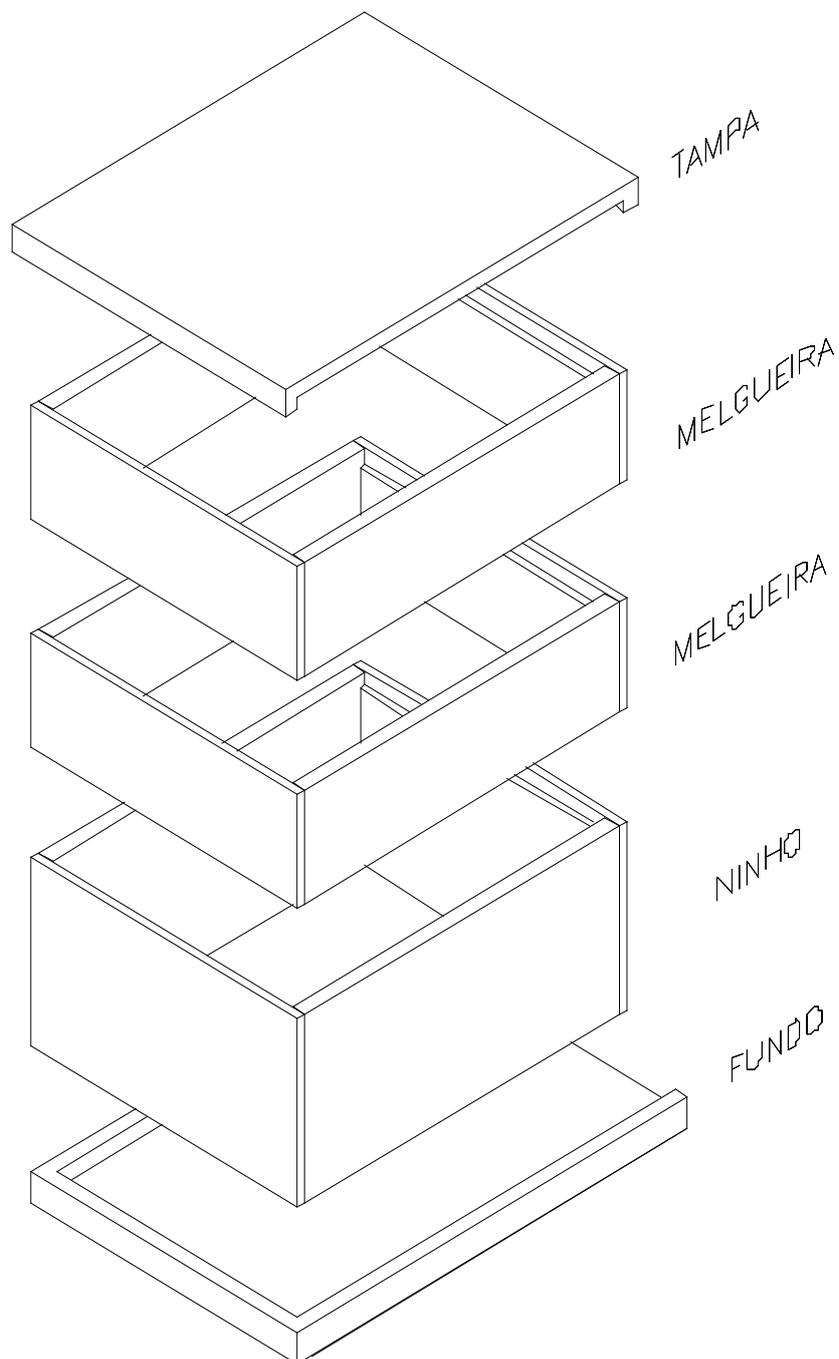


Figura 1. Partes da caixa, modelo *Langstroth* completa.

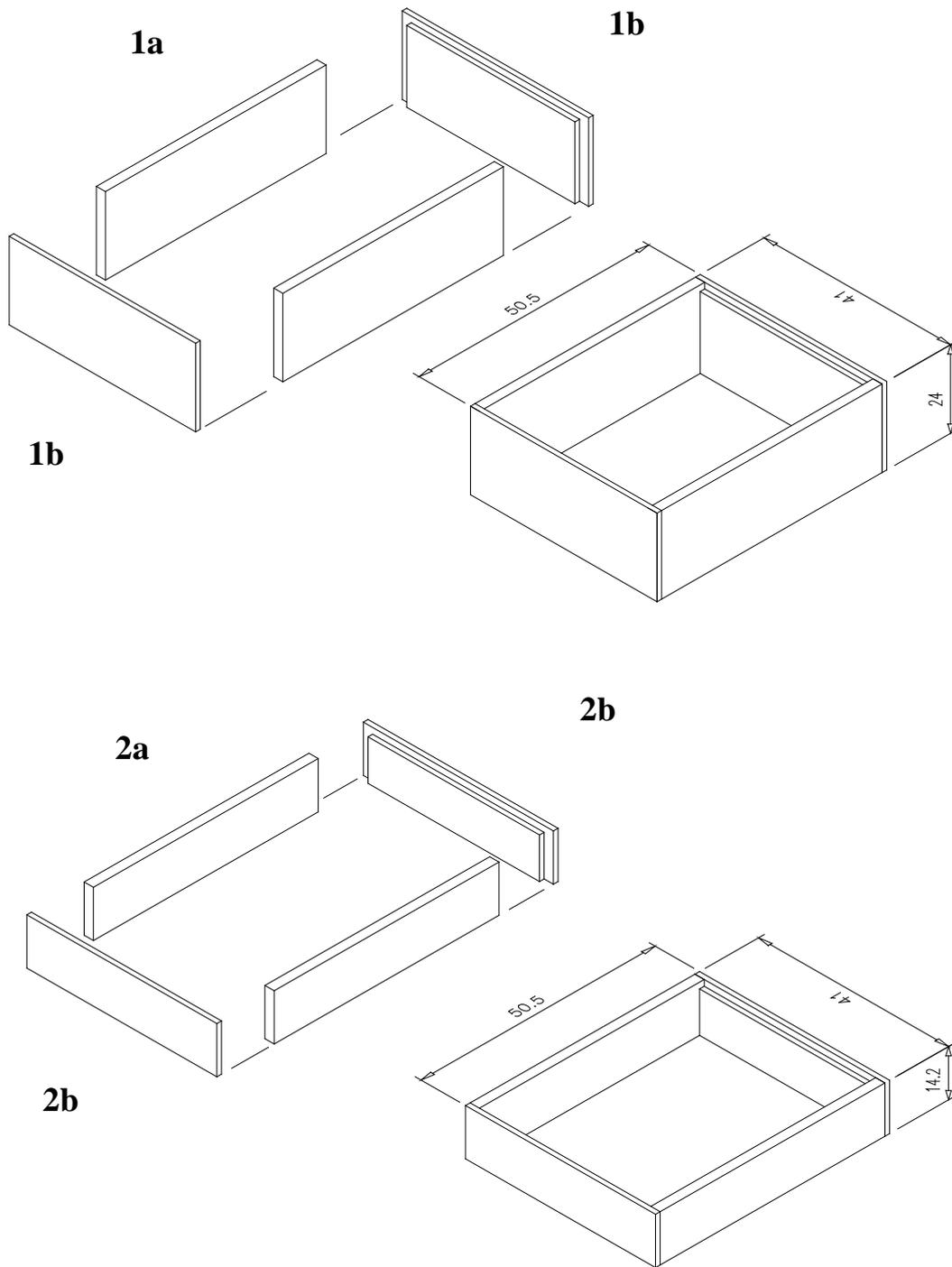


Figura 2. Montagem das placas do ninho (1a lateral e 1b frente e fundo) e da melgueira (2a lateral e 2b frente e fundo), modelo *Langstroth*.

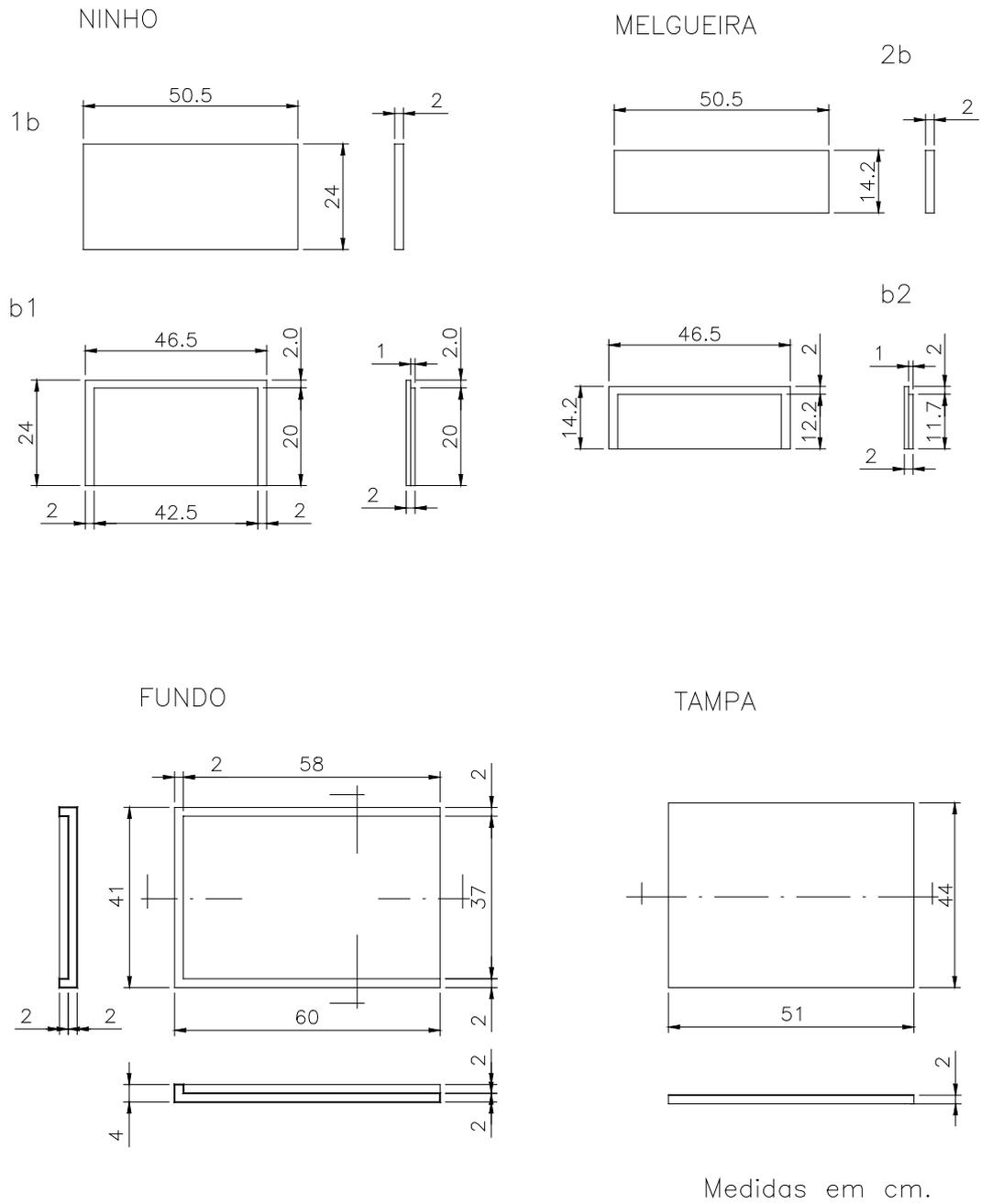


Figura 3. Formas das laterais que suportam os quadros de ninho (1b) e da melgueira (2b). Detalhe do rebaixamento para ninho (b1) e para melgueira (b2).

e uma tampa. As caixas foram pesadas e instaladas no apiário em cavaletes individuais, em concreto com pé de tubo PVC, a uma altura de 50 cm do solo. Colocou-se telhados de telhas de barro para sua proteção. As caixas foram distribuídas, aleatoriamente em linha e em ziguezague, a uma distância mínima de 2 metros, uma da outra, com os alvados voltados para o norte. O manejo contra as ervas daninhas foi feito através de roçadas periódicas, utilizando-se roçadeira costal e manualmente com uma tesoura de poda. Quinzenalmente, abriu-se as caixas com formão do apicultor, de forma idêntica praticada pelos apicultores, inspecionou-se as partes, para verificar danos provocados pelo ambiente e manejo.

2.3. Variáveis Avaliadas

2.3.1. Variáveis climáticas

Semanalmente, procedeu-se a medição da temperatura do ar e da umidade relativa do ar. A leitura desses dados foram obtidos e registrados às 7, 10, 13, 15 e 17 horas. Na aferição da temperatura do ar e da umidade relativa do ar utilizou-se um psicômetro, que registrou a temperatura do bulbo seco (Tbs) e a temperatura do bulbo úmido (Tbu). A umidade relativa do ar foi obtida através de tabela, utilizando os registros do Tbs e do Tbu.

2.3.2. Temperatura interna do ninho e da melgueira das caixas

Utilizou-se um termômetro digital ligado a um termopar de cobre-constantan, com 35 cm de comprimento. O aparelho utilizado foi da marca Wavetek DM 23 XT. A haste foi introduzida em um orifício, com 1,5 mm, existentes nos ninhos e nas melgueiras das caixas. Padronizou-se a posição desse sensor na parte central e contrária ao alvado do ninho e da melgueira. Procedeu-se, semanalmente, as medições da temperatura interna do ninho e da melgueira às 7, 10, 13, 15 e 17 horas.

A temperatura interna foi analisada em dois níveis, tipo de material (madeira e ACV) e época (início e fim do experimento) através da análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Utilizou-se o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas) da UFV (1997).

2.3.3. Condutividade térmica

Para a determinação da condutividade térmica foi conduzido um ensaio, realizado no Laboratório de Nutrição Animal do Instituto de Zootecnia (UFRRJ), em que cortou-se seis placas de igual tamanho de madeira de pinho e ACV, com formato retangular e dimensão de 7,00 x 4,80 x 2,00 cm, consideradas como corpo de prova. O corpo de prova foi numerado e pesado em uma balança eletrônica de bancada de precisão 0,01g, marca OHAUS, *Precision Plus*, modelo TP 2000. Após a pesagem determinou-se a média dos pesos aferidos, aplicando-se os resultados na seguinte equação, segundo RODRIGUES(1998).

$$\kappa \text{ (condutividade térmica)} = 0,0003545 \cdot \rho - 0,007146.$$

$$\rho \text{ (massa específica do corpo de prova de ACV e de madeira)} = \text{peso (kg)} / \text{volume (m}^3\text{)}$$

Obs: o peso e o volume referem-se ao corpo de prova

2.3.4. Teste de absorção e perda evaporativa

Para a sua determinação realizou-se um ensaio conduzido no Laboratório de Nutrição Animal do Instituto de Zootecnia (UFRRJ), cujo procedimento foi igual ao relatado no item 2.3.3. Considerando-se como corpo de prova, as placas de madeira pinho e ACV assim descritas. Após a pesagem, o corpo de prova foi imerso em um

recipiente com água destilada por 30 minutos, e os pesos registrados logo após a retirada da água. Em seguida, o corpo de prova foi levado para uma estufa de secagem e esterilização com ventilação forçada, modelo FANEM, onde foram acondicionado ao acaso. O ensaio teve início as oito horas da manhã e os horários da pesagem foram 8,30; 9,00; 9,30; 10,30; 12,30; 16,30 e 00,30 h. Este procedimento foi realizado em duas temperaturas, 30°C e 55°C, a primeira próxima a temperatura ambiente e a segunda na temperatura de rotina utilizada em laboratório.

Após a pesagem extraiu-se a média dos pesos das placas e aplicou-se na seguinte equação:

$$\text{CPA (\%)} = \text{PS} / \text{PT} \times 100$$

Capacidade de perda de água (%) = peso da placa saturada (g) dividido pelo peso da placa no tempo (minutos), multiplicado por 100.

O delineamento experimental utilizado para o teste de absorção e perda evaporativa foi o inteiramente casualizado, com sete repetições. Calculou-se a regressão linear entre tempo, como variável explicativa, e perda evaporativa, como variável-resposta, nas duas temperaturas estudadas, para mostrar o ponto de melhor secagem das placas.

2.4. Análise Econômica

Calculou-se o custo de produção da colméia de argamassa cimento-vermiculita modelo *Langstroth* e comparou-se com a média de preços da de madeira no mercado da região Sudeste, para determinar a viabilidade técnico-financeira.

3. RESULTADOS

Durante a construção das caixas de ACV não verificou-se dificuldades importantes. A retirada das placas das formas e a sua montagem implicou em uma perda de 5 % das peças.

A secagem da tinta óleo nas caixas ACV foi bem mais rápida do que nas de madeira, onde o tempo total de secagem de três demãos foi de dois dias para ACV e quatro dias para madeira.

Após a montagem e organização das partes, o peso médio da caixa *Langstroth* completa de madeira foi de $9,36 \pm 0,35$ kg e a de ACV $18,47 \pm 0,24$ kg.

Durante as inspeções das caixas de ACV verificou-se um desgaste das suas bordas superiores, principalmente entre a parte superior do ninho e da tampa, cujas superfícies são rotineiramente manejadas pelos apicultores. A abertura da caixa de ACV com formão, logo após dias chuvosos (chuvas fortes), levou a rachadura de uma tampa e durante o experimento duas tampas e um fundo racharam. Quanto a caixa de madeira, verificou-se que duas tampas empenaram, quatro ninhos empenaram e este material foi o de maior ocorrência da traça de cêra, *Galleria mellonella* Linnaeus e *Achroia grisella* Fabricius, apesar de não se ter colocado qualquer material com cêra de abelhas. As caixas de ACV não apresentaram infestação por esses insetos e não foi constatado infestação com térmitas, nem ocorrência de queimadas ocasionais, que poderiam afetar as caixas.

A média da temperatura interna da caixa ninho foi de $30,53 \pm 0,63$ °C para a caixa madeira e de $31,22 \pm 0,79$ °C para a de ACV. A média da temperatura interna da melgueira foi de $30,86 \pm 0,54$ °C para a caixa de madeira e de $31,01 \pm 0,63$ °C para a de ACV. Verificou-se que não houve diferenças significativas entre a temperatura do ninho

e da melgueira quanto ao tipo de material, a época e a interação destas variáveis ($P \geq 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Temperatura interna ($^{\circ}\text{C}$), do ninho e da melgueira das caixas *Langstroth*, construídas em madeira e em argamassa cimento-vermiculita (ACV). Seropédica (UFRRJ), 2001/2002.

| Parte da Caixa | Temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$) | Caixa de Madeira | | Caixa de ACV | |
|----------------|---|------------------|---------|--------------|---------|
| | | Início | Fim | Início | Fim |
| Ninho | $29,83 \pm 2,48$ | 32,26 a | 29,33 a | 32,28 a | 30,37 a |
| Melgueira | $29,00 \pm 3,86$ | 31,88 a | 30,55 a | 31,44 a | 30,68 a |

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade

Em relação às flutuações da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar verificou-se que as flutuações da temperatura interna da caixa de madeira e de ACV foram similares (Figura 4).

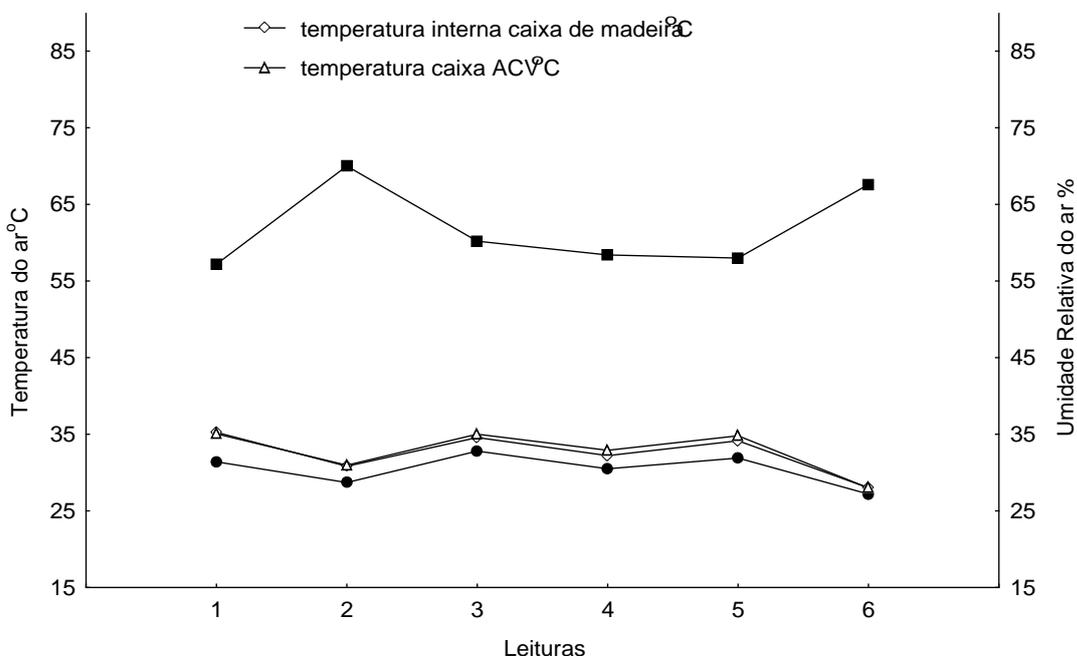


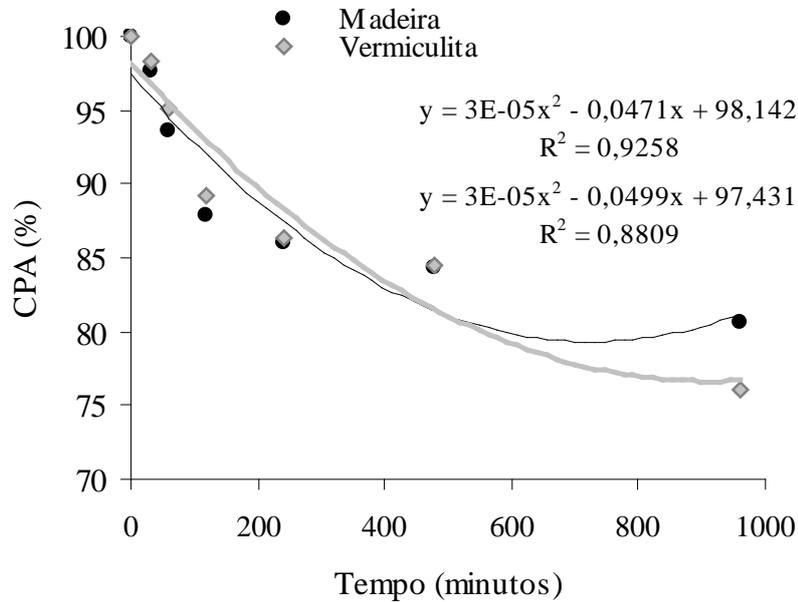
Figura 4. Flutuações da temperatura ambiente, da umidade relativa do ar e da temperatura interna das caixas construídas com madeira e argamassa cimento-vermiculita, no início e fim do experimento.

A condutividade térmica das placas de ACV foi de $0,32 \text{ w/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$ e para as placas de madeira de pinho de $0,19 \text{ w/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$.

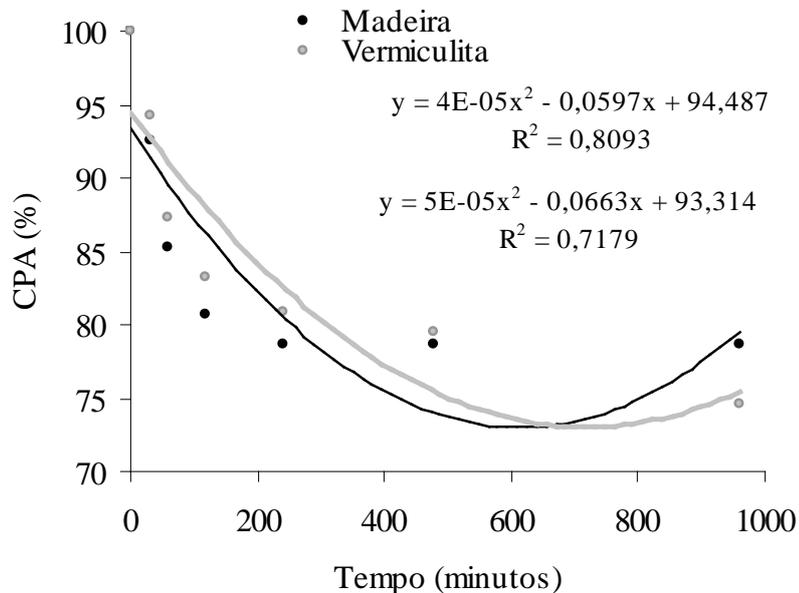
O teste de absorção de água, mostrou que o corpo de prova de ACV absorveu 21,30 % de água e o de madeira 13,68 %, a mais em relação ao seu peso inicial. No teste de perda evaporativa, o corpo de prova de ACV apresentou perda maior que o de madeira, durante a maior parte do tempo de secagem ($P < 0,01$). No terço final do tempo de secagem, o corpo de prova de madeira foi o que mais perdeu água, porque o de ACV esteve quase seco ($P < 0,01$). Isto ocorreu nas duas temperaturas testadas (30 e 55°C) (Figuras 5A e 5B). Na temperatura de 30°C , a perda evaporativa foi mais lenta do que

a de 55 °C. Os coeficientes de determinação entre as variáveis tempo e perda evaporativa foram altos e significativos, verificando para as placas de madeira $R^2 = 0,88$ e $0,72$, e para a de ACV $R^2 = 0,93$ e $0,81$, para as temperaturas de 30 e 55 °C, respectivamente.

A)



B)



Figuras 5A e 5B. Perda evaporativa das placas de madeira e argamassa cimento-vermiculita tomada às 8,30; 9,00; 9,30; 10,30; 12,30; 16,30 e 00,30 horas, relativo a temperatura de 30 °C (A) e 55 °C (B).

As Tabelas 2 e 3 apresentam o custo das formas para construção da caixa *Langstroth* de ACV e o custo de produção da caixa de ACV com uma melgueira, respectivamente. A Tabela 4 compara os preços das caixas *Langstroth* completa, de madeira e ACV.

Tabela 2. Custo de produção de seis formas para fundo, tampa e três laterais em madeira e compensado para construção da caixa de argamassa cimento-vermiculita. Seropédica (UFRRJ), 2001/2002.

| Especificação | Unidade | Quantidade | Valor total R\$ | Valor total US\$* |
|--------------------------------------|-----------|------------|--------------------|----------------------|
| Parafuso | peça | 48 | 12,00 | 3,32 |
| Madeira | metro | 6 | 14,00 | 3,88 |
| Mão-de-obra ** | Dia/homem | 2 | - | - |
| Total | | | 26,00 | 7,20 |
| Amortização por caixa construída *** | | | 0,84 | 0,23 |

(*)cotação de 25/02/03 (**) mão-de-obra familiar (***) o conjunto de formas permite a construção de 40 peças

Tabela 3. Custo de produção de uma caixa de argamassa cimento-vermiculita (uma tampa, um fundo, um ninho (sem quadros), uma melgueira (sem quadros), modelo *Langstroth*. Seropédica (UFRRJ), 2001/2002.

| Especificação | Unidade | Quantidade | Valor Total R\$ | Valor Total US\$* |
|------------------------------|-----------|------------|--------------------|----------------------|
| Parafusos de cabeça chata. | Peça | 80 | 1,50 | 0,41 |
| Buchas plásticas n° 4 | Peça | 80 | 0,90 | 0,25 |
| Cimento | kg | 10 | 2,95 | 0,82 |
| Vermiculita | Saco | 1e 1/4 | 7,80 | 2,16 |
| Cola (goma laca) | Litro | 0,5 | 0,60 | 0,16 |
| Mão-de-obra ** | Dia/homem | 1/2 | - | - |
| Óleo vegetal | Litro | 1,0 | 0,60 | 0,16 |
| Amortização das formas (***) | | | 0,84 | 0,23 |
| Total | | | 15,19 | 4,20 |

(*)cotação de 25/02/03 (**) considerou-se a mão-de-obra familiar *** o conjunto de formas permite a construção de 40 peças

Tabela 4. Custo de produção das caixas de madeira e de argamassa cimento-vermiculita (uma tampa, um fundo, um ninho, duas melgueiras, com 10 quadros cada, modelo *Langstroth* completo. Seropédica (UFRRJ), 2001/2002.

| Especificação | Unidade | Valor Unitário | Valor Total R\$ | Valor Total US\$* |
|---|---------|----------------|-----------------|-------------------|
| A) Caixa de argamassa cimento- vermiculita | | | | |
| Melgueira | 2 | 3,45 | 6,90 | 0,92 |
| Ninho | 1 | 6,90 | 6,90 | 0,92 |
| Quadro de madeira ** + transporte | 30 | 0,90 | 9,00 | 10,20 |
| Tampa | 1 | 2,00 | 2,00 | 0,55 |
| Fundo | 1 | 2,00 | 2,00 | 0,55 |
| Amortização do uso das formas | | | 0,84 | 0,23 |
| | | Total | 55,64 | 15,43 |
| B) Caixa de madeira | | | | |
| Melgueira | 2 | 5,40 | 10,80 | 3,00 |
| Ninho | 1 | 11,80 | 11,80 | 3,28 |
| Quadro de madeira ** | 30 | 0,90 | 9,00 | 7,50 |
| Tampa | 1 | 7,00 | 7,00 | 1,94 |
| Fundo | 1 | 9,00 | 9,00 | 2,50 |
| Frete caixa desmontada | - | - | 12,10 | 3,36 |
| | | Total | 77,70 | 21,58 |

(*)cotação de 25/02/03 (**) quadro de ninho e melgueira

4. DISCUSSÃO

Um dos aspectos importantes na recomendação de um material para construção de uma colméia *Langstroth* é ser de fácil manuseio na construção. Comparativamente com a construção da caixa de madeira, que exige comumente maquinaria própria, a caixa de ACV mostrou-se vantajosa por ser artesanal. Outras vantagens na construção da caixa de ACV foram a facilidade na construção das formas, a sua reutilização para muitas peças, a redução do custo da caixa em 28,50 %, em relação ao preço da caixa de madeira (Tabela 4) e de um dólar em relação a caixa de ferrocimento desenvolvida por HOBSON (1983). A menor vulnerabilidade ao ataque de traças de cêra foi outro aspecto interessante, especialmente, quando considera-se que, a fase inicial de desenvolvimento de enxames nas caixa ninho, é a mais suscetível ao ataque desses insetos em regiões de clima quente. Esse tipo de colméia precisa ser investigado em áreas sujeitas a térmitas e queimadas.

Como desvantagens destaca-se a ocorrência de fraturas em algumas peças, cujas causas podem ser devido, ao uso de massa excessivamente úmida, de cimento deteriorado, de massa indevidamente misturada, ou compactada durante a sua formatação, ou ainda descuidos durante a montagem. Peças, como o fundo e tampa, mostraram-se as mais vulneráveis no campo, podendo rachar com o uso do telhado, ou durante o manejo. Outra desvantagem é a fragilidade da caixa, que exige maiores cuidados durante o manejo, especialmente nas partes em que introduz-se o formão, entre tampa e ninho, entre tampa e melgueira.

Para minorar essas dificuldades recomenda-se durante a construção da tampa e fundo, a utilização de tela de *nylon* em meia forma. Para reduzir o desgaste nas bordas

do ninho e melgueira, recomenda-se revestir a parte superior com emborrachado, ou revestimento de madeira, ou folha aluminizada.

As caixas de ACV quase que dobram o peso comparadas com as de madeira pinho e é praticamente semelhante a de ferrocimento em armação de tela de arame, segundo HOBSON (1983), e é bem mais leve que a de alvenaria cujo peso é de 43,35 kg, conforme LENGLER et al. (2000). O peso e a fragilidade da caixa de ACV são aspectos que inviabiliza sua utilização para a atividade apícola migratória.

Mesmo com condutividade térmica maior que a de madeira, o componente vermiculita na argamassa transfere a característica de isolante térmico à caixa de ACV, com 0,32 w/m.°C, permitindo a estabilidade da temperatura interna, por reagir lentamente à flutuação da temperatura e da umidade relativa do ar (Figura 1). Este resultado é similar ao obtido por PADILHA (2001), que verificou uma condutividade térmica em placas de ACV de 0,16 a 0,44 w/m°C. Segundo STANGENHAUS (1992) a condutividade térmica do concreto é de 1,50 w/m°C e a de argamassa cimento é de 1,15 w/m°C, distantes do desejado, o que torna promissor o uso de vermiculita na argamassa. A alta resistência do material de abrigo é fundamental para a manutenção dos enxames de abelhas melíferas em abrigos porque a homeotermia da temperatura interna da colônia de abelhas é vital para a sua sobrevivência (HESS, 1926; HIMMER 1927).

A maior absorção de água pelas placas de ACV é indicativo que em períodos intensos de chuvas a caixa de ACV deve provocar variações no grau de umidade em seu interior, que é um aspecto limitante como característica física de abrigo para abelhas, Segundo FREE (1980), a umidade na área de cria da colônia deve ser estável e não deve ser superior a 40 %. Se o período de chuvas coincidir com as floradas de produção, a maior umidade, ou mesmo a sua saturação dentro da caixa, pode aumentar o prazo de maturação do mel, retardar a sua coleta e reduzir a sua produção na florada. Por outro lado, a maior perda evaporativa nas caixas de ACV, também observada por RODRIGUES (1998), pode proporcionar em período seco, redução de temperatura, devido ao resfriamento evaporativo. Deve-se ressaltar que, mesmo que a ACV apresente maior perda evaporativa que a madeira (Figuras 5A e 5B), a estabilidade da umidade interna no ninho é um ponto crucial na caracterização de abrigo para abelhas melíferas. Se assim for, este material precisará ser aperfeiçoado. Testes podem ser conduzidos com a vermiculita hidrofóbica, desenvolvida por MARTINS (2002) ou utilizar, no revestimento da caixa, produtos resistentes a umidade.

Tendo em vista o baixo custo de produção da caixa de ACV em comparação ao da madeira, a facilidade de sua construção, a resistência ao ataque de insetos de madeira e, principalmente por ser um material semelhante em condições físicas ao da caixa de madeira de abelhas, a sua utilização pode tornar-se uma alternativa para a atividade apícola.

Cuidados devem ser tomados para evitar perdas na sua construção, que restritamente deve seguir as orientações de seu preparo. Deve-se ressaltar que este modelo de caixa é frágil, de peso superior ao da de madeira, que não permite a atividade apícola migratória. Para apiários fixos poderá prevenir a ação de vândalos de apiários, ação comum em certas regiões.

As limitações da caixa de ACV, deverão ser alvo de aperfeiçoamento. Pesquisas devem ser conduzidas com outros tipos de granulometria da vermiculita, com outros traços na argamassa e novas espessuras da caixa devem ser propostos, aspectos que podem ajustá-la melhor às condições climáticas de clima tropical.

CAPÍTULO II

RESPOSTAS BIOLÓGICAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS EM PRODUÇÃO EM COLMÉIAS *LANGSTROTH* CONSTRUÍDAS COM ARGAMASSA CIMENTO-VERMICULITA

RESUMO

Considerando-se que a argamassa cimento-vermiculita (ACV) apresenta propriedades físicas semelhantes à madeira, testou-se a hipótese de que colméias construída com ACV apresente respostas biológicas similares à de madeira. Esse trabalho foi realizado no Instituto de Zootecnia da UFRRJ, localizado no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Preparou-se apiário com colméias, modelo *Langstroth* povoado com colônias de abelhas melíferas Africanizadas, com a mesma população e parentesco de rainha. Comparou-se as colônias de abelhas em caixas de ACV com as colônias controle, de madeira, em delineamento inteiramente casualizado, com dois níveis de tratamentos, tipo de material, início e fim do experimento, em cinco repetições por tratamento. Verificou-se o desempenho das colônias em função do controle térmico, da atividade de vôo, da área de produção de cêra e armazenamento de alimento, peso dos favos, do mel maduro e da sua qualidade. Paralelamente, mensurou-se as condições abióticas do local. As caixas de ACV e de madeira suportaram as variações de peso dos enxames. As colônias de abelhas Africanizadas controlaram a temperatura interna da caixa, ninho e melgueira, em ambos os tipos de materiais testados. Porém, o intervalo da temperatura interna na colméia de ACV eventualmente ultrapassou a faixa ótima, o que pode ter ocasionado a redução da atividade de vôo, cuja diferença com a colméia de madeira foi significativa. A área de formação de favos, de armazenamento de alimento e produção de mel não apresentaram diferenças significativas, mas sofreram grande variação. O mel amostrado em ambos os tipos de colméia apresentou-se dentro do padrão da análise química de rotina. Embora as respostas biológicas das colméias de madeira sejam superiores às de ACV, a produção semelhante e as muitas vantagens da caixa de ACV sobre os outros tipos, podem ajudar a torna-se mais uma alternativa para à atividade apícola da região tropical.

ABSTRACT

Regarding the similar physical properties within the wood, the hive made of cement-vermiculite mortar (CVM) have been tested to find out if it shows similar biological responses to the wooden hives. During five months, this research was carried out in the Instituto de Zootecnia of UFRRJ, located in Seropédica, Rio de Janeiro State, Brazil. Standard *Langstroth* hives were used in an apiary containing Africanized honeybees colonies, from equal strength and queen line. The CVM colonies were compared with control colonies (wooden made), in a completely randomized design, with two factors, with and without bees, beginning and end of the study, and five repetitions per treatment, which were used in order to test the colony performance to thermal control, flight activity, area of wax comb production and storage of food, weight of the honeycombs, the ripe honey collected and its quality. It was also measured the abiotic conditions of the place. The CVM hives and the wooden one have supported the variations of weight of the colonies. The Africanized honeybees colonies have been controlled the intern temperature, nest and super, and in both types of hive material. However, in the CVM hive, the interval of the internal temperature eventually crossed the critical limit, what might have caused the flight activity reduction, whose difference with the wooden hive was significant. There were no significant differences in the others characteristics studied, but they had important variation. The honey quality sampled in both types of material followed the pattern of the schedule chemical analysis. Although the biological properties of the wooden hives are better, the similar production and the many advantages of the CVM hives over others types, may well make it a practical proposition for tropical beekeeping.

1. INTRODUÇÃO

As abelhas quando em estado natural nidificam nos mais diferentes locais, tais como fenda de pedras, ocos de árvores, buracos no chão, entre outros abrigos contra os ventos frios, chuvas, inimigos naturais, etc. Para exploração racional de abelha *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, o homem percebeu a necessidade de proporcionar a estas colônias um abrigo satisfatório (SHEREN, 1977).

Inicialmente os apicultores, de diferentes partes do mundo, exploraram colônias de abelhas melíferas em cavidades de cerâmica, barro, cordas, barro, bambu, esterco, couro, latas de metal, tipos de jacar, de juta ou rami, madeira e palha (CRANE, 1994). A ocorrência de fugas, ou baixa produção de mel significava que alguns desses materiais e as formas do abrigo não estavam adequados à manutenção destas colônias (PROST, 1981).

A apicultura tecnificou-se para facilitar o trabalho do homem e das abelhas, a melhoria do manejo e da produção de abelhas melíferas e desenvolveu novos tipos de abrigos. O abrigo mais moderno das abelhas é a colméia *Langstroth*, idealizado por Langstroth em 1852, a partir da descoberta do espaço-abelha (DADANT & SONS, 1975).

Atualmente, as colméias *Langstroth* tem sido construídas de madeira (castanheira, cedro, mogno, pinho, etc), fibra de vidro, plástico, isopor e outros materiais (COUTO & COUTO, 1996). A caixa construída de madeira vem demonstrando ser a mais acessível aos apicultores (WIESE, 1974; DADANT & SONS, 1975), além de oferecer condições satisfatórias ao trabalho das abelhas melíferas e ao apicultor, o que permitiu a sua difusão em todo o mundo (BIRI & ALBERT, 1979).

No Brasil, a colméia *Langstroth* de madeira também conquistou a preferência dos apicultores e foi adotada como padrão pelo Ministério de Agricultura, pela Confederação Brasileira de Apicultura e pela maioria dos órgãos oficiais de apicultura (WIESE, 1974).

Atualmente, a colméia *Langstroth* construída de madeira apresenta certos aspectos que podem ser questionados. O alto custo inicial da exploração de abelhas representa um fator de desestímulo, particularmente em regiões em que a indústria apícola ainda não se fixou. Em clima tropical sua manutenção e depreciação reduzem-se, devido a infestação por térmitas, a podridão e empeno de algumas partes, e danos devido à queimadas ocasionais, especialmente quando colocadas no chão (HOBSON, 1983). Outro aspecto é que as madeiras mais resistentes para a construção de colméias não se encontram disponíveis no comércio e o seu uso além de ilegal, é visto como uma atitude anti-ecológica.

Sobre o uso abusivo de madeiras no comércio, vale ressaltar que a divulgação dos números da perda de diversidade e da destruição de áreas naturais tem sido assustadores e é desoladora a situação da Mata Atlântica, provavelmente um dos tipos vegetacionais mais ameaçados no Brasil. Segundo MORELLATO & HADDAD (2000) há mais de 500 anos a Floresta Atlântica Brasileira vem sendo destruída devido à pressão antropogênica e atualmente esta floresta restringe-se a 98.800 km², 7,6 % do seu original, com extinção eminente de muitas espécies vegetais e animais.

Como substituto da madeira, HOBSON (1983) utilizou colméia de ferrocimento e relatou que essas são além de economicamente viáveis, resistentes aos elementos climáticos e ao ataque de térmitas. SOARES & BANWART (1989) lançaram a colméia

Fibercol em São Paulo, de fibra de vidro, que apesar de adequar-se satisfatoriamente à criação de abelhas melíferas, não conseguiu firmar-se no mercado devido ao alto custo.

A colméia de argamassa cimento-vermiculita foi desenvolvida por pesquisadores dos Institutos de Tecnologia (IT/DAU) e Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 2000, com o objetivo de tornar-se mais um material alternativo para a construção de colméias de abelhas melíferas. Primeiramente, NEVES (2002) verificou que o desenvolvimento de núcleos *Langstroth* de abelhas Africanizadas, construídos com esse tipo de material, foi satisfatório quando comparado ao da caixa de madeira. Este autor observou ainda que a temperatura interna na área central do ninho e a atividade de vôo foram similares nas caixas de madeira e de argamassa cimento-vermiculita.

Nesta pesquisa, em que utilizou-se colônias de abelhas Africanizadas preparadas para a produção de mel, testou-se a hipótese de que a colméia construída com argamassa cimento-vermiculita apresente respostas biológicas similares à de madeira.

Para testar esta hipótese, esta dissertação objetivou: i) verificar se há homeostase da temperatura intranidal nas colônias Africanizadas; ii) verificar se a homeostase térmica persiste ao longo do tempo; iii) verificar se a homeostase térmica implica em alteração da eficiência do forrageamento das colônias de abelhas; iv) verificar se a variação no recrutamento das operárias para o forrageamento implica em alterações da produção de mel; v) verificar alterações na qualidade do mel.

2. MATERIAL E METÓDOS

2.1. Local de Estudo

O experimento foi conduzido no período de 15 de janeiro a 16 de maio de 2002, no apiário do Setor de Criação de Abelhas da Fazenda do Instituto de Zootecnia (FAIZ) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizado no município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. As coordenadas geográficas são 22°45'28"S e 43°41' 05"W, altitude de 33 m, tipo climático AW, segundo classificação de Köepen. A localidade apresenta temperatura média de 22,6 °C no outono, 34,5 °C no verão e média anual de 25,2 °C, pluviosidade média anual de 1176,5 mm.

Esta região caracteriza-se por apresentar poucas floradas nativas e apenas uma cultivada (*Eucalyptus* spp). A expectativa nesta região é uma produção média de cerca de 10 kg de mel/ colméia/ ano. Para conhecer-se as floradas apícolas, herborizou-se as plantas com alta densidade floral e com alta frequência de visita pelas abelhas, durante o período experimental. As exsicatas estão depositadas no centro de criação de abelhas da UFRRJ.

2.1.1. Descrição do local do experimento

As colméias foram instaladas em apiário, sobre cavaletes individuais, em tubo PVC e base de cimento armado. A área utilizada foi cercada com arame farpado. O manejo contra as ervas daninhas foi feito através de roçadas periódicas, utilizando-se roçadeira costal e tesoura de poda.

As caixas experimentais foram distribuídas ao acaso no apiário, em duas fileiras e em ziguezague, a uma distância mínima de 2 metros uma da outra, com os alvados voltados para direção norte.

Utilizou-se colônias de abelhas melíferas Africanizadas (*Apis mellifera*), obtidas a partir de enxames já existentes no Setor de Criação de Abelhas. Os núcleos de

cinco quadros com abelhas receberam rainhas virgens, originárias do Centro de Apicultura Tropical do Instituto de Zootecnia de Pindamonhangaba, Estado de São Paulo, que foram cruzadas naturalmente com zangões existentes na localidade.

Antes de iniciar-se o experimento, as populações das colônias das abelhas foram desenvolvidas até ninho completo. Para isto, as colméias receberam alimentação artificial, uma vez por semana, de um litro por colônia, de xarope de açúcar diluído em água, na concentração de 50%. Também foi feito o reforço das famílias mais vagarosas, com quadros de cria operculada (em fase de pupa). Utilizou-se redutores de alvado durante a fase de complementação do ninho das colônias, para restringir a entrada de inimigos naturais. Assim que os enxames completaram os 10 quadros do ninho e receberam as melgueiras iniciou-se a experimentação. Para isto, as colônias experimentais foram homogeneizadas quanto ao número de quadros com cria e alimento.

2.2. Tratamentos

Dois modelos de colméias: madeira e ACV foram dispostos no delineamento Inteiramente Casualizado, em esquema fatorial 2^2 , em que os dois fatores foram: tipo de povoamento e época, com dois níveis cada, com e sem abelhas e início e fim do período experimental, respectivamente, totalizando quatro tratamentos. Cada tratamento teve cinco repetições, totalizando 20 observações. A colméia representou uma unidade experimental. Os tratamentos testados foram :

a) colméia de madeira povoada; b) colméia de argamassa cimento-vermiculita povoada; c) colméia de madeira não povoada; d) colméia de argamassa cimento-vermiculita não povoada. O povoamento refere-se a colméia com abelhas.

2.2.1. Descrição dos tratamentos

As colméias utilizadas nos tratamentos foram do modelo *Langstroth*, composta por um ninho com 10 quadros, uma melgueira com 10 quadros, um piso e um teto. Todos os quadros são *Hoffman* foram construídos de madeira e montados com arame galvanizado nº 26 e uma lâmina de cêra alvceolada. Para a produção de mel utilizou-se a unidade mínima populacional de um ninho e uma melgueira. Cada melgueira permite a produção de cerca de 10 kg de mel, conforme a florada e as condições climáticas.

As colméias de madeira foram adquiridas no mercado apícola local. Todas estas colméias foram em pinho, com 2 cm de espessura, pintadas em seu ninho, fundo (parte externa) e tampa na cor amarela e as melgueiras de cor branca.

Os procedimentos para a construção da caixa de cimento-vermiculita (ACV) encontram-se descritos no Capítulo I e segue algumas orientações de NEVES (2002). Estas caixas foram pintadas de forma semelhante as de madeira

2.3. Características Avaliadas

2.3.1. Variáveis abióticas

Procedeu-se semanalmente, as medições de temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%). A leitura destes dados foram feitas às 7, 10, 13, 15 e 17 h. Na aferição da temperatura e da umidade do ar foi utilizado um psicrômetro, através da leituras dos termômetros de mercúrio, de bulbo seco (Tbs) e de bulbo úmido (Tbu), com precisão de ± 1 °C. A umidade relativa do ar foi obtida com auxílio de tabela do aparelho, utilizando-se os registros de Tbs e Tbu. Para mensurar-se a radiação solar utilizou-se o termômetro de globo negro de *Vernon*, exposto ao sol e à sombra. Para medir a velocidade do vento utilizou-se um anenômetro, tipo Tri-Sense modelo 637000. O termômetro digital utilizado foi da marca Wavetek DM 23 XT.

2.3.2. Variáveis biológicas e de produção

a) Temperatura interna do ninho e da melgueira

Utilizou-se um termômetro digital, ligado a um termopar de cobre-Constantan, com 35 cm comprimento. A haste foi introduzida em um orifício, com 1,5 mm, existentes nos ninhos e nas melgueiras das caixas. Padronizou-se a posição deste sensor na parte central e contrária ao alvado do ninho e da melgueira. Procedeu-se, semanalmente, as medições da temperatura interna do ninho e da melgueira. A leitura destes dados foi realizada às 7, 10, 13, 15 e 17 h.

Para a análise estatística da temperatura interna (variável resposta), procedeu-se a análise de Correlação de Pearson, em relação às condições abióticas (como variável-explicativa). Procedeu-se a análise de variância e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey.

b) Atividade de vôo das abelhas

Foi obtida através da contagem das campeiras, duas vezes ao dia, às 8 e 16 h, semanalmente, através de um contador manual. O observador colocou-se ao lado do alvado da colônia e contou as abelhas que chegavam no alvado da colônia durante cinco minutos.

Para a análise dessa variável, segundo o tipo de material, procedeu-se a análise de Correlação de Pearson em relação às condições abióticas (variável-explicativa). Procedeu-se a análise de variância e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey.

c) formação de favos, armazenagem de alimento nos favos e peso dos favos na melgueira

Quinzenalmente, mensurou-se a formação de favos nas melgueiras utilizando-se um porta-quadro do tamanho de um quadro *Hoffman*. O porta-quadro construído de madeira foi dividido em quadrados com fio de *nylon* de 2,5 x 2,5 cm. Colocou-se o quadro das colônias sem abelhas no porta-quadro e contou-se o número de quadrados alveolados, classificando-se cada quadrado em 25, 50, 75 e 100 % do preenchimento. A partir das porcentagens verificadas pela área de cada quadrado, calculou-se área total (cm²). A mesma mensuração foi adotada quando as abelhas iniciaram a armazenagem de alimento (mel e pólen) nos favos. Este procedimento segue algumas orientações sugeridas por TOOD & REED (1970) e AL-TIKRITY *et al.* (1971).

A pesagem das colméias tem sido considerada um bom indicativo para avaliar as colônias de abelhas (MCLELLAN, 1977), desde que evite-se o final da florada, devido às perdas de abelhas (MILUM, 1956). Em função destas observações, a pesagem das melgueiras com favos foi realizada antes do final da florada. O peso dos favos da melgueira representa a diferença entre o peso bruto da melgueira (caixa mais quadros mais favos com alimento) menos, o peso da melgueira e dos quadros. Estas pesagens foram obtidas em balança digital.

d) Peso do mel maduro

Quando os favos apresentaram-se com operculação completa, ou $\frac{3}{4}$, procedeu-se a coleta para beneficiamento do mel (desoperculação, centrifugação, filtragem e decantação). Para cada tratamento, pesou-se os quadros com mel antes da operculação (fechamento das células) e após a centrifugação, para obter-se o peso líquido do mel, para cada parcela experimental. Tomou-se as amostras de mel para cada

tratamento, envasou-se em vidros higienizados de 250 ml, rotulou-se com o número de cada parcela experimental.

d) Análise química do mel

A partir das amostras do mel coletadas foram feitas as seguintes análises: Lund (ml), açúcar redutor (%), sacarose (%), pH, acidez (meq/kg), índice de refração (°C), Brix (%) e umidade (%). Estas análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Produtos Apícolas da Cooperativa Apícola do Rio de Janeiro (COAPI-RIO).

f) Análise de macro e microminerais no mel

Esta análise foi realizada no Laboratório de Química do Solo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), para verificar, em amostras de mel coletado da caixa de madeira e de ACV, o teor em mg/l dos seguintes elementos: Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, Cr, Co, Ni, Al, Cd, Pb, Si.

Os dados das alveolagem, peso dos favos, peso do mel maduro e análise química foram analisados através da análise de variância, utilizando o teste de Tukey para comparação de médias. Utilizou-se o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas).

2.5. Análise Estatística

O modelo estatístico geral adotado para o Delineamento Inteiramente Casualizado foi:

$$y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$$

onde,

y_{ij} = é o valor observado para a variável em estudo referente a j-ésima repetição do i-ésimo tratamento;

m = é a média de todas as unidades experimentais para a variável em estudo;

t_i = é o efeito do i-ésimo tratamento;

e_{ij} = é o erro experimental, normal e independente, do i-ésimo tratamento na j-ésima repetição.

Para as variáveis temperatura interna, atividade de vôo e peso da melgueira foi adotado o Delineamento Inteiramente Casualizado, em esquema de parcela subdividida. Desta forma o modelo estatístico ficou:

$$y_{ijkl} = m + P_i + S_j + PS_{ij} + e_{ijl} + E_k + PE_{ik} + SE_{jk} + PSE_{ijk} + e_{ijkl}$$

onde,

y_{ijkl} = é o valor observado para a variável em estudo referente a l-ésima repetição da combinação do i-ésimo nível do fator P com o j-ésimo nível do fator S com o k-ésimo nível do fato E;

m = é a média de todas as unidades experimentais para a variável em estudo;

P_i = é o efeito do i-ésimo nível do fato P;

S_j = é o efeito do j-ésimo nível do fato S;

PS_{ij} = é o efeito da interação entre o i-ésimo nível do fato P com o j-ésimo nível do fato S;

e_{ijl} = é o erro experimental da parcela, normal e independente, do i-ésimo nível do fato P com o j-ésimo nível do fato S na l-ésima repetição;

E_k = é o efeito do k-ésimo nível do fato E;

PE_{ik} = é o efeito da interação entre o i-ésimo nível do fato P com o k-ésimo nível do fato E;

SE_{jk} = é o efeito da interação entre o j-ésimo nível do fato S com o k-ésimo nível do fato E;

PSE_{ijk} = é o efeito da interação entre o i-ésimo nível do fato P com o j-ésimo nível do fato S com o k-ésimo nível do fator E;

e_{ijkl} = é o erro experimental da sub-parcela (Resíduo B), normal e independente, do i-ésimo nível do fato P com o j-ésimo nível do fato S com o k-ésimo nível do fator E na l-ésima repetição.

O modelo usual de quadro de análise de variância, para essas análises se encontram em anexo.

3. RESULTADOS

O período da alveolagem da cêra pelas colônias, que exige alta quantidade de alimento (HEPBURN, 1988) herborizou-se *Eucalyptus* spp (Myrtaceae), e durante o período de produção de mel (período final do experimento), herborizou-se *Vernonia beyrichii* (Compositae) e *Eupatorium maximiliani* Schard (Asteraceae). Essas espécies apresentaram-se em alta densidade floral na região e a visitação das abelhas foi intensa, por essas razões considerou-se que estas floradas foram as maiores produtoras de mel no período experimental, que permitiu a coleta de mel maduro.

A Figura 1 apresenta a temperatura do ar (°C) e a umidade relativa do ar (%), em máximas, médias e mínimas durante o período experimental. Os meses mais quentes e os de maior amplitude térmica foram fevereiro, março e abril, com temperaturas acima de 30 °C. Maio foi o mês de temperaturas mais amenas, média em torno de 26 °C. Os meses mais úmidos foram janeiro e maio. Os demais tiveram a maior variação da umidade relativa do ar, raramente ultrapassando 70%.

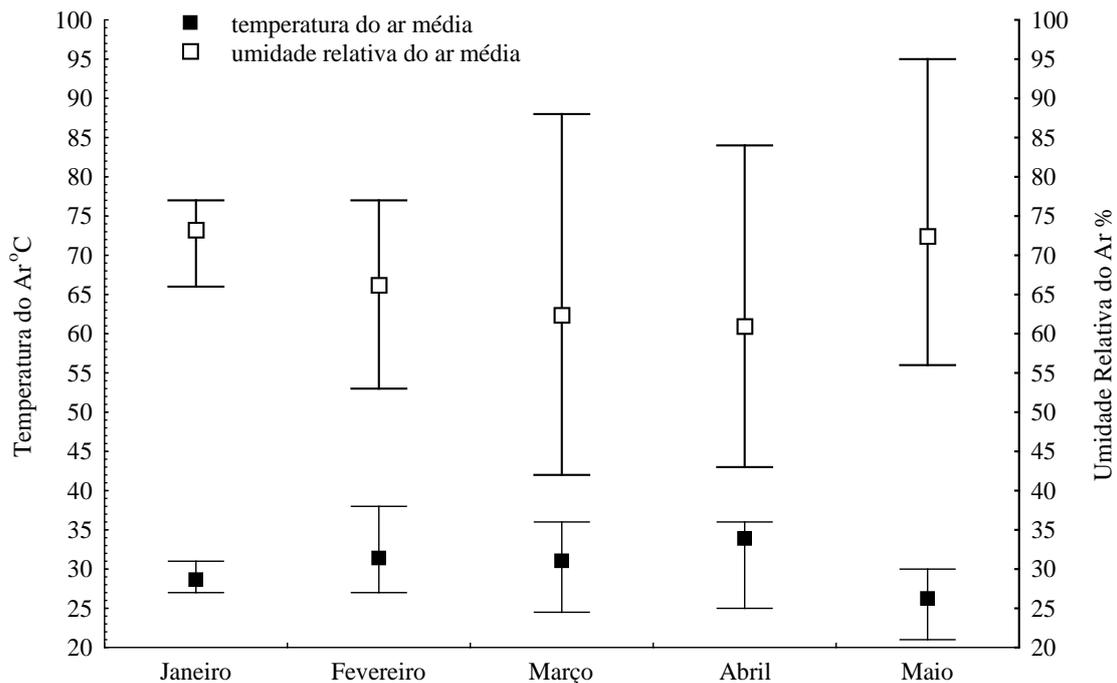


Figura 1. Temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%), em máximas, médias e mínimas registradas durante o período experimental.

A Figura 2 apresenta a temperatura interna do ninho das colméias de madeira e ACV, em relação a do ambiente e da umidade relativa do ar. A Figura 3 refere-se a temperatura interna da melgueira em relação às mesmas condições externas. As leituras dessas figuras referem-se a parte do período experimental, quatro leituras no início e três no final. Tanto no ninho, como na melgueira verificou-se regulação da temperatura interna da colônia, mesmo variando o tipo de material.

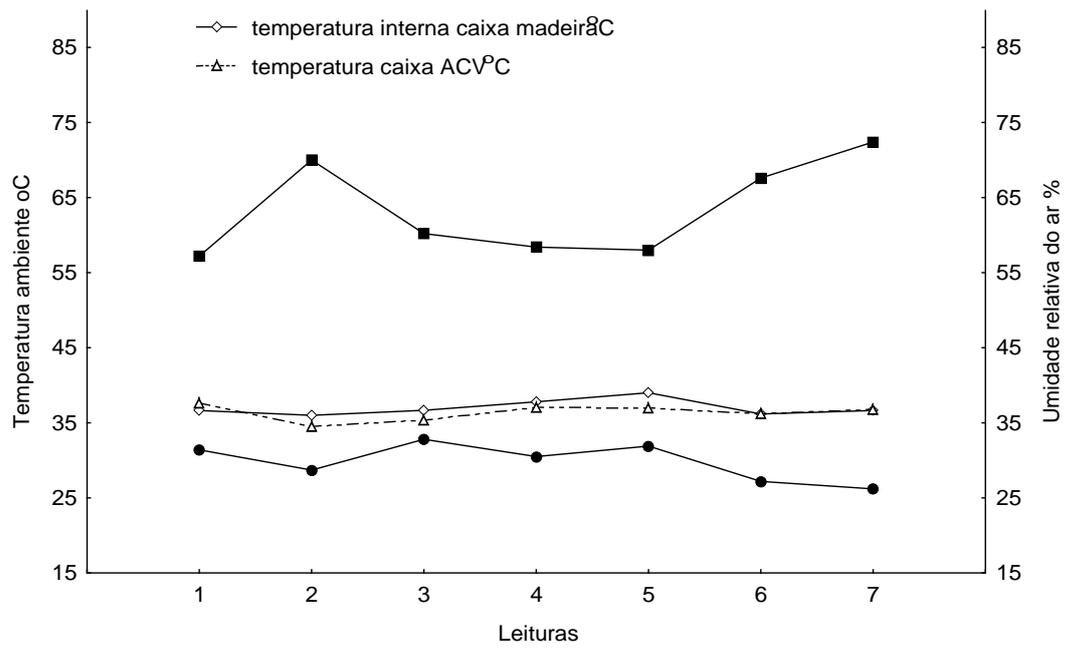


Figura 2. Regulação da temperatura interna no ninho pelas abelhas Africanizadas nas caixas de madeira e argamassa cimento-vermiculita, em relação à temperatura ambiente e umidade relativa do ar.

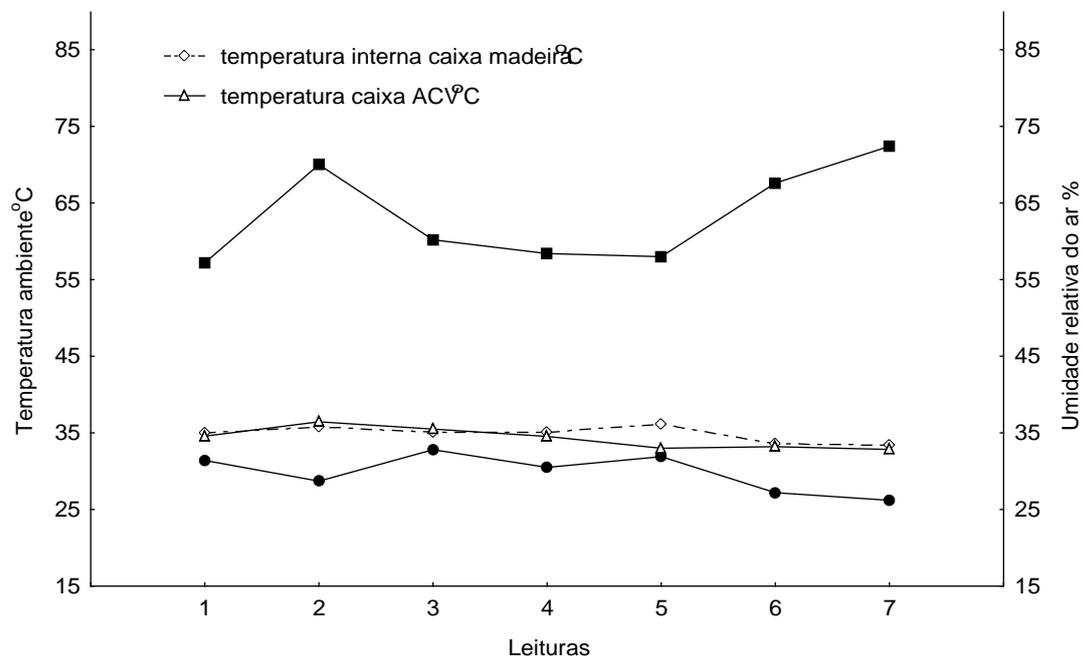


Figura 3. Regulação da temperatura interna na melgueira pelas abelhas Africanizadas nas caixas de madeira e argamassa cimento-vermiculita, em relação à temperatura ambiente e umidade relativa do ar.

Durante o manejo das colméias de madeira e de ACV não se observou diferenças importantes quanto a agressividade das colônias, ocorrência de fuga, formação de cachos de abelhas fora da colméia e enxameação. Somente a retirada da tampa da colméia de ACV, por ser pesada, foi considerado de difícil manejo. A caixa de ACV suportou adequadamente as variações do peso dos enxames.

A temperatura média do ninho para a caixa de madeira foi de $35,98 \pm 1,12$ °C e para a caixa de ACV de $36,28 \pm 1,87$ °C, com as seguintes variações durante os cinco meses de experimento, de $33,92$ °C a $37,94$ °C para a caixa de madeira e $32,40$ °C a $39,83$ °C para a caixa de ACV. Na colméia de madeira, 25,7 % das leituras esteve acima de 37 °C e na de ACV 29,7%. Não se verificou diferenças significativas ($P \geq 0,01$) entre a temperatura interna da colméia e o tipo de material, nem da interação entre este com o tipo de povoamento (com e sem abelhas), ou da interação do tipo de material com a época (início e fim do experimento) e demais interações. Foram observadas diferenças em relação ao tipo de povoamento, a época e a interação da época com o tipo de povoamento ($P < 0,01$) (Tabela 1).

Tabela 1. Temperatura interna média do ninho e da melgueira (°C) em caixas modelo *Langstroth*, de madeira e de argamassa cimento-vermiculita (ACV), no início e fim do experimento. Seropédica (UFRRJ), 2002.

| Época | Com abelhas | Sem abelhas | Com abelhas | Sem abelhas |
|--------|-------------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | Ninho da caixa de madeira | | Ninho da caixa de ACV | |
| Início | 36,44 Aa | 32,27 Ab | 35,83 Aa | 32,36 Ab |
| Fim | 34,53 Aa | 29,23 Bb | 36,75 Aa | 30,37 Bb |
| Época | Com abelhas | Sem abelhas | Com abelhas | Sem abelhas |
| | Melgueira da caixa de madeira | | Melgueira da caixa de ACV | |
| Início | 35,29Aa | 31,28Ab | 35,50Aa | 31,44Ab |
| Fim | 34,57Ba | 30,55Bb | 33,39Ba | 30,68Bb |

Letras maiúsculas comparam médias nas colunas e minúsculas nas linhas. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente, pelo Teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

A temperatura interna média da melgueira para a caixa de madeira e ACV foram $35,97 \pm 1,54$ °C e $35,17 \pm 2,2$ °C, respectivamente, com intervalo de variação de $31,60$ °C a $38,16$ °C e $29,62$ °C a $39,60$ °C, ao longo do experimento. Não se verificou diferenças significativas ($P \geq 0,01$) entre a temperatura interna e o tipo de material testado, nem da interação deste com o tipo de povoamento (com e sem abelhas), ou da interação do tipo de material com a época (início e fim do experimento), ou da interação do tipo de povoamento com a época e a totalidade das interações entre estas variáveis. Foram observadas diferenças em relação ao tipo de povoamento e a época ($P < 0,01$) (Tabela 1).

Nos dois tipos de materiais testados verificou-se uma correlação linear negativa entre temperatura interna do ninho e umidade relativa do ar (coeficiente de correlação linear negativa de $r^2 = -0,73$) e correlação linear positiva entre a temperatura interna do ninho e temperatura do globo negro à sombra ($r^2 = +0,81$) ($P < 0,05$). E entre temperatura interna da melgueira e a temperatura do ar, temperatura do globo negro à sombra e ao sol ($r^2 = +0,92$, $+0,86$ e $+0,83$) ($P < 0,05$). A temperatura interna do ninho e da melgueira não apresentaram correlação significativa ($P \geq 0,01$) entre si, como também, a umidade relativa do ar e temperatura interna da melgueira.

Quando comparou-se o forrageamento dentro de época verificou-se que houve maior atividade de abelhas campeiras na caixa de madeira ao longo do experimento ($P < 0,01$) (Tabela 2). Verificou-se uma correlação negativa entre as variáveis atividade de vôo da caixa de ACV e a temperatura interna (coeficiente de correlação linear negativa, $r^2 = - 0,83$) ($P < 0,05$) e não se observou correlação significativa ($P \geq 0,05$) com a colméia de madeira. Quanto as condições climáticas estudadas e a atividade de vôo, verificou-se que as correlações não foram significativas .

Tabela 2. Atividade de vôo média das abelhas, número de abelhas/5 min, em função do tipo de material de construção da colméia, no início e fim do experimento. Seropédica (UFRRJ), 2002

| Época | Colméia de Madeira | Colmeia de ACV |
|-----------------------|--------------------|----------------|
| Início do experimento | 316 Ab | 234 Bb |
| Fim do experimento | 279 Ab | 258 Bb |

Letras maiúsculas comparam médias nas colunas e minúsculas nas linhas. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

O tipo de material não influenciou as áreas de alveolagem da cêra em favos e de armazenamento do alimento ($P \geq 0,05$), porém houve grande variabilidade desses resultados (coeficiente de variação alto). O peso dos favos da melgueira e o peso do mel coletado também não foram influenciados pelo tipo de material ($P \geq 0,05$), mas apresentaram grande variação (coeficiente de variação alto) (Tabela 3).

Tabela 3. Formação dos favos, armazenamento de alimento nos favos (cm^2), peso médio dos favos (kg) na melgueira e peso do mel maduro (kg). Seropédica (UFRRJ), 2002.

| Tratamentos | Formação dos favos (cm^2) | Armazenamento de alimento (cm^2) | Peso dos favos na melgueira (kg) | Peso do mel maduro (kg) |
|-----------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|-------------------------|
| Colméia Madeira | 36.9932 a | 31.9891a | 8,49 a | 4,13 a |
| Colméia ACV | 19.5907 a | 21.2883 a | 9,16 a | 3,47 a |

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Não houve diferenças significativas ($P \geq 0,05$) entre as amostras coletadas de mel nas colméias de madeira e nas de argamassa (Tabela 4). A análise de Diastase e Lugol também foram satisfatórias, com resultado positivo e negativo, respectivamente. A análise de resíduos encontra-se na Tabela 5 e mostra diferenciações para maior teor nas amostras coletadas na caixa de madeira de zinco e cádmio; para maior teor na caixa de ACV, de cobre e alumínio.

Tabela 4. Valores médios da análise química, teste de Lund (ml), açúcar redutores (%), sacarose (%), pH, acidez (meq/kg), índice de refração (°C), Brix (%) e umidade (%). Seropédica (UFRRJ), 2002.

| Tipo de Material | Teste de Lund | Açúcares Redutores | Sacarose | PH | Acidez | Índice de Refração | Brix | Umidade | HMF |
|------------------|---------------|--------------------|----------|-------|--------|--------------------|--------|---------|--------|
| Madeira | 0,64a | 69,68a | 4,222a | 4,02a | 19,30a | 14843a | 77,10a | 20,92a | 11,90a |
| ACV | 0,64a | 69,44a | 4,220a | 4,02a | 19,30a | 14843a | 76,70a | 20,76a | 11,90a |

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 5. Macro e microminerais (ppm) presentes no mel, coletado em colméias de madeira e de argamassa cimento-vermiculita (ACV). Seropédica (UFRRJ), 2002.

| Material da Colméia | Ca | Mg | Mn | Fe | Zn | Cu | Cr, Co, Ni, Pb | Al | Cd | Si |
|---------------------|------|------|-------|------|-------|-------|----------------|-------|-------|------|
| Madeira | 14,9 | 7,83 | 0,754 | 1,34 | 0,271 | 0,045 | * | 0,193 | 0,298 | 1,29 |
| ACV | 16,1 | 7,96 | 0,758 | 1,43 | 0,199 | 0,086 | * | 0,244 | 0,063 | 1,22 |

* Teor do elemento abaixo do limite de detecção da técnica utilizada

4. DISCUSSÃO

As condições climáticas da estação do verão, relativamente diferentes dos demais anos, não favoreceu a principal florada da região (*Eucaliptus* spp) para a produção de mel. Mas, promoveu o aumento populacional das colméias e garantiu a colheita de mel da próxima estação, através das floradas *Eupatorium maximilian* e *Vernonia beyrichii*.

A ausência de fugas, enxameação, ocorrência de pragas e doenças, que podem representar perdas importantes de enxames, constituem uma evidência de que os tipos de materiais estudados para construir colméias mostraram-se adequados como abrigos para as abelhas (BARROS, 1965; LIPINSKI, 2001).

As temperaturas ambientes registradas nesta pesquisa (Figura 1) mostraram-se mais altas que o intervalo considerado ótimo para colônias de abelhas melíferas européias, que é de -10 °C a 15 °C, em que o custo energético é mínimo para a manutenção da colônia (SOUTHWICK & MORITZ, 1992). Em clima tropical, não há estudos sobre a relação temperatura e custo energético da colônia para abelhas Africanizadas.

A temperatura interna do ninho das colméias de ambos os materiais estudados foi mantida relativamente estável pelas abelhas Africanizadas (Figura 2), mesmo sendo submetidas às variações das condições climáticas, conforme verificou NEVES (2002). Essa temperatura foi mantida acima da temperatura ambiente, em concordância com relato de HEINRICH (1993). Isso fica evidente quando compara-se a temperatura interna das caixas povoadas e não povoadas (Tabela 1), revelando que a temperatura interna do ninho é independente, não se observando correlação com a temperatura

externa. Esse resultado está de acordo com MYERSCOUGH (1993), mas contrasta com TOLEDO & NOGUEIRA-COUTO (1999), que verificaram correlação positiva entre as temperaturas interna e externa.

A temperatura interna da melgueira, teve comportamento semelhante ao ninho (Figura 3 e Tabela 1). As respostas positivas dessa parte da colméia entre a temperatura interna, a temperatura externa e radiação solar, indicam que são faixas toleráveis pelas colônias de abelhas Africanizadas. Essa correlação pode ser explicada pela presença do mel, principal conteúdo da melgueira, que apresenta alta condutividade térmica (CRANE, 1976), que tende a aumentar o intervalo de variação da temperatura interna.

A variação negativa da umidade relativa do ar com a temperatura interna do ninho, mostra a importância desse elemento climático na regulação da temperatura do ninho, conforme as observações de TOLEDO & NOGUEIRA-COUTO (1999). A temperatura interna da melgueira mostra-se independente da umidade relativa do ar, provavelmente devido a presença do mel.

Tanto no ninho quanto na melgueira verificou-se o controle térmico, chamado de homeostase social, produzida pelas abelhas eussociais, que constitui comportamento importante para a sobrevivência e desenvolvimento dessas colônias e tem sido largamente documentado (GATES, 1914, LINDAUER, 1964; SPIVAK *et al.*, 1992; DEGRANDI-HOFFMAN *et al.*, 1993; HEINRICH, 1994).

Às temperaturas ambiente entre 21 e 38 °C, verificou-se que as médias das temperaturas internas das colméias de madeira e ACV de 35,98 °C e 36,28 °C para ninho, 35,39 °C e 35,17 °C para melgueira, estão relativamente próximas as observadas por LENSKY (1964) de 37,6 °C, por SAKAY *et al.*, (1974) de $35 \pm 1,0$ °C, por MIWNICK & MURPHEY (1974) de 34 °C e por TOLEDO & NOGUEIRA-COUTO (1999) de $33,7 \pm 1,5$ °C. NEVES (2002) registrou médias mais baixas em núcleos de abelhas Africanizadas em caixas de ACV, ocorrência considerada normal por TOLEDO & NOGUEIRA-COUTO (1999).

Deve-se ainda considerar, na avaliação térmica do abrigo, o intervalo que compreende a variação da temperatura interna ótima do ninho. Segundo SEELEY & HEINRICH (1981), a variação da temperatura ótima para o desenvolvimento da cria das abelhas melíferas européias, na porção central do ninho, é de 32 a 36 °C, para FREE (1980) de 34 a 35 °C e para KRAUS *et al.*, (1998) de 30,7 a 37 °C. BRANDEBURGO (1986), verificaram em abelhas Africanizadas, variação anual de 34,2 a 36,4 °C, na temperatura interna das colméias, e TOLEDO & NOGUEIRA-COUTO (1999), de 31,1 a 35,8 °C. A variação da temperatura interna do ninho, durante o período experimental, por vezes ultrapassou o valor superior considerado ótimo (36 °C), em quase 2°C para colméia de madeira e de quase 4 °C para a de ACV. Mesmo sendo estas ocorrências eventuais, cerca de 30% das leituras registradas, e não persistentes, isto pode ser um importante fator de estresse térmico, especialmente para as colméias de ACV. Segundo HIMMER (1927), 1 a 2 °C acima da temperatura de 36 °C em tempo prolongado, prejudica severamente a metamorfose larval das abelhas, reduzindo a emergência da pupa e o desenvolvimento da cria, além de reduzir a vida útil dos adultos (HEINRICH 1980). SOUTHWICK & MORITZ (1992) alertaram como fator crítico a temperatura alta e constante do ninho a 35 °C, que está sempre acima da temperatura do ponto de orvalho. Nesse sentido, a colméia de ACV poderá exigir maior mobilização de campeiras para resfriar o ninho, caso contrário a colônia poderá enfraquecer.

O forrageamento das campeiras, observado pela atividade de vôo das abelhas nas colméias, revelou que a colméia de ACV apresentou menos abelhas campeiras forrageando, diversamente da colméia de madeira (Tabela 2). Isto pode significar que mais abelhas permaneceram dentro deste tipo de caixa para regular a temperatura

interna, que eventualmente oscilou fora da limite ótimo. O que pode ser provável porque verificou-se uma correlação negativa significativa entre atividade de vôo e temperatura interna do ninho ($r^2 = - 0,83$). Vale ressaltar que ambiente muito úmido aumenta o efeito da temperatura interna (AYOADE, 2001), que nesse caso reduziria a atividade de vôo da colônia de abelhas. Contrário a este resultado, NEVES (2002) não observou diferença na atividade de vôo entre a caixa de madeira e ACV, em núcleos de abelhas Africanizadas.

Mesmo considerando que o comportamento social deve restabelecer a homeostase térmica (Figuras 1 e 2), o custo energético para este controle, pode ser alto e reduzir a quantidade de alimento que é armazenado. SOUTHWICK & MORITZ (1992) relataram que 580 calorias são perdidas a cada grama de água evaporada produzida pelas abelhas. Comparativamente à colméia de madeira, isto representa um aspecto negativo para o caixa de ACV. Uma outra razão, para explicar a menor atividade de vôo da colméia de ACV, seria a redução da população, provocada por eventuais altas da temperatura do ninho, fora da faixa ótima, o que também seria um aspecto negativo. NEVES (2002) verificou a redução da área de cria em núcleos de abelhas Africanizadas construídos com ACV, comparativamente ao da madeira.

Problemas podem ocorrer caso a temperatura interna da caixa não povoada variasse, o que não ocorreu (Tabelas 1). Assim, o fator que pode estar influenciando as variações da temperatura interna da colméia de ACV, pode ser a umidade próxima do ponto de saturação de vapor d'água, particularmente, no período de alta umidade, conforme relataram SOUTHWITZ & MORITZ (1992). A tendência da caixa de ACV aumentar a temperatura interna pode ser devida a maior capacidade de absorção de água pela vermiculita (DEER, 1996), que pode ser outro fator agravante. Em período úmido, a água retida na caixa pode permanecer algum tempo para evaporar-se e dificultar o resfriamento evaporativo da colméia, que é um mecanismo importante da termorregulação das abelhas (HAZELHOFF, 1959; LINDAUER, 1964, SOUTHWICK & MORITZ, 1992). Esta dificuldade exacerba-se em presença de mel verde, que apresenta alto teor de água, e comumente carece de abelhas ventiladoras para retirar o excesso de umidade provocado pela sua desidratação (MORSE, 1973; VAUGHN, 1977). Para LINDAUER (1964), uma quantidade de abelhas deve permanecer dentro da colônia para colaborar nas atividades de ventilação e evaporação, para estabilizar a temperatura interna. Como no período experimental predominou a presença de mel verde nas melgueiras, cuja desidratação pode aumentar o efeito da temperatura interna da colméia, é provável que a colméia de ACV reduza o forrageamento para o seu resfriamento, ou reduza a população jovem (larvas). Ambos, implicariam no decréscimo da quantidade de alimento (VAUGHN, 1977).

A atividade de vôo reduzida influiu em outras tarefas da colônia, como a área de alveolagem, de armazenamento de alimento e, conseqüentemente, no peso dos favos e da quantidade de mel produzida. A variação deste resultados ainda não permite afirmar se isto realmente pode ocorrer, embora haja uma ligeira tendência para menor produção nas colméias de ACV (Tabela 3).

Embora a média dos pesos dos favos na melgueira tenha sido alta, devido a presença de mel, este não alcançou o ponto de amadurecimento recomendado com um mínimo de 3/4 do favo com células operculadas, reduzindo sua coleta. Outro fator, para explicar a queda na produção de mel maduro, foi a redução do fluxo nectarífero da florada, que impediu que as abelhas completassem a carga dos favos. Deste modo, a colheita de mel foi modesta, não permitindo uma avaliação estatística mais apurada.

A qualidade do mel é garantida na análise rotineira do mel e os teores de macro e micro elementos em ambos os materiais utilizados nesta pesquisa, estão abaixo do registrado por CRANE (1983), que apresentou estes dados de méis em todo mundo.

Diante destas considerações é fundamental que a colméia de ACV seja melhor investigada durante o período de armazenamento do mel. Testes devem ser realizados que propiciem maior ventilação nas melgueiras, de dentro para fora, para aumentar a eficiência de perda de água.

Embora o desempenho da caixa de ACV não seja tão eficiente quanto a da madeira, pode-se recomendar sua utilização para os apicultores, porque os critérios biológicos, que permitem avaliar a manutenção dos enxames de abelhas Africanizadas nesta caixa, foram satisfatórios. A qualidade do mel também foi preservada. O uso da ACV como material alternativo pelos apicultores permitirá acumular mais dados em torno da sua produção.

CONCLUSÕES

- 1- A construção da caixa de ACV é simples e artesanal. Durante a construção da caixa de ACV podem ocorrer perdas importantes se as instruções não forem obedecidas;
- 2- A caixa de ACV exige certo cuidado na abertura das partes das caixas de abelhas;
- 3- Há estabilidade da temperatura interna nas caixas de ACV e madeira;
- 4- A temperatura interna das caixas de ACV e madeira são semelhantes;
- 5- A condutividade térmica da caixa de ACV é similar a de madeira;
- 6- A caixa de argamassa cimento-vermiculita (ACV) permite o isolamento térmico;
- 7- A argamassa cimento-vermiculita absorve mais água que a madeira;
- 8- A argamassa cimento-vermiculita perde água mais rapidamente que a madeira pinho;
- 9- A caixa de ACV é mais pesada do que a de madeira pinho;
- 10- A caixa de ACV é frágil e não suporta transporte, nem manejo intenso, por isso não deve ser utilizada em atividade apícola migratória;
- 11- O custo de produção da caixa de ACV é mais baixo que a de madeira;
- 12- A caixa de ACV suporta as variações do peso das colônias de abelhas Africanizadas;
- 13- A caixa de ACV não permite abandono da colônia de abelhas e enxameação, desde que haja controle no manejo;
- 14- Há homeostase da temperatura intranidal na colméia de ACV, tal como a de madeira;
- 15- A homeostase térmica persiste ao longo do tempo nas colméias de ACV e de madeira;
- 16- O intervalo da temperatura ótima do ninho e da melgueira da colméia de ACV ultrapassou eventualmente o seu limite superior;
- 17- A atividade de vôo na colméia de ACV tende a ser mais baixa;
- 18- Há necessidade de mais dados sobre a produção de mel para avaliar-se o desempenho da colméia de ACV;
- 19- A colméia de ACV não compromete a qualidade do mel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. Argamassas e concretos endurecidos – *Determinação da absorção de água por imersão – Índice de vazios e massa específica*. NBR 9798. Rio de Janeiro, 5p. 1987.
- ADDISSON, J. Vermiculite: A review of the mineralogy and health effects of vermiculite exploitation. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 21: 397-405, 1995.
- AL-TIKRITY, W. S.; HILLMANN, R. C.; BENTON, A. W. A new instrument for brood measurement in a honey-bee colony. *American Bee Journal*, 111 (1): 20-21, 26, 1971.
- ALVES, J. D. *A vermiculita como agregado para concreto*. Goiânia: Ed. Universidade Federal de Goiás, 1986. 26p.
- AYOADE, J.O. *Introdução à Climatologia para os Trópicos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 332p.
- BARROS, M. B. *Criação de Rainhas*. In: Apicultura. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1965. p. 112-143.
- BERALDO, A. L.; NAAS, I. A.; FREIRE, W. J. *Materiais para Construções Rurais*. Rio de Janeiro: Ed. Livros técnicos e científicos, 1991. 167p.
- BIRI, M. & ALBERT, J. M. *Moderna Criação de Abelhas*. Barcelona: Ed. Vecchi, 1979. 215p.
- BRANDERBURGO, M.A.M. *Comportamento de defesa (agressividade) e aprendizagem de abelhas africanizadas: análise de correlação entre variáveis biológicas e climáticas, herdabilidade e observações em colônias irmãs*. 1986. 156p. Tese (Doutorado em Genética), USP, Ribeirão Preto.
- COUTO, R. H. N. & COUTO, L. A. *Apicultura: manejo e produtos*. Jaboticabal, Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia (FUNEP), 1996. 154 p.
- CRANE, E. Beekeeping in the world of ancient Rome. *Bee World*, 75(3): 118-134, 1994.
- CRANE, E. *O Livro do Mel*. São Paulo: Livraria Nobel, 1983. 226p.
- CRANE, E. *Honey: a comprehensive survey*. London: Internacional Bee Research Association, England & Heinemann, 1976. 608p.
- DADANT & SONS. *La Colmena y la Abeja Melifera*. Montevideo: Ed. Hemisferio Sur, 1975. 936p.

- DEER, W. A.; HOWIE, R. A.; ZUSMAN, J. *Minerais constituintes das rochas – Uma Introdução*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, , 1996. p. 295 –299.
- DEGRADI-HOFFMAN, G.; SPIVAK, M.; MARTIN, J. H. Role of thermoregulation by nestmates on the development time of honey bee (Hymenoptera: Apidae) *Queens Annals of the Entomological Society of America*, 86(2): 165-172, 1993.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br>. Acesso em 4 de janeiro. 2003.
- FREE, J.B. *A Organização Social das Abelhas (Apis)*. São Paulo: EDUSP, 1980. 79p.
- GATES, B.N. *The temperature of the bee colony*. Bulletin United State Department of Agriculture 96: 1-29, 1914.
- HAZELHOFF, E.H. Ventilation in a bee hive during summer. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 3: 343, 1959.
- HEINRICH, B. Mechanisms of body-temperature regulation in honeybees, *Apis mellifera* *Journal of Experimental Biology*, 85: 61-87, 1980.
- HEINRICH, B. *The Hot Blooded Insects*. Cambridge: Harvard University Press, 1993. 450 p.
- HEINRICH, B. Thermoregulation in bees. *American Scientist*, 82 (2): 164-170, 1994.
- HEPBURN, H.R. *Honeybees and Wax*. New York: Springer-Verlag, 1988. 205p.
- HESS, W. E. Die temperaturregulierung im bienenvolk. *Zeitschrift für Vergleichende Physiologie*, 4: 465-487, 1926.
- HIMMER, A. Ein Beitrag zur Kenntnis des Wämehaushalts im Nestbau Sozialer Hautflüger, *Zeitschrift für Vergleichende Physiologie*,5: 375-389, 1927.
- HOBSON JR., JV. Ferrocement as a material for hives. *Queensl. Agric. Journal*, 109 (3): 157-160, 1983.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE- Anuário Estatístico. 2001.
- JEAN-PROST, P. *Apicultura*. Madrid: Ed. Mundi-Prensa, 1981. 551p.
- KRAUS, B.; VELTHUIS, H.H.W.; TINGEK, S. Temperature profiles of the brood nests of *Apis cerana* and *Apis mellifera* colonies and their relation to varroasis. *Journal of Apicultural Research*, 37 (3): 175-181, 1998.
- LENGLER, S.; CASTAGRINO, G. L.; KIEFFER, C. Avaliação da temperatura interna de colméia de alvenaria e madeira. *Informativo Zum Zum*, 34 (294:14-15), 2000.

- LENSKY, Y. Behaviour of a honeybee colony at extreme temperatures. *Journal of Insect Physiology*, 10(1): 1-12, 1964.
- LINDAUER, M. The water economy and temperature regulation of the honeybee colony. *Bee World*, 36: 62-72; 81-92; 105-111, 1964.
- LIPINSKI, Z. *Essence and mechanism of nest abandonment by honeybee swarms* Poland: Blenam Olsztyn ED, 2001. 293 p.
- MARTINS, J. *Vermiculita*. Disponível em: <http://www.uol.com.br/ciencia/hoje/chdia/vol.159.htm>. Acesso em 4 de janeiro. 2003.
- MCLELLAN, A. R. Honeybee colony weight as an index of honeybee production and nectar flow; a critical evaluation. *Journal of Applied Ecology*, 14: 401-408, 1977.
- MILLUM, V. G. An analysis of twenty years of honeybee colony weight changes. *Journal Economic Entomology*, 49: 735-738, 1956.
- MIWNICK, D. R. & MURPHEY, M. The effects of population density on the maintenance of cluster temperatures by the honeybee *Apis Mellifera* L. *American Bee Journal*, 114 (6): 210-211, 1974.
- MORELLATO, L. P. C. & HADDAD, C. F. B. Tropical bee island biogeography: Diversity and abundance patterns. *BIOTROPICA*, 32: (4B)786-792, 2000.
- MORSE, R. A. How bees remove moisture from nectar. *Gleaning Bee Culture*, 101 (1) : 6-7, 1973.
- MYERSCOUGH, M.R. A simple model for temperature regulation in honeybee swarms. *Journal Theoretical Biology*, 162 (3): 381-393, 1993.
- NEVES, J.O. *Efeito de colméias construídas em argamassa de cimento-vermiculita sobre o desempenho de abelhas africanizadas (Apis mellifera Linnaeus, 1758), na fase de estiramento*. 2002. 45p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), UFRRJ, Seropédica.
- PADILHA, J.A.S.; FILHO, R.D.T.; LIMA, P.I.L.; JOSEPH, K.; LEAL, A.F. Argamassa leve reforçada com polpa de sisal: compósito de baixa condutividade térmica para uso em edificações rurais. *COMBEA*, 21(1): 1-11, 2001.
- RODRIGUES, E.H.V. *Desenvolvimento e Avaliação de um Sistema Evaporativo, por Aspersão Intermitente, na Cobertura de Aviários usando Modelos de Escala Distorcida*. 1998. 178p. Tese (Doutorado), UNICAMP, São Paulo.
- RODRIGUES, E.H.V.; SILVA, D.D.; SILVA, J.B.; FIGUEIREDO, C.C. Desenvolvimento de uma argamassa para utilização em sistema de resfriamento evaporativo. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1994, São Paulo. *Anais...*Campinas: SBEA. 1994. p.56.

- SAKAY, T.; UIGO, K., SASAKY, M. Temperature constancy of a field built natural comb of the european honeybee. *Bulletin Faculty Agricultural Tamagawa University*, 16: 55-63, 1976.
- SEELY, T & HEINRICH, B. *Regulation od temperature in the nests of social insects*. p.154-234 IN: HEINRICH, B. (Org.). *Insect Thermoregulation*, New York: John Wiley & Sons. 1981. p.154-234.
- SHEREN, O.J. *Apicultura Racional*. São Paulo, Livraria Nobel, 1977. 109 p.
- SOARES, A.E.E.& BANNWART, L.T. *Fibercol um novo tipo de colméia para Apis mellifera*. IN: Congresso Latino-Ibero-Americano de Apicultura, III, 1972. *Anais..1989*. p. 300-306.
- SOUTHWICK, E.E. & MORITZ, R.F.A. *Bees as Superorganisms: an Evolutionary Realitt*. New York: Springer-Verlag, , 1992. 395p.
- SPIVAK, M.; ZELTZER, A.; DEGRANDI-HOFFMAN, G., MARTIN, J. The influence of temperature on the trate of development and color patterns of queen honey bees (*Apis Mellifera* L.). *Environment Entomology*, 21: 364-370, 1992.
- STANGENHAUS, C.R. *Paredes, conforto higrométrico, edificações, ponderações e proposta para clima tropical úmido em situações de verão*. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. UFRRJ. Dissertação de Mestrado. 199p. 1992.
- TEZUCA, Y. Concretos especiais. IN: Simpósio de desempenho de Materiais e Componentes de construção Civil, II, Florianópolis, 1989. *Anais...* Santa Catarina: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina. 1989. p. 182-94.
- TOLEDO, V.A. & NOGUEIRA-COUTO, R.H. Thermoregulation in colonies of africanized and hybrids with Caucasian, Italian, and Carniolan *Apis mellifera* honey bees. *Brazilian Archives of Biology*, 42 (4) : 425-431, 1999.
- TOOD, F.E. & REED, C.B. Brood measurement as a valid index to the value of honey bees as pollinators. *Journal of Economic Entomology*, 63 (1): 148-149, 1970.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA.UFV. 1997. Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG: universidade Federal de Viçosa. Manual do Usuário. 150 p. (versão 5.0)
- VAUGHN, V. How can we help bees make honey. *American Bee Journal*, 117 (6): 366-367, 371, 1977.
- WIESE, H. *Nova Apicultura*. Porto Alegre: Livraria e Editora Agropecuária Ltda, , 1974. 493 p.

ANEXOS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Peso (g) do corpo de prova de madeira e argamassa cimento-vermiculita (ACV). Seropédica (UFRRJ). 2001/ 2002.

| Material | Peso do corpo de prova | | | | | | Média |
|----------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Madeira | 35,92 | 35,86 | 35,26 | 36,07 | 35,95 | 35,73 | 35,80 ± 0,29 |
| ACV | 63,48 | 64,16 | 63,13 | 62,86 | 63,96 | 63,23 | 63,47 ± 0,50 |

Tabela 2. Peso (g) do corpo de prova de madeira e argamassa cimento-vermiculita (ACV), inicial e final após aquecimento a 30 °C e 55 °C. Seropédica (UFRRJ). 2001/ 2002.

| Tempo (min) | Temperatura de 30 °C | | Temperatura de 55°C | |
|-------------|----------------------|-------|---------------------|-------|
| | Madeira | ACV | Madeira | ACV |
| 0 | 43,49 | 83,86 | 45,49 | 83,86 |
| 30 | 43,38 | 82,02 | 41,27 | 77,85 |
| 60 | 41,57 | 79,31 | 37,86 | 72,07 |
| 120 | 39,07 | 74,40 | 36,00 | 68,73 |
| 240 | 38,24 | 72,48 | 35,21 | 66,74 |
| 480 | 37,44 | 70,38 | 35,21 | 65,66 |
| 960 | 35,79 | 63,47 | 35,21 | 61,60 |

Tabela 3. Resumo da análise de variância do fator capacidade de perda de água a 30 °C e a 55 °C. Seropédica (UFRRJ). 2001/2002.

| Fonte de variação | GL | Quadrados Médios | |
|-------------------|----|------------------|------------|
| | | CPA 30 °C | CPA 55 °C. |
| Substrato | 1 | 0,2428 | 11,7576 |
| Tempo | 6 | 731,8539* | 879,1467 |
| T * S | 6 | 12,6573* | 15,1037* |
| Resíduo A | 5 | 6,3589 | 2,8247 |
| Resíduo B | 65 | 1,2270 | 1,4611 |
| Total | 83 | 55,1643 | 66,1006 |
| C V | | 1,23% | 1,41% |

* significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F

Tabela 4. Porcentagem da capacidade de perda de água do corpo de prova de madeira e argamassa cimento-vermiculita (ACV), nas temperaturas de 30 °C e 55 °C. Seropédica (UFRRJ). 2001/2002.

| Tempo (minutos) | CPA 30 (%) | | CPA55 (%) | |
|-----------------|------------|--------|-----------|--------|
| | Madeira | ACV | Madeira | ACV |
| 0 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 30 | 97,57 | 98,39 | 92,54 | 94,23 |
| 60 | 93,52 | 95,14 | 85,27 | 85,27 |
| 120 | 87,91 | 89,25 | 80,75 | 83,20 |
| 240 | 86,04 | 86,34 | 78,59 | 80,79 |
| 480 | 84,27 | 84,43 | 78,59 | 79,48 |
| 960 | 80,62 | 76,14 | 78,59 | 74,63 |

CAPITULO II

Tabela 1. Resumo da análise de variância do fator temperatura interna do ninho e da melgueira (°C), em função do tipo de material (madeira e argamassa cimento-vermiculita), tipo de povoamento (com e sem abelhas) e época (início e fim do experimento). Seropédica (UFRRJ). 2002.

| Fontes de Variação | G L | Quadrados Médios | |
|------------------------|-----|------------------------------|----------------------------------|
| | | Temperatura interna do ninho | Temperatura interna da melgueira |
| Tipo de Povoamento (P) | 1 | 152,7604* | 139,7825* |
| Tipo de material (M) | 1 | 1,2670 | 0,3812 |
| P*M | 1 | 0,0328 | 0,2202 |
| Resíduo A | 12 | 0,6143 | 0,1983 |
| Epoca (E) | 1 | 33,6432* | 5,7241* |
| E*P | 1 | 12,0954* | 0,2267 |
| E*M | 1 | 0,7578 | 0,0383 |
| Resíduo B | 20 | 0,1889 | 0,1928 |
| Total | 39 | 5,4518 | 3,9131 |
| CV(A) | | 2,30 % | 1,35 % |
| CV(B) | | 1,27 % | 1,33 % |

* significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F

Tabela 2. Resumo da análise de variância do fator atividade de vôo, em função do tipo de material (madeira e argamassa cimento-vermiculita) e época. Seropédica (UFRRJ). 2002.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios |
|----------------------|----|------------------|
| Tipo de Material (M) | 1 | 18472,4300* |
| Resíduo A | 4 | 3485,1100 |
| Época (E) | 1 | 12,5179 |
| M*E | 1 | 8384,9380* |
| Resíduo B | 12 | 3053,4370 |
| Total | 19 | 4076,3984 |
| CV (A) | | 21,89 % |
| CV (B) | | 20,49 % |

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F

Tabela 3. Resumo da análise de variância dos fatores, formação de favos, armazenagem dos favos, em função do tipo de material (madeira e argamassa cimento-vermiculita). Seropédica (UFRRJ). 2002 .

| Fonte de Variação | G L | Quadrados Médios | |
|----------------------|-----|-------------------|-------------------------|
| | | Formação de favos | Armazenagem de alimento |
| Tipo de material (M) | 1 | 757,1194* | 286,2658* |
| Resíduo | 8 | 159,4398 | 79,6932 |
| Total | 9 | 225,8485 | 102,6457 |
| C V | | 44,63 % | 33,51 % |

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 4. Resumo da análise de variância do fator peso dos favos, em função do tipo de material (madeira e argamassa cimento-vermiculita) e época (início e fim do experimento). Seropédica (UFRRJ). 2002.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios |
|----------------------|----|------------------|
| Tipo de material (M) | 1 | 17,2283 |
| Resíduo A | 4 | 22,2431 |
| Época (E) | 1 | 127,4493* |
| M*E | 1 | 2,0400 |
| Resíduo B | 12 | 3,6102 |
| Total | 19 | 14,6848 |
| CV(A) | | 33,75 % |
| CV(B) | | 44,06 % |

* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 5. Resumo da análise de variância, do fator peso do mel coletado, em função do tipo de material, madeira e argamassa cimento-vermiculita. Seropédica (UFRRJ). 2002.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios |
|-------------------|----|------------------|
| Tipo de material | 1 | 2,0976 |
| Resíduo | 8 | 4,2798 |
| Total | 9 | 4,5402 |
| C V | - | 82,16 % |

Tabela 6. Resumo da análise de variância das seguintes análises químicas do mel: Teste de Lund (ml), Açúcar Redutor (%), Sacarose (%), pH, Acidez (meq/kg), Índice de refração (°C), Brix (%) e Umidade (%), de acordo com a coleta na caixa de madeira e argamassa cimento-vermiculita. Seropédica (UFRRJ). 2001/2002.

| Fontes de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | | | | |
|--------------------|----|------------------|--------------------|----------|--------|--------|--------------------|--------|---------|
| | | Teste de Lund | Açúcares Redutores | Sacarose | PH | Acidez | Índice de Refração | Brix | Umidade |
| Tratamento | 1 | 0,1136 | 0,1440 | 0,1000 | 0 | 0 | 40,0000 | 0,4000 | 0,6399 |
| Resíduo | 8 | 0,7999 | 72,6399 | 1,9354 | 0,6999 | 0,7275 | 237,5000 | 0,9375 | 3,3800 |
| Total | 9 | 0,0071 | 72,7839 | 1,7204 | 0,0622 | 0,6460 | 215,5555 | 0,8777 | 3,4439 |
| CV | | 13,97% | 4,33% | 32,95% | 2,08% | 0,44% | 0,10% | 1,25% | 3,11% |

OBS: Os resultados da análise iguais não foram analisados pela ANOVA

A Argamassa Cimento-Vermiculita na Construção de Colméias Modelo *Langstroth*

Análise Físico-Química de Mel

Parecer Técnico:

Através do material que foi posto em prática e estudado pelo Dr Rodolfo, Zootecnista da UFRRJ, foram coletadas diversas amostras de meis, e levadas ao Laboratório da Cooperativa Apícola do Rio de Janeiro(COAPI-RIO), para análise, com a finalidade , de provar que o material utilizado não comprometeria o Produto Final (MEL).

As amostras fornecidas foram analisadas, e os resultados estavam dentro das Normas estipuladas pelo Ministério da Agricultura, Instrução Normativa N^o 11. Apesar das respostas serem diferentes, não houve nenhuma alteração na sua qualidade e na sua pureza, fazendo com que o consumidor tenha segurança na compra do produto e o apicultor no material.

O Objetivo principal dessas análises, é mostrar que , devido ao uso da Colmeia de Vermiculita, a composição do mel não se modifica, permanecendo o produto inalterado, contendo os mesmos valores nutritivos e medicinais , que serão utilizados pelo benefício da saúde humana.


Rodolfo
CR Bio 2º Dea RJ / Es. Tec. 06163