

DANIEL DE FREITAS BRASIL

**VERIFICAÇÃO E ANÁLISE DA AMBIÊNCIA INTERNA DE COLMÉIAS DE
ABELHAS (*Apis mellifera*) RELACIONANDO AO MANEJO DE TROCA DE
QUADROS COM CRIAS.**

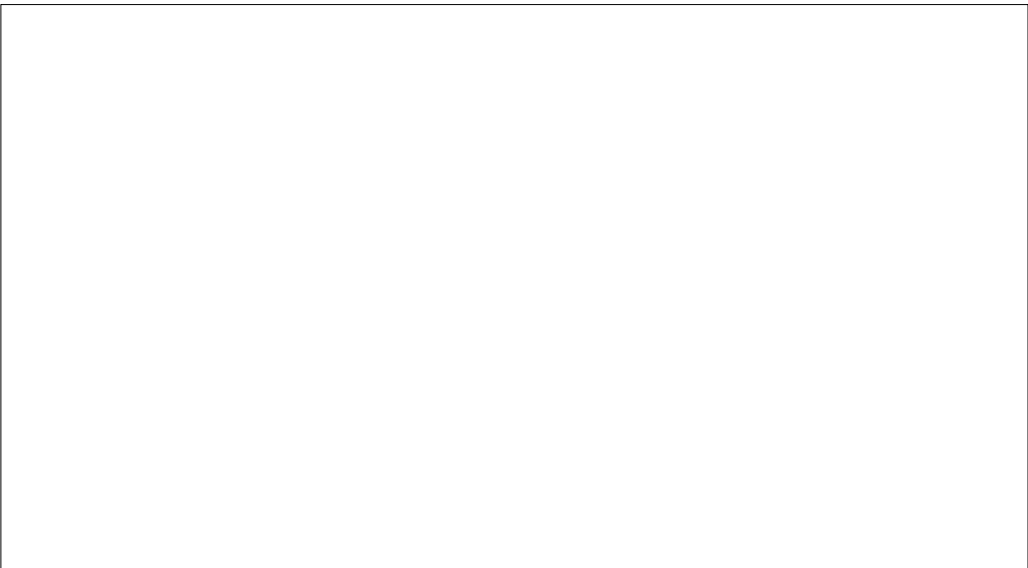
Monografia apresentada à disciplina AC 486 -
Atividade Supervisionada do curso de Graduação em
Agronomia, da Universidade Federal do Ceará como
requisito parcial necessário à obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho

Co - Orientador: Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas

FORTALEZA – CEARÁ

2010



Esta Monografia foi apresentada à disciplina AC 486 - Atividade Supervisionada do Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia e na coordenação do Curso de Graduação em Agronomia da referida Universidade.

A citação de qualquer parte desta Monografia é permitida, desde que seja feita em conformidade com as normas da ética científica.

Daniel de Freitas Brasil

Aprovada em 19 de novembro de 2010

Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho

Orientador

Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas

Co – Orientador

Michelle de Oliveira Guimarães

Conselheira

A minha amada namorada **Michelle**,
por ter sido companheira, e,
desde sempre, ter acreditado em meus sonhos.
Por dividir seus sonhos.
Por todo amor.
Dedico essa vitória a nós
como uma das muitas que conquistaremos.
As minhas mães do coração **Nubia** e **Bernadete**
que me ajudaram nessa longa caminhada
e me apoiaram nas grandes decisões da vida.
Ao meu pai **Josias** e meu irmão **Rafael**, por serem
meus exemplos de coragem, dedicação e força.

DEDICO

*“Ninguém pode voltar no tempo e fazer um novo começo.
Mas podemos começar agora e fazer um novo Fim. ”*

Robert Nesta Marley

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de viver, dando-me força para superar os obstáculos que porventura venham a aparecer nesta longa jornada.

À minha família que ainda guiam meus passos, por todo amor, apoio, compreensão e por sempre estarem presentes e dispostos a ajudar-me. Pra vocês meu eterno e infinito amor e gratidão.

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de realização deste curso e concretização deste trabalho.

Aos Professores José Antonio Delfino Barbosa Filho e Breno Magalhães Freitas, pela confiança, orientação e conhecimentos científicos para a realização deste trabalho.

À Michelle de Oliveira Guimarães que entregou muitas de suas valorosas horas me ajudando na realização deste trabalho, muito obrigado por existir.

Aos amigos da apicultura, Patrícia, Rômulo, Mikail, Isac, Casimiro, Milfont, Epifânia e Raquel que compartilharam muitos de seus conhecimentos acadêmicos.

Ao Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino que disponibilizou as colônias de abelhas, sem as quais seria impossível a realização deste trabalho e funcionários do setor de apicultura Francisco e Hélio pela valiosa ajuda e amizade.

A todos do Grupo de Estudos em Ambiência Animal da Universidade Federal do Ceará pela colaboração e companheirismo.

Aos amigos da graduação por terem convivido durante longos anos da minha vida. À todos vocês muitíssimo obrigado pela amizade, companheirismo, pelos momentos de estudo, de alegrias, risadas, descontrações e sonhos compartilhados.

Aos grandes amigos Yan, Denise, Bruno, Lua e Filipe pela convivência e torcida durante essa caminhada acadêmica.

À José Guimarães Rocha e Maria Ineuda de Oliveira Guimarães por estarem sempre dispostos a ajudar no que fosse necessário.

À Universidade Federal do Ceará pela bolsa de estudos de monitoria concedida no último ano da Graduação.

Aos professores desta Universidade com quem tive oportunidade de estudar, pelos ensinamentos, esclarecimentos e atenção.

À todos, que direta ou indiretamente, independente da função, grau parentesco e ou instrução contribuíram neste percurso. Sempre terão meus reconhecimentos e estarão em meus pensamentos. Muito obrigado!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	9
LISTA DE QUADROS.....	12
RESUMO	13
ABSTRACT	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 A Apicultura e os elementos climáticos.....	17
2.2 Temperatura e Umidade Realtiva do Ar.....	17
2.3 Interação dos fatores climáticos e animais de produção.....	18
2.4 Zona de termoneutralidade Apícola.....	20
2.5 Mecanismos de termorregulação apícola.....	22
2.6 Ambiência animal, um novo parâmetro.....	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Tratamentos de manejo e fortalecimento das colônias.....	26
3.2 Avaliação da ambiência das colméias.....	26
3.3 Classificação de colônias <i>Apis mellifera</i> quanto sua população.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Parâmetros ambientais.....	31
4.1.1 Período de estabilização.....	31
4.1.2 Índice de Temperatura e Umidade.....	36
4.2 Parâmetros Alimentares.....	46
4.2.1 Mel.....	46
4.2.2 Pólen.....	47
4.3 Parâmetros Populacionais.....	48
4.3.1 Tratamento 01.....	48
4.3.2 Tratamento 02.....	50
4.3.3 Tratamento 03.....	52
4.3.4 Tratamento 04.....	54
5 CONCLUSÕES.....	59
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Inserção do <i>Data Logger</i> no quadro.....	27
Figura 2.	Proteção do <i>Data Logger</i> com tela metálica contra a propolização dos sensores.....	28
Figura 3.	Evolução na adaptação do método de Altikrity (1971) para o dimensionamento da área de crias, onde o lado esquerdo da imagem representa a foto tirada do quadro, a parte central demonstra a camada inserida sobre a primeira imagem e o lado direito da foto ilustra a fase final do tratamento da foto já com as quadrículas inseridas.....	29
Figura 4.	Sistema de contagem de alvéolos utilizando-se software de contagem de cliques do “mouse” e software de tratamentos de imagens para a demarcação dos alvéolos já contabilizados.....	30
Figura 5.	Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa 7 nos momentos após a inserção do <i>Data Logger</i> e após a troca dos quadros.....	31
Figura 6.	Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa Azul nos momentos após a inserção do <i>Data Logger</i> e após a troca dos quadros.....	32
Figura 7.	Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa 6 nos momentos após a inserção do <i>Data Logger</i> e após a troca dos quadros.....	32
Figura 8.	Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa Branca nos momentos após a inserção do <i>Data Logger</i> e após a troca dos quadros.....	33
Figura 9.	Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa 10 nos momentos após a inserção do <i>Data Logger</i> e após a troca dos quadros.....	33
Figura 10.	Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa 5 nos momentos após a inserção do <i>Data Logger</i> e após a troca dos quadros.....	34
Figura 11.	Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa 8 nos momentos após a inserção do <i>Data Logger</i> e após a troca dos quadros.....	34
Figura 12.	Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa 9 nos momentos após a inserção do <i>Data Logger</i> e após a troca dos quadros.....	35
Figura 13.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 8 antes de receber 4 quadros com crias.....	37

Figura 14.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 8 depois de receber 4 quadros com crias.....	37
Figura 15.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 9 antes de doar 4 quadros com crias.....	38
Figura 16.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 9 depois de doar 4 quadros com crias.....	38
Figura 17.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 5 antes de receber 3 quadros com crias.....	39
Figura 18.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 5 depois de receber 3 quadros com crias.....	39
Figura 19.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 10 antes de doar 3 quadros com crias.....	40
Figura 20.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 10 depois de doar 3 quadros com crias.....	40
Figura 21.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa Branca antes de receber 2 quadros com crias.....	41
Figura 22.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa Branca depois de receber 2 quadros com crias.....	41
Figura 23.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 6 antes de doar 2 quadros com crias.....	42
Figura 24.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 6 depois de doar 2 quadros com crias.....	42
Figura 25.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa Azul antes de receber 1 quadro com crias.....	43
Figura 26.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa Azul depois de receber 1 quadro com crias.....	43
Figura 27.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 7 antes de doar 1 quadro com crias.....	44
Figura 28.	Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 7 depois de doar 1 quadro com crias.....	44
Figura 29.	Área total ocupada com mel em cada etapa do experimento.....	47
Figura 30.	Área total ocupada com pólen em cada etapa do experimento.....	47

- Figura 31.** Evidência de realeiras abertas e fechadas em um dos quadros fotografados da Caixa Azul..... 57
- Figura 32.** Quantificação geral de crias (abertas e fechadas) de cada caixa em cm² e suas evoluções de acordo com a etapa do experimento..... 58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Interação entre quadros do Tratamento 01	26
Quadro 2.	Total de crias na Caixa 8 em cm ²	30
Quadro 3.	Total de crias na Caixa 9 em cm ²	31
Quadro 4.	Interação entre quadros do Tratamento 02	32
Quadro 5.	Total de crias na Caixa 5 em cm ²	33
Quadro 6.	Total de crias na Caixa 10 em cm ²	38
Quadro 7.	Interação entre quadros do Tratamento 03	39
Quadro 8.	Total de crias na Caixa Branca em cm ²	53
Quadro 9.	Total de crias na Caixa 6 em cm ²	54
Quadro 10.	Interação entre quadros do Tratamento 04	39
Quadro 11.	Total de crias na Caixa Azul em cm ²	53
Quadro 12.	Total de crias na Caixa 7 em cm ²	54

VERIFICAÇÃO E ANÁLISE DA AMBIÊNCIA INTERNA DE COLMÉIAS DE ABELHAS (*Apis mellifera*) RELACIONANDO AO MANEJO DE TROCA DE QUADROS COM CRIAS.

RESUMO

O objetivo principal desse trabalho foi determinar a variação de temperatura e umidade relativa do ar no interior das colméias de acordo com o manejo de fortalecimento de colônias de abelhas (*Apis mellifera*). O experimento foi realizado durante os meses de julho a setembro de 2010, onde foram utilizadas oito colméias de abelhas e miniestações meteorológicas e *Data Loggers* para medição das variáveis ambientais. As observações da evolução da quantidade de crias e alimento apícola nos diferentes manejos de fortalecimento de colônias foram realizadas através de uma adaptação da metodologia de Al-Tikrity (1971), visando avaliar os seguintes parâmetros: área total ocupada por crias em vários estádios de desenvolvimento, área total ocupada com pólen e área total coberta com mel operculado. Os manejos utilizados para o fortalecimento de colônias foram divididos em quatro etapas, o primeiro foi conduzido de forma a serem trocados, entre duas colônias, quatro quadros com crias e quatro quadros vazios, onde a colônia doadora de crias foi classificada como forte e a colônia receptora como fraca. O mesmo processo de trocas de quadros entre colônias foi repetido para as três etapas seguintes, onde foram intercambiados três, dois e um quadro de cria, respectivamente. Observou-se então a variação da temperatura e umidade relativa do ar interna das colônias nos quatro tipos de manejo, principalmente nas áreas próximas à maior concentração de crias. Os resultados encontrados demonstraram que independentemente da quantidade de crias transferidas ou retiradas as colônias conseguiram manter constante a homeostase, desde que as mesmas estivessem em pleno vigor.

Palavras – chave: ambiência, manejo de fortalecimento, homeostase apícola.

**VERIFICATION AND ANALYSIS OF THE INTERNAL ENVIRONMENT OF
BEEHIVES (*Apis mellifera*) RELATING TO THE MANAGEMENT OF EXCHANGE
OF BROOD FRAMES.**

ABSTRACT

The main objective of this study is to determine the variation of temperature and relative humidity inside the hive under the management of strengthening of bee colonies (*Apis mellifera*). The experiment was conducted during the months from July to September 2010, where were used eight beehives and Data Loggers to measure the environmental variables. The observations of the evolution of the amount of bee's brood and food in different management strengthening of colonies were performed by adapting the methodology of Al-Tikrity (1971), to evaluate the following parameters: total area occupied by brood in various developmental stages, the total area occupied with pollen and total area covered with sealed honey. The management used to strengthen the colonies were divided into four stages, the first was conducted in order to be exchanged between two colonies four occupied brood frames and four empty frames, where the donor colony was classified as strong and the recipient colony as weak. The same process of exchanging frames between colonies were repeated for the following three steps, where they were exchanged three, two and a framework, respectively. Observed, then the variation of temperature and relative humidity inside the colonies in the four types of management, especially in areas near the largest concentration of brood. The results showed that the number of offspring regardless transferred or removed from the colonies were able to maintain homeostasis, provided that these colonies were in full force.

Keywords: environment, strengthening management, beekeeping homeostasis.

1 – INTRODUÇÃO

A criação racional de abelhas *Apis mellifera* ou apicultura é uma das atividades que vem alcançando grande importância dentro dos sistemas de produção agrícola, pois apresenta uma alternativa de ocupação e renda para o homem do campo, além de ser uma atividade de fácil manutenção e de baixo custo inicial em relação às demais atividades agropecuárias.

Santos (2009) citando Guimarães (1989) afirma que devido a sua natureza a apicultura é uma atividade conservadora das espécies. Não é destrutiva como a maioria das atividades rurais e é uma das poucas atividades agropecuárias que preenche todos os requisitos do tripé da sustentabilidade: o econômico porque gera renda para os agricultores; o social porque utiliza a mão-de-obra familiar no campo, diminuindo o êxodo rural; e o ecológico porque não se desmata para criar abelhas. Santos (2009) também cita Freitas (1999), relatando que as abelhas são importantes agentes de manutenção da biodiversidade, e podem ser indicadores biológicos do equilíbrio ambiental muito útil no esforço da conservação da biodiversidade e exploração sustentável do meio ambiente, podendo a própria apicultura constituir alternativas ecologicamente corretas e auto-sustentáveis de explorar ambientes naturais ainda não degradados, ou recuperar áreas ameaçadas de erosão genética.

Da Silva (2004) afirmou que a maior importância em criar abelhas, entretanto, está na atividade polinizadora, onde a abelha tem contribuído amplamente para o ser humano e para a agricultura. A ação polinizadora melhora a produtividade de espécies de plantas domesticadas e assegura a de silvestres. De acordo com De Jong (2000), o incremento dado pela polinização à agricultura mundial é estimado em valores acima de cem bilhões de dólares por ano. Orth (2000) afirma que o serviço realizado pelas abelhas, como agentes polinizadores, é 40 a 50 vezes mais valioso do que a sua produção de mel, pólen, própolis ou geléia real, e que a não colocação de polinizadores, nos sistemas vegetais produtivos, gera perdas mundiais em torno de US\$ 55 bilhões anuais.

A abelha *A. mellifera* é um inseto peilotérmico mas a colônia comporta-se como um organismo homeotermo, pois mantém uma temperatura constante na região do ninho (a câmara de cria) em cerca de 33°C a 36°C (ROSENKRANZ et al., 1992). O ninho, local central da colônia e onde ficam os favos com crias, não pode ter grandes variações térmicas, oscilando no máximo de 4°C a 6°C por períodos curtos, de minutos a poucas horas. No resto da colméia a temperatura e a umidade, que estão sempre sendo reguladas pelas operárias, sofrerão oscilações de acordo com o distanciamento da câmara de cria.

A termorregulação é realizada através do esforço ergotérmico das operárias, abanando as asas para promover ventilação, com conseqüente resfriamento, ou vibrando os músculos torácicos, para elevar a temperatura. Também, regulam a umidade através do calor e utilizam outros procedimentos termorreguladores e umidificadores, para baixar temperatura ou elevar a umidade.

Dependendo da necessidade das larvas e pupas serem mantidas plenamente viáveis, as abelhas operárias utilizam: aspersão de gotículas de água, para umidificar e/ou resfriar; esvaziamento populacional, para resfriamento ou adensamento populacional, para aquecimento. Os zangões podem participar indiretamente do incremento de temperatura da colméia, quando se expõem ao sol e retornam à colônia com a temperatura de seus corpos elevadas. Deste modo, dissipam calor e auxiliam as operárias a manterem o ninho aquecido à noite (CALDERONE & PAGE, 1991; DIETZ & VERGARA, 1995; GRAMACHO, 2002).

As pesquisas na área de ambiência vem buscando analisar as características do meio ambiente em função da zona de conforto térmico apícola, verificando as características fisiológicas que atuam na termorregulação do próprio animal e da colônia. A ambiência também analisa os tipos de manejo mais indicados para que o bem-estar animal seja o melhor possível, onde a busca através da diminuição de fatores estressantes, tais como a redução da incidência direta dos raios solares e da poluição sonora e aérea, a otimização dos processos de produção, o aumento da qualidade final dos produtos e a redução de perdas.

2 – Revisão de literatura

2.1 – A apicultura e a interação com o ambiente

A apicultura é uma das atividades agropecuárias que vem despertando grande interesse nos produtores rurais da região Nordeste nos últimos anos, isso pois, levando-se em consideração o fator social, a apicultura contribui com a geração de novos postos de trabalho e conseqüente melhoria sócio-econômica das populações de baixa renda, além de ser uma ótima opção para a diversificação dos trabalhos na propriedade familiar, constituindo uma fonte alternativa de renda (LIMA, 1995; MARTINS, 1998). Neste contexto, a produção de mel tornou-se uma atividade econômica lucrativa para produtores dessa região, tendo contribuído para que o Brasil chegasse ao posto de décimo maior exportador mundial de mel em 2008 (FAOSTAT, 2010). A região Nordeste ocupa o segundo lugar na produção nacional de mel, tendo atingindo a marca de 10.910.916 kg de mel em 2005 (IBGE, 2005). O estado cearense é o sexto produtor nacional de mel com 2.311.626 Kg de mel produzido (IBGE, 2005), comprovando o seu grande potencial apícola.

A localização do estado do Ceará é bastante propícia ao bom desempenho da apicultura. O semi-árido apresenta excelentes condições para a exploração apícola, não só pelo clima favorável, mas também pela riqueza nectarífera de sua vegetação. O Ceará ainda tem a vantagem de estar em uma região, entre poucas do mundo, com possibilidade de produzir mel orgânico devido à existência de áreas onde não se utilizam agrotóxicos nas lavouras, além da existência de mata nativa(Khan et al, 2009).

2.2 – Temperatura e Umidade Relativa do Ar

A influência da temperatura no ambiente agrícola tem fundamental importância em todo o processo produtivo, pois atua de modo direto nas condições de vida na Terra e nas características ambientais das diferentes regiões do mundo. É necessário que se verifique de forma detalhada a maneira pela qual nosso planeta é aquecido e resfriado, e alguns dos seus efeitos físicos devido às variações de temperatura, porquanto a maioria dos fenômenos meteorológicos tem suas origens justamente nas mudanças de temperatura (BLAIR; FITE, 1964).

As medidas de temperatura são captadas a partir de estações meteorológicas convencionais que são constituídas por instrumentos como o termômetro de mercúrio, porém

no decorrer do dia a temperatura do ar sofre variações influenciadas principalmente pelo aquecimento proveniente da irradiação proveniente do sol, atingindo dois valores extremos, a temperatura máxima e mínima, sendo estes valores respectivamente a maior e a menor temperatura do ar no período correspondente a um dia.

Entretanto, hoje existem as estações meteorológicas automatizadas, as quais são compostas por sensores que enviam sinais elétricos a uma central (“*Data Logger*”) que fica encarregada de armazenar estes dados em um dispositivo de memória. A diferença entre os dados destes dois tipos de estação meteorológica tem sido preocupação de vários estudos comparativos onde se objetivou detectar uma margem de erro entre as medidas destes instrumentos como foram os casos de Souza et al (2002), Sentelhas et al. (1997) e Cunha e Martins (2004), que encontraram valores de temperatura máxima, temperatura mínima e temperatura média diária semelhantes entre os dois tipos de estação.

Já a umidade relativa do ar é definida por Tubelis e Nascimento (1992) como sendo a quantidade de água, na fase de vapor, existente na atmosfera, a qual tem como fontes naturais as superfícies de água, gelo e neve, a superfície do solo, além das superfícies vegetais e animais. Todo este vapor pode ser ocasionado por diferentes processos físicos como a evaporação, a sublimação e a transpiração, entretanto a concentração de vapor de água que a atmosfera consegue reter é pequena, chegando a um máximo de 4% em volume, por fim as mudanças de fase da água são acompanhadas pelas trocas de calor latente, que associadas com o transporte de vapor de água pela circulação atmosférica, atuam na distribuição do calor sobre o globo terrestre.

2.3 – Interação dos animais de produção e fatores climáticos

As variáveis climáticas agem de forma direta no bem-estar dos animais, onde este é um dos assuntos mais estudados atualmente na produção animal. Porém, o próprio conceito de bem-estar está sendo proposto, o que faz com que a tarefa de garantir o bem-estar aos animais seja considerada uma tarefa ainda complicada de se realizar.

As definições de bem-estar em sua grande maioria destacam a necessidade de harmonia entre o indivíduo e o meio onde vivem. De acordo com Hurnik (1995), o ambiente de um animal consiste em numerosos componentes ou fatores que podem ser geralmente definidos por estímulos. As reações comportamentais à presença ou ausência de estímulos podem servir como indicadores imediatos dos estados fisiológicos dos animais e da qualidade de seu ambiente.

Com isso, verificar qual sistema de produção determina a melhor qualidade de vida não é uma tarefa simples. Cada sistema de criação pode satisfazer alguns requisitos relacionados ao bem-estar que outro pode não oferecer. Para Hurnik (1995), um bom princípio seria oferecer condições para uma vida saudável, sendo essas condições consideradas como necessidades.

De acordo com Hurnik (1995), as necessidades dos animais podem ser divididas em 3 categorias:

- 1) Necessidades essenciais ou para o sustento da vida, que, quando não satisfeitas, levam à morte rápida ou imediata do organismo.
- 2) Necessidades essenciais para sustento da saúde que, quando não satisfeitas, levam o animal ao adoecimento, deterioração progressiva e à eventual morte.
- 3) Necessidades essenciais para o conforto, as quais, tampouco satisfeitas, resultam na ocorrência de estereotípias e outros desvios comportamentais frequentemente inapropriados ou desnecessários, chamados de comportamentos não funcionais.

Quando as necessidades de conforto são frustradas, o bem-estar do animal pode ser adversamente afetado, ou pela incapacidade de realizar as atividades que são necessárias ao bem-estar, ou por causa da realização de comportamentos que levam à injúria própria ou de outros. Os requisitos de avaliação do bem-estar fornecem apenas pistas de que este se encontra comprometido. Assim, para a determinação das condições de bem-estar, tornam-se necessárias a avaliação e a interpretação de um conjunto de fatores que possam ser analisados de forma conjunta. De acordo com Broom (1998), apesar de uma medida poder indicar que um indivíduo está tendo severas dificuldades em relação a seu ambiente, para uma adequada avaliação do sistema de criação é essencial que uma variedade de indicadores de bem-estar seja usada, uma vez que os indivíduos variam na forma como se relacionam com o ambiente. Simples medidas de comportamento podem dar informações válidas sobre o bem-estar dos animais, mas o agrupamento de medidas de comportamento, fisiológicas, injúrias, doenças e do desenvolvimento do animal podem permitir uma avaliação mais completa e precisa.

Os animais vivem em equilíbrio dinâmico com o meio e a ele reagem de forma individual. Sua produção está diretamente condicionada às influências do ambiente, o qual não se mantém constante ao longo do tempo. A vulnerabilidade dos animais às condições meteorológicas, uma vez deslocadas para um ambiente diferente do original ou frente a mudanças dentro do mesmo ambiente, faz com que recorram a mecanismos de adaptação fisiológica a fim de manter a homeostase (BACCARI JUNIOR, 2001).

De acordo com Hanh (1993), o estresse caracteriza a soma dos mecanismos de defesa do organismo em resposta a um estímulo provocado por um agente estressor, externo ou interno, para manter o equilíbrio fisiológico. O ambiente é composto de fatores causadores de estresse que interagem e incluem todas as combinações nas quais o organismo vive. O estresse térmico é função de diversas variáveis como a temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, vento, temperatura corporal, intensidade e duração do agente causador de estresse, podendo resultar em decréscimo na produção de mel e diversos mecanismos intrínsecos da colônia apícola. A resposta dos animais a um evento estressante compreende três componentes principais: o reconhecimento da ameaça à homeostase ou ao bem-estar, a resposta e as consequências do estresse. Uma série de fatores, como experiência anterior, genética, idade, sexo ou condições fisiológicas modela a natureza da resposta biológica de um animal a um estressor (MOBERG, 1987).

Bianca (1961) classificou os níveis de estresse térmico baseada nas respostas termorregulatórias, principalmente observando a temperatura corporal dos animais da seguinte maneira:

- Estresse brando: os mecanismos termorregulatórios são eficientes em manter a temperatura corporal na faixa de normalidade;
- Estresse moderado: os mecanismos termorregulatórios são intensificados, e a temperatura corporal pode estabilizar-se, porém em nível mais elevado;
- Estresse severo: as reservas funcionais dos mecanismos termorregulatórios vão se tornando exaustos, e a temperatura corporal aumenta continuamente;
- Estresse excessivo: os mecanismos termorregulatórios tornam-se insuficientes, ocorrendo então uma hipertermia acentuada e o animal sucumbe em curto espaço de tempo.

A duração e intensidade do agente estressor que atua sobre o animal irão desencadear alterações fisiológicas, imunológicas e comportamentais à agressão do organismo em sua totalidade. O êxito das respostas de adaptação permite que a função normal continue. Entretanto, quando certos limites são ultrapassados, a função é prejudicada, afetando a sanidade e o desempenho produtivo e reprodutivo (HAHN, 1993).

2.4 - Zona de termoneutralidade Apícola

Segundo Faria (2010), a temperatura do ar tem influência nos mecanismos reguladores energéticos, térmicos, hormonais e de água, capazes de afetar o crescimento, a

reprodução e resistência às doenças dos animais domésticos (FERREIRA & CARDOSO, 1993).

Existem limites de temperatura nos quais os animais encontram-se na zona de conforto, onde mantém a homeotermia com o mínimo de esforço do sistema termo regulador, não havendo sensação de frio ou calor. Quando a temperatura ambiente ultrapassa a estes limites, os animais passam a sofrer estresse térmico.

Nas regiões de clima tropical, o estresse calórico é um dos principais fatores que limitam o desenvolvimento dos animais (MCMANUS et al., 1999).

Para a temperatura ambiente, são definidas zonas de conforto térmico e de termoneutralidade específicas para as diferentes espécies de animais. A umidade relativa do ar pode causar desconforto térmico se estiver associada com altas temperaturas, prejudicando os processos de dissipação de calor corporal (JOHNSON et al., 1963; ARMSTRONG, 1994).

Já para as abelhas, no que diz respeito às características termodinâmicas do ar, a temperatura e a umidade relativa são fatores preponderantes por exercerem influência direta no desempenho e na produtividade animal, para isso foram descritos diversos trabalhos que têm buscado identificar as influências da temperatura em estudos sobre as abelhas, como é o caso de Bujok, Kleinhenz, Fuchs, Tautz (2002) que afirmam que a produção de calor interno e o isolamento das cavidades de circulação de ar permitem a regulação da temperatura do ninho dentro do intervalo de 32 a 36°C.

Himmer (1932) e Koeniger (1978) concordam em dizer que como a prole das abelhas é extremamente estenotérmica, (capazes de viver apenas dentro de uma estreita faixa de temperatura), a regulação da temperatura é indispensável para seu desenvolvimento adequado.

Gates (1914), Phillips and Demuth (1914), Hess (1926) e Himmer (1925) concordam em afirmar que a temperatura das colônias de abelhas costuma flutuar de acordo com o dia e as estações do ano. Abelhas adultas toleram temperaturas de até 50°C (COELHO, 1991), porém, a sobrevivência e o desenvolvimento normal da colônia depende da manutenção da temperatura no ninho ser mantido entre 32 e 37°C (HIMMER, 1926, 1932; JAY 1963). Essa temperatura em torno de 34 e 36°C é mantida através dos esforços das abelhas adultas em manter, a parte central do ninho contendo crias, sempre nesta faixa de temperatura. (GATES 1914; HIMMER 1932; HESS 1926).

Além da habilidade de manter constante a homeostase da colônia as abelhas elevam a temperatura da colônia para se defender de infecções (DEANS 1940; BAILEY 1967).

Apesar de ovos e larvas (em células de crias abertas) poderem tolerar temperaturas mais baixas por algum tempo, as pupas (em células de crias fechadas) são muito sensíveis ao

frio. Se elas permanecerem muito tempo abaixo de 32 °C há uma alta incidência de asas e pernas encolhidas, além de má formação do abdômen (HIMMER, 1932), e os adultos podem sofrer de insuficiência neural e comportamental (TAUTZ, MAIER, GROH, ROESSLER, BROCKMANN, 2003). Já temperaturas acima de 36°C por um tempo considerável são um grande problema e podem resultar em desenvolvimentos anormais de crias ou mesmo a morte delas (WINSTON, 1986).

2.5 – Mecanismos da termorregulação apícola

Heinrich, (2000) descreveu que devido ao tamanho diminuto dos insetos, eles não são obrigados a manter a temperatura corporal constantemente. Ao invés disso, eles conseguem aquecer seus corpos de acordo com a atividade específica exercida ou mantê-los resfriados para conservar recursos energéticos no resto do tempo. A termorregulação seletiva dos insetos levou os cientistas à buscar e compreender suas funcionalidades tanto nos climas mais frios, quanto nos desertos mais quentes. Pois não há razão para supor que estes princípios termorregulatórios não interfiram também nos animais vertebrados, já que os insetos mostram que a temperatura do corpo, e mecanismos de regulatórios, são características facilmente alteráveis além de serem independentes de origem filogenética.

Muitas pesquisas sobre a termorregulação referenciam uma colônia de abelhas como um superorganismo (SOUTHWICK, 1991; TAUTZ, 2008; WHEELER 1928; HULL 1980; SEELEY 1989A; WILSON & SOBER 1989), descrevendo vários aspectos do microclima da colméia como a temperatura do ninho e favos de cria, temperatura do ar e/ou umidade entre eles, o gradiente de temperatura em toda a colônia em várias condições de ambiente e ritmos diários da temperatura das colméias e suas taxas metabólicas.

As investigações deste tipo, no entanto, negligenciam o fato de que a homeostase de uma colônia de abelhas é o resultado da cooperação de milhares de indivíduos em um sistema multi-regulador. Individualmente há conhecimento profundo sobre a respiração dos ovos e sua produção de calor (MACKASMIEL, FELL, 2000), das larvas (MELAMPY, WILLIS, 1939 E PETZ, STABENTHEINER, CRAILSHEIM, 2004), e de abelhas descansando e ativas em diferentes idades (STABENTHEINER, VOLLMANN, KOVAC, CRAILSHEIM, 2003).

Harrison (1987) foi o primeiro a investigar a contribuição individual das operárias de diferentes idades para outra importante tarefa, a produção de calor colonial. Aplicando baixas

temperaturas em quadros individuais, ele não foi capaz de encontrar as diferenças nas intensidades da endotermia em abelhas mais velhas que 2 dias de idade. Apenas as abelhas de um dia de idade exibiram endotermia menos intensa. No entanto, a distribuição etária das atividades endotérmicas pode ser bem diferente em temperaturas menos extremas.

Lindauer (1955) relata que normalmente a medida de umidade relativa é dependente da temperatura (devido à densidade de vapor de saturação de água no ar elevar-se de acordo com a temperatura), isso o levou à conclusão de que a umidade em colméias simplesmente segue as variações de temperatura, por isso as abelhas não regulam ativamente a umidade relativa do ar no interior da colônia.

Para combater as adversidades criadas pelos elementos climáticos as abelhas utilizam diversas estratégias para a busca da termorregulação como menciona Stabentheiner et al.(2003) que durante o inverno, as abelhas formam aglomerados para conservar o calor gerado pela vibração de seus músculos torácicos responsáveis pelo vôo. Sendo assim Stabentheiner (2010) afirma que a abordagem global dos mecanismos de termorregulação da colônia tem de incluir a contribuição das abelhas ectotérmicas para a produção de calor.

Já durante o verão, Lindauer (1955) diz que quando o ninho excede a faixa de homeostase térmica, as operárias coletam água e a espalham sobre os alvéolos, o bater de asas causa ventilação que conseqüentemente evapora a água, resultando em um resfriamento ativo. Nascimento Jr., (2002) afirma que a presença de água é fundamental para a manutenção dos enxames, principalmente em regiões de clima quente, uma vez que a água é usada para auxiliar na termorregulação (em casos extremos, uma colméia pode chegar a consumir 20 litros de água por semana). As abelhas devem dispor de uma fonte de água limpa a uma distância inferior a 500 metros, evitando-se gasto energético acentuado para a sua coleta.

Hess (1926) e Wohlgemuth (1957) relatam que a ventilação ocorre quando a temperatura do ninho alcança 36°C, se não antes. Essa água é coletada por campeiras especializadas ou incidentalmente por forrageiras que estão à procura de néctar (LINDAUER 1955; KÜHNHOLZ AND SEELEY 1997). O potencial para resfriar o ninho conseguido pela evaporação da água é demonstrado pelas observações de Chadwick (1931) na Califórnia, onde um dia em junho quando a temperatura do ar, ao meio dia, atingiu 48°C as abelhas trouxeram grandes quantidades de água para seus ninhos e ocorria pouco derretimento dos favos. Por volta das 21h a temperatura caiu para 29,5°C, mas à meia-noite uma brisa quente do deserto

elevou a temperatura do ar para 38°C. A reserva de água das colônias se esgotou, água não podia ser coletada até o dia seguinte e alguns favos de cera amoleceram e colapsaram.

Finalmente, em condições de temperaturas extremamente altas e alta umidade relativa do ar, as abelhas podem evacuar parcialmente seu ninho e formar uma massa de abelhas penduradas, agrupadas do lado de fora do ninho. Isto reduz a produção de calor dentro do ninho e facilita sua ventilação. Dunham (1931) observou que esta aglomeração começa quando a região mais fresca do ninho da cria de uma colônia alcança mais de 34°C, presumivelmente, a ventilação e o resfriamento por evaporação já estavam sendo usados com força total.

2.6 – Ambiência animal, um novo parâmetro

A ambiência animal surge buscando alcançar as zonas de conforto térmico priorizando este elemento dentro da produção animal, procurando principalmente unir os avanços constantes da genética, nutrição e sanidade com as condições climáticas de cada ambiente. Para Barbosa Filho (2008), à medida que a tecnologia avança e os níveis de confinamento tornam-se um problema, a ambiência animal surge como um assunto de extrema importância, principalmente no que diz respeito à redução de perdas dentro dos processos produtivos e das exigências quanto às boas práticas de manejo e de bem-estar animal.

Segundo Barbosa Filho (2008), é praticamente impossível imaginar um ambiente que não exerça nenhum tipo de estresse aos animais. Mesmo que este seja cuidadosamente planejado, sempre haverá algum elemento que não permitirá que o animal se encontre totalmente em situação de conforto. Dentre estes elementos, que poderão causar estresse aos animais, estão as variáveis ambientais.

Portanto, de todos os fatores que afetam o ambiente, o clima é, sem dúvida, o mais importante, sendo que a eficiência produtiva e reprodutiva de qualquer animal se relaciona com estímulos aos ambientes onde vivem. Contudo existe, para cada espécie, uma faixa de condições ambientais, denominada zona de conforto térmico, na qual o animal apresenta os melhores resultados com o menor gasto energético e mínimo esforço dos mecanismos termorregulatórios, possibilitando melhor conversão alimentar, rápido crescimento corporal e menor mortalidade (CURTIS, 1983).

Assim, existem outras variáveis a ser consideradas, tais como, ventilação (natural ou mecânica), radiação solar, condições e tipos de instalações, nutrição e de saúde do animal, dentre outros fatores que auxiliam na caracterização do bem-estar dos animais. Sendo assim, a

análise do comportamento do animal é mais adequada, pois envolve fatores inerentes aos próprios animais, assim como, aqueles referentes ao ambiente ao seu redor. Com isso, os próprios animais são usados como biosensores, reagindo ao ambiente devido as variações do mesmo.

Até pouco tempo atrás, a forma mais utilizada para o estudo do comportamento animal era a observação visual (ABRAHAMSSON, 1996), estudo esse que se caracterizava pela subjetividade, elevado gasto de tempo e alta susceptibilidade a erros humanos, pois a experiência e treinamento do observador eram de fundamental importância, bem como o seu estado físico e psicológico durante a fase observacional e de classificação.

Entretanto, com os avanços na área de desenvolvimento de *hardware* e *software*, outras tecnologias foram surgindo e se tornando mais acessíveis, tal como a análise de imagens em tempo real por meio do uso de câmeras, placas de aquisição de imagens conectada a um computador e *software* para análise de imagens, ou seja, envolvendo as fases de aquisição, processamento e classificação.

Diante da evolução científica e tecnológica na qual estamos inseridos atualmente, as tendências mundiais para um desenvolvimento sustentável faz com que a visão dos profissionais que atuam na área de ambiência animal seja direcionada para novos horizontes. Esses novos caminhos ultrapassam as fronteiras da propriedade rural, ou empresa de produção de proteína animal e focalizam as perdas produtivas ao longo de todo o processo produtivo (SILVA e VIEIRA, 2010).

Ainda de acordo com Silva e Vieira (2010), na ambiência existe uma busca ainda desenfreada de informações no que tange a qualidade do ar, ambiência térmica, acústica e lumínica, porém mesmo assim existe uma carência de informações relacionadas à continuidade do processo além das unidades produtoras. As perdas produtivas são cada vez mais contabilizadas no sentido de reduzir os prejuízos e conseqüentemente aumentar a rentabilidade, uma vez que, os consumidores estão cada vez mais exigentes com a qualidade do produto final. Todavia, a qualidade do produto será o próximo horizonte a ser alcançado, visto que são necessários mais atributos que possam conferir a segurança dos alimentos. Estas exigências, por sua vez, trarão mudanças e a necessidade do conhecimento dos muitos pontos críticos inerentes aos processos, para que tais modificações resultem em aumento de produtividade e numa maior inserção do produto brasileiro no mercado.

Com base no exposto, este estudo pretende determinar qual o melhor manejo a ser utilizado para o fortalecimento de colônias de abelhas levando-se em consideração as variações na ambiência interna de colônias de abelhas *Apis mellifera*, em Fortaleza-CE.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida no apiário do Setor de Abelhas, Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, com latitude 3° 44' S, longitude 38° 33' W e altitude 19,5 m, no período de julho a setembro 2010. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Bsh, isto é, semi-árido, com chuvas irregulares.

Foram utilizadas para o experimento oito colônias de *Apis mellifera* pertencentes ao apiário do Setor de Abelhas da UFC, que foram nomeadas de acordo com características externas de cada caixa. Para o tratamento 01 as caixas selecionadas foram nomeadas de N° 8 e 9, para o tratamento 02 as caixas foram as de número 5 e 10, para o tratamento 03 as caixas foram nomeadas como “Branca” e n°6 e por fim o tratamento 04 que possuía as caixas “Azul” e n°7.

3.1– Tratamentos de manejo de fortalecimento das colônias

É prática comum o remanejamento de quadros entre colônias pelos apicultores onde além de trocas de quadros de ninho com cera velha por cera nova é comum o fortalecimento de enxames fracos, com o remanejamento de quadros com crias, retirados de enxames fortes para serem colocados nos enxames mais fracos (NUNES, 2007). Os tratamentos utilizados consistiam de quatro variações de uma mesma metodologia, a primeira caracterizou-se na troca de 4 quadros com crias (abertas e fechadas) de uma colônia considera forte (caixa n°9) com 4 quadros vazios (contendo apenas cera alveolada) de uma colônia classificada como fraca (caixa n°8). As outras variações de manejo consistiram apenas da mudança no número de quadros intercambiados entre colméias, reduzindo-se para 3 quadros trocados onde a doadora foi a caixa n°10 e a receptora a caixa n°5, outro tratamento utilizou a troca de 2 quadros sendo a caixa doadora a de n°6 e a receptora a “caixa branca” e por fim trocando-se apenas 1 quadro entre as colônias denominadas n°7 doadora e “caixa azul” sendo a receptora do quadro com crias.

3.2- Avaliação da ambiência das colméias

Para a determinação das temperaturas e umidades no ambiente interno das colméias foram utilizadas miniestações meteorológicas e *Data Loggers* HOBO[®] que foram

previamente programadas para fazer leituras a cada hora do dia, com a tomada de dados iniciando-se na manhã da inserção dos aparelhos nas colméias. Os *Data Loggers* permaneceram em cada colônia por um período de 10 dias completos.

Essa quantidade de dias foi escolhida segundo os estudos de Winston (2003), que citando Tribe e Fletcher (1977) declarou que o tempo necessário, da postura do ovo pela rainha à eclosão, varia amplamente, onde existem valores variando entre 48 a 144h. Já o tempo de desenvolvimento da larva não operculada para as operárias africanas tropicais é de cerca de 4,2 dias. Com isso o período mínimo de 10 dias é suficiente para que seja acompanhado a quantidade de nascimentos e o desenvolvimento das larvas em cada colônia estudada.

Para a colocação dos *Data Loggers* dentro das colméias foi adotado o seguinte procedimento: as colméias a serem utilizadas para os diferentes tratamentos eram selecionadas visualmente de acordo com a quantidade de crias e alimento, onde o quadro que possuísse a maior concentração de crias nos estágios larval e pupal era selecionado para que os dados ficassem mais próximos da realidade. Este favo era retirado do ninho e com auxílio de uma ferramenta cortante era retirado uma porção do favo igual à área do *Data Logger*, tomando-se precaução para não remover grandes quantidades de crias abertas e/ou fechadas. O *Data Logger* era então inserido nessa abertura do quadro e fixado entre os arames do próprio quadro. Ao término do procedimento a coméia era novamente fechada. A metodologia foi repetida para todas as outras colméias selecionadas de cada tratamento (Figura 1).



Figura 1 – Inserção do *Data Logger* no quadro.

Um dos cuidados que foram tomados antes de se colocar o aparelho no interior das colônias, foi revesti-lo com uma tela metálica protetora com uma malha de 1mm para que as abelhas não propolisassem as aberturas dos sensores do *Data Logger*, impedindo seu pleno funcionamento ou mesmo a quebra do aparelho devido à propolização dos canais de entrada e saída de dados (Figura 2).



Figura 2 – Proteção do *Data Logger* com tela metálica contra a propolização dos sensores.

Após um período de 10 dias completos o *Data Logger* era retirado do interior da caixa e os dados contidos em sua memória eram coletados para análise.

Nota-se pela Figura 1 que o *Data Logger* encontra-se bem à altura das crias. Isto permitiu uma melhor avaliação das condições de temperatura e umidade relativa do ar, além de ser a região mais propensa a ocorrência de estresse térmico.

3.3 - Classificações de colônias de *Apis mellifera* quanto sua população

Para tal realizou-se, nas 8 colônias utilizadas, o acompanhamento de número de crias abertas (fase larval), crias fechadas (fase pupal), mel operculado e pólen, contabilizando a área total ocupada por estas variáveis em cada fase do experimento.

Todos os alvéolos de todos os quadros foram contados seguindo uma adaptação da metodologia de Al-Tikrity (1971) com a finalidade de acompanhar o desenvolvimento das colônias. A adaptação consistiu em tirar fotos de todos os quadros e sobrepor uma imagem

com quadrículas virtuais que obedeciam à proporcionalidade de 4cm^2 independentemente da distância ou situação em que as fotos foram tiradas em cada etapa do experimento (Figura 3).

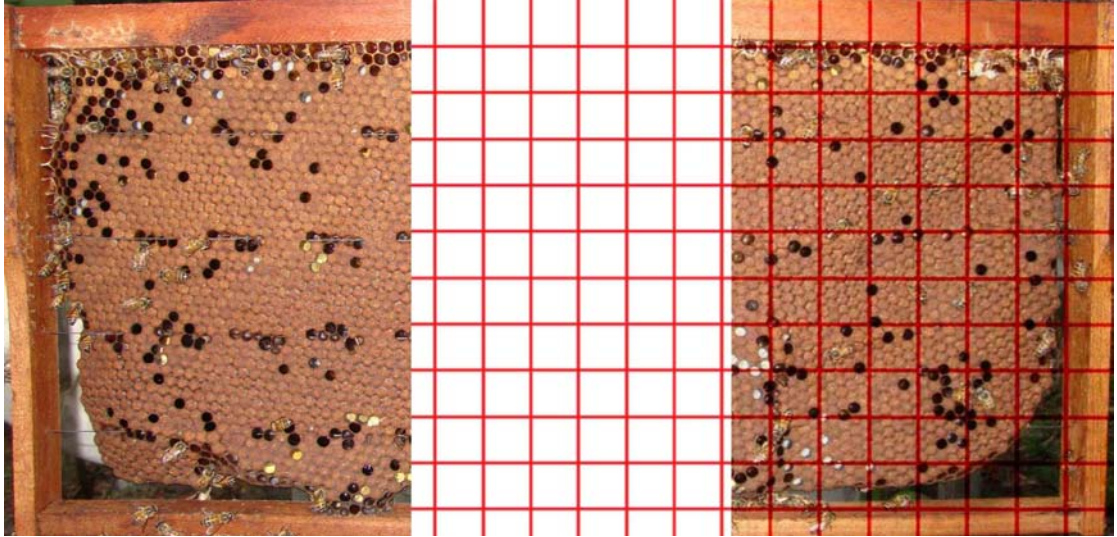


Figura 3. – Evolução na adaptação do método de Altikrity (1971) para o dimensionamento da área de crias, onde o lado esquerdo da imagem representa a foto tirada do quadro, a parte central demonstra a camada inserida sobre a primeira imagem e o lado direito da foto ilustra a fase final do tratamento da foto já com as quadrículas inseridas.

A contagem dos alvéolos foi realizada com um programa de distribuição livre denominado OdoPlus que tem a função contar os cliques do “mouse”, onde cada clique sobre um respectivo alvéolo é contado, deixando assim, as mensurações mais precisas. Ao término da contagem de alvéolos o número encontrado foi dividido por quatorze, pois cada quadrícula da imagem continha uma média de aproximadamente quatorze alvéolos. O número encontrado dessa divisão foi posteriormente multiplicado por quatro, possibilitando assim a determinação da área ocupada por crias ou alimentos (Figura 4).

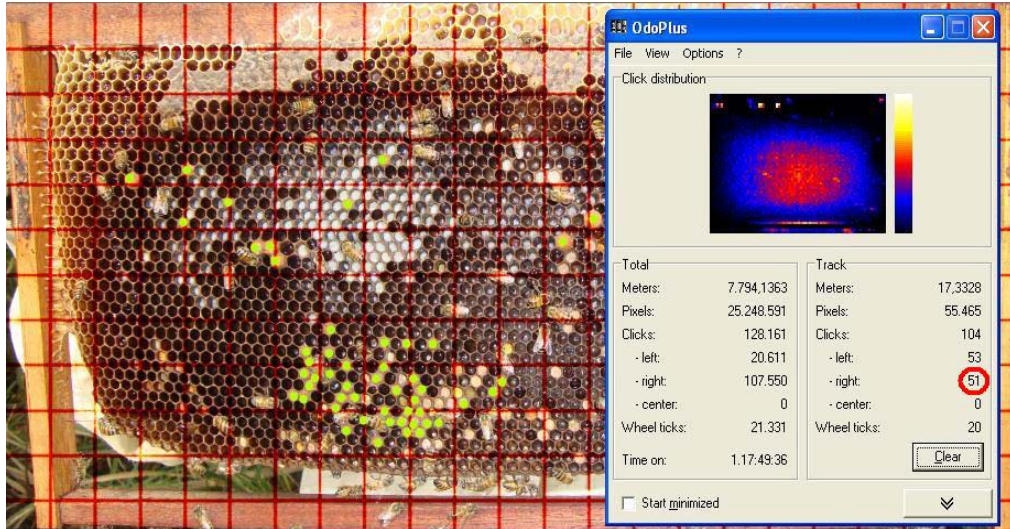


Figura 4 – Sistema de contagem de alvéolos utilizando-se software de contagem de cliques do “mouse” e software de tratamentos de imagens para a demarcação dos alvéolos já contabilizados.

As fotos foram tiradas nas seguintes ocasiões: antes da colocação do *Data Logger*, antes das trocas dos quadros e depois das trocas dos quadros para que pudessem ser feitas as comparações e mensurações dos dados de área obtidos, onde foram feitos os balanços de ganhos ou perdas entre caixas em seus respectivos tratamentos.

Durante o período em que as caixas estavam com o *Data Logger* em seus interiores a alimentação artificial era retirada para que as condições ambientais fossem compatíveis com as encontradas na natureza.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Parâmetros ambientais

4.1.1 - Período de estabilização

As figuras abaixo mostram o tempo medido em horas necessário para que cada colônia atingisse valores estáveis de temperatura no interior de cada caixa após a instalação do *Data Logger* e após a troca dos quadros. Para o aparelho ser inserido dentro das colônias uma área que estaria ocupada com crias teve que ser removida, causando assim uma instabilidade térmica considerável durante as primeiras horas de coleta, provavelmente devido à circulação de ar no interior da colméia ter sido abruptamente modificada.

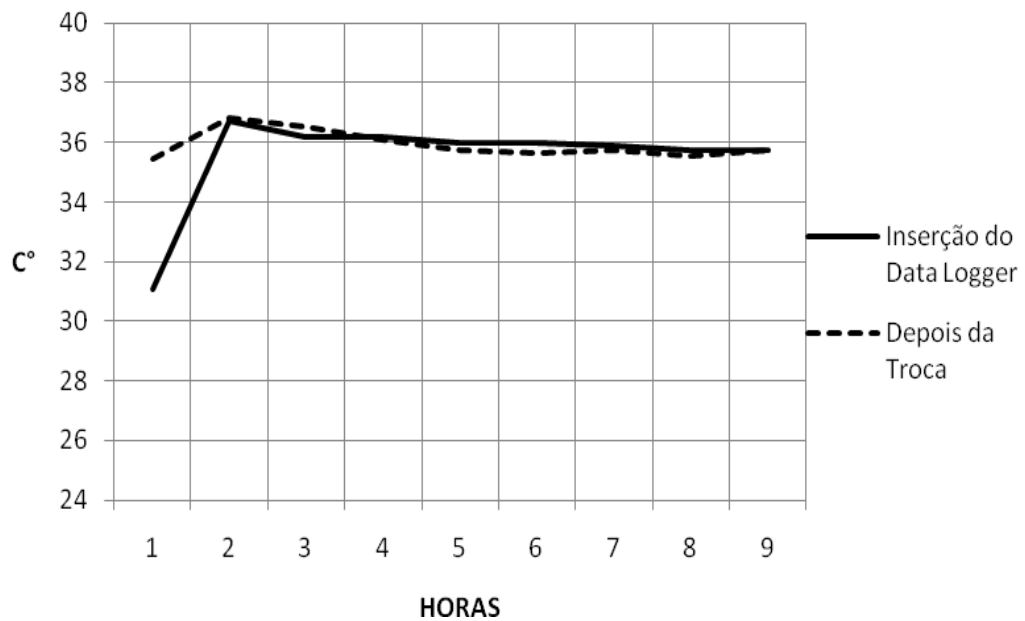


Figura 5 – Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa 7 nos momentos após a inserção do *Data Logger* e após a troca dos quadros.

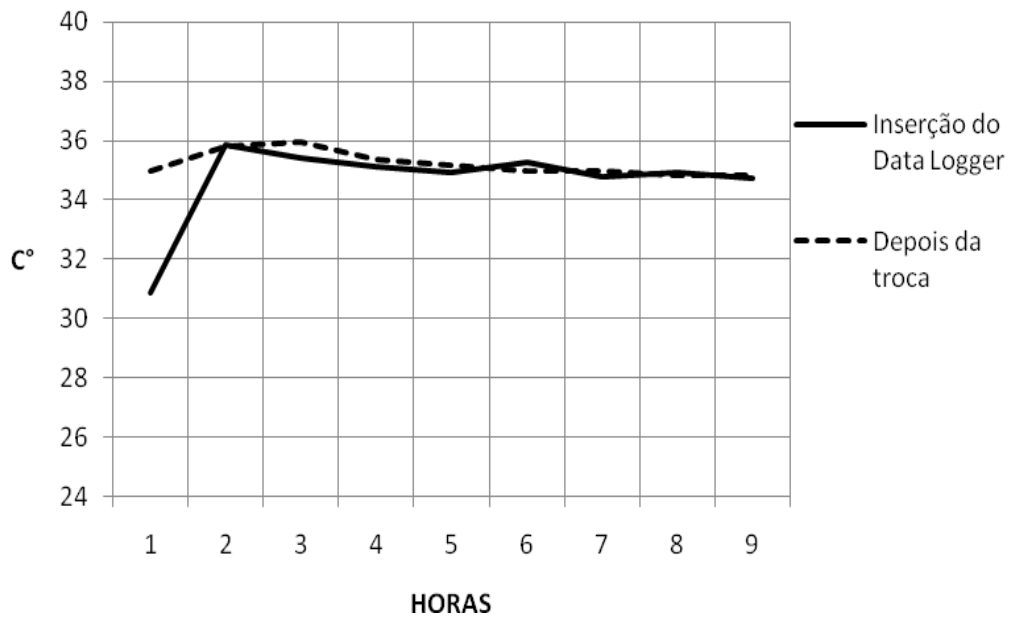


Figura 6 – Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa Azul nos momentos após a inserção do *Data Logger* e após a troca dos quadros.

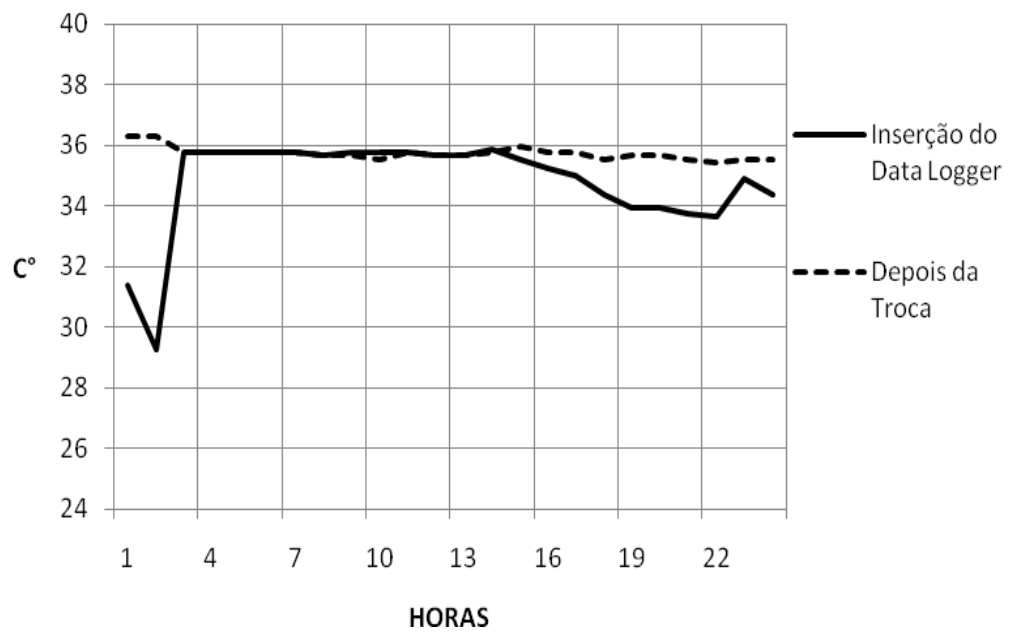


Figura 7 – Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa 6 nos momentos após a inserção do *Data Logger* e após a troca dos quadros.

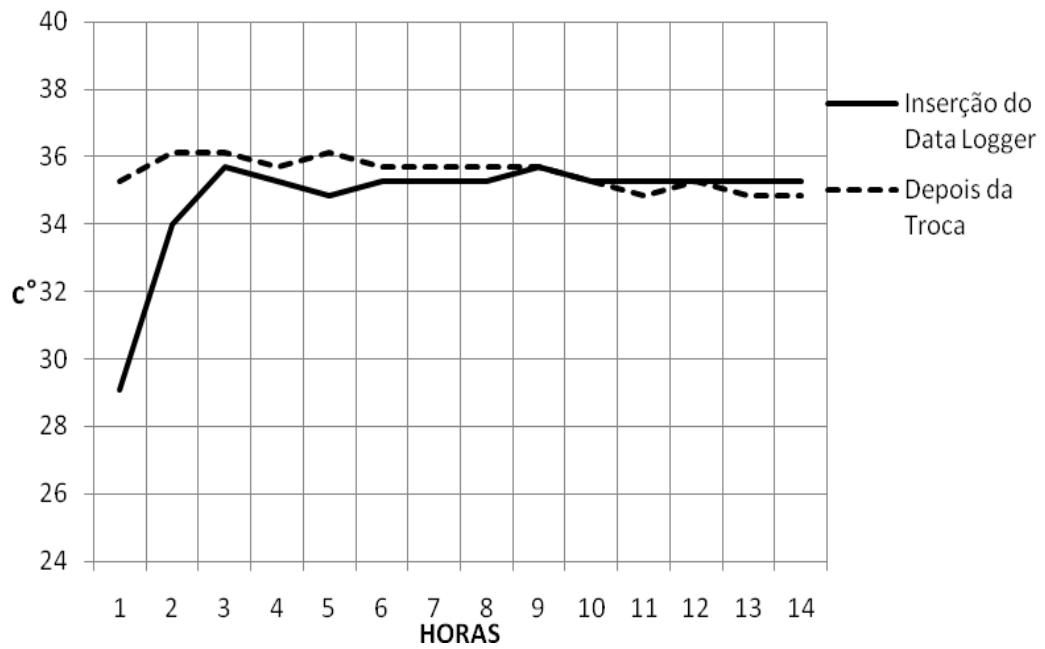


Figura 8 – Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa Branca nos momentos após a inserção do *Data Logger* e após a troca dos quadros.

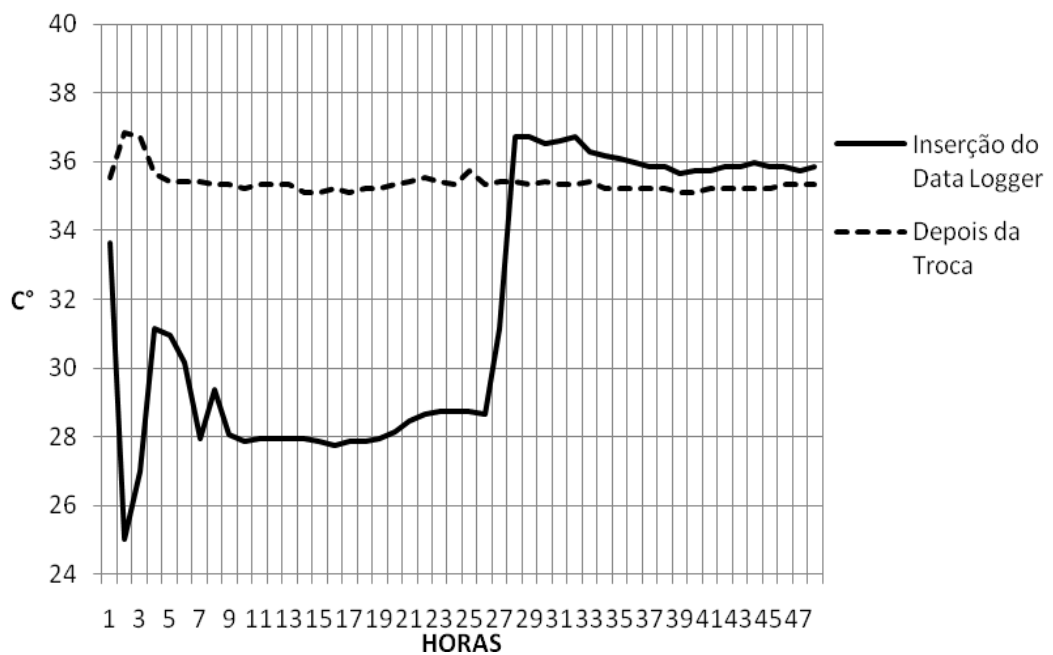


Figura 9 - Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa 10 nos momentos após a inserção do *Data Logger* e após a troca dos quadros.

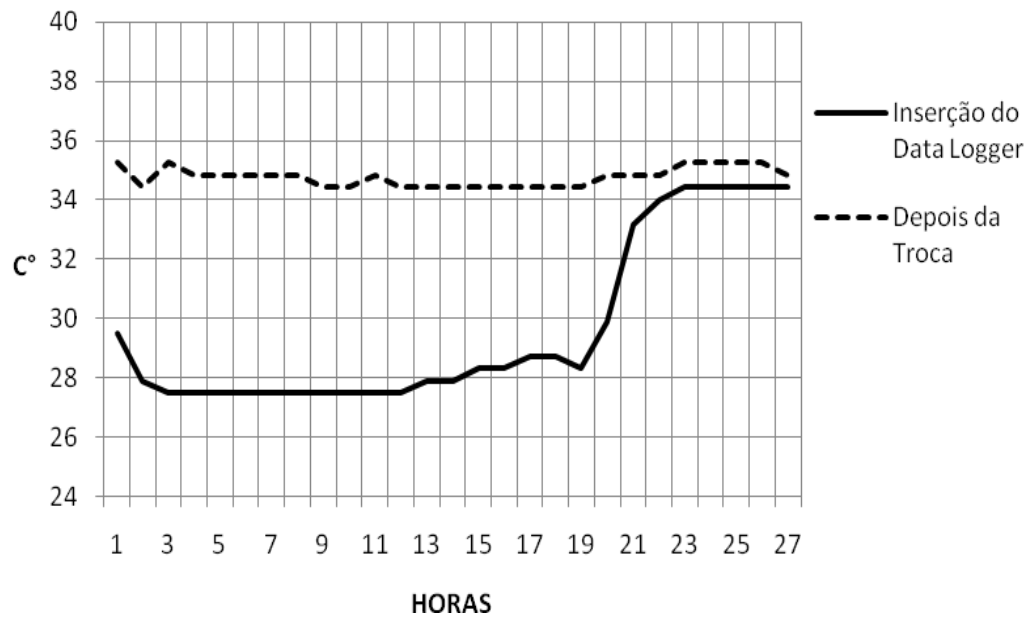


Figura 10 – Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa 5 nos momentos após a inserção do *Data Logger* e após a troca dos quadros.

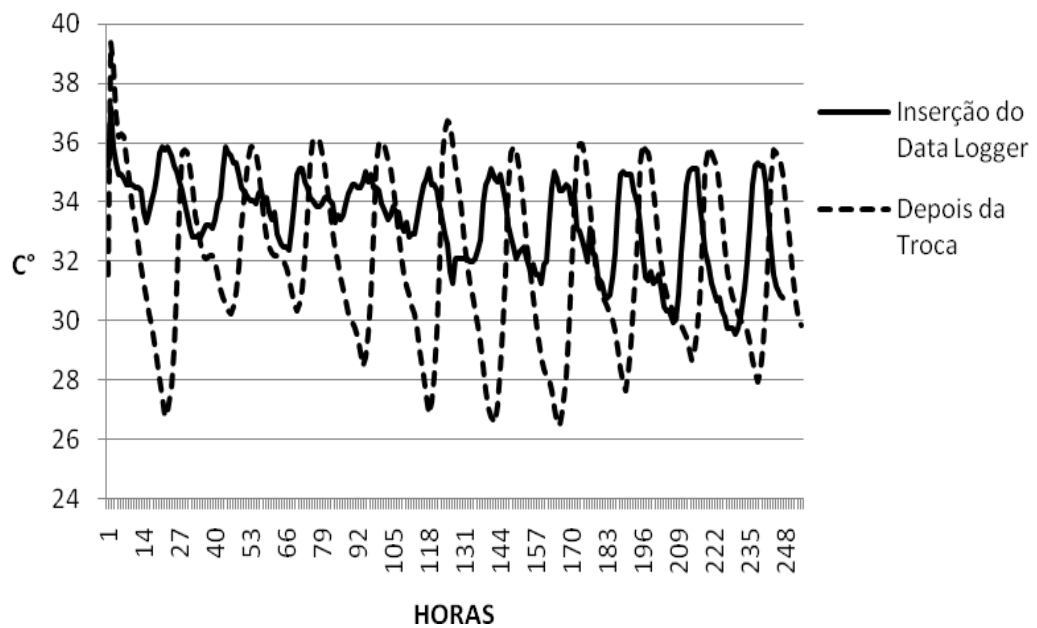


Figura 11 – Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa 8 nos momentos após a inserção do *Data Logger* e após a troca dos quadros.

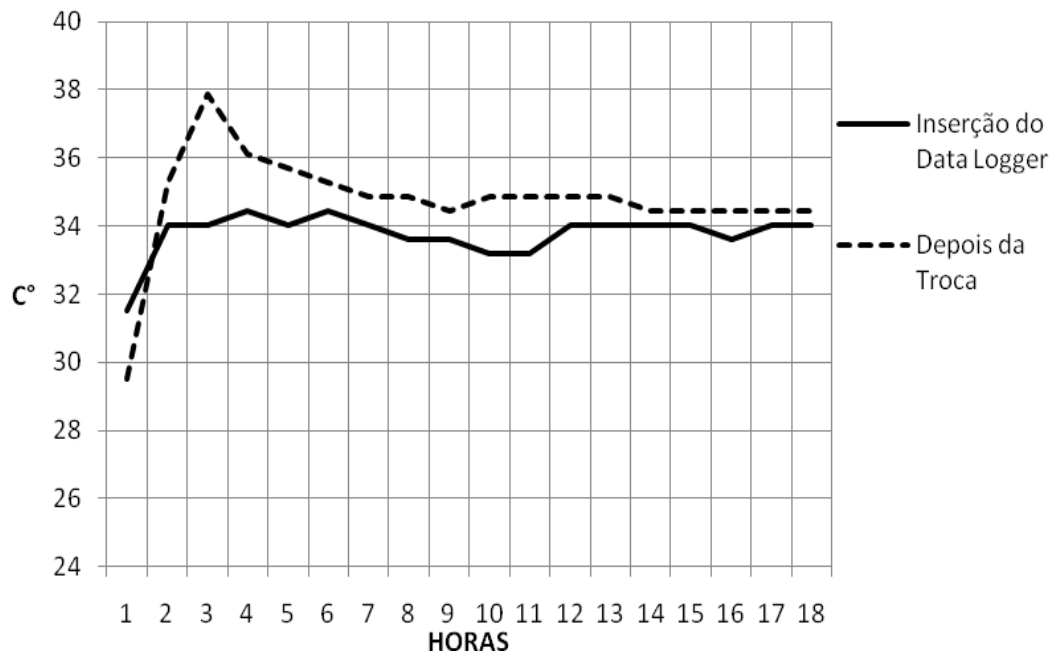


Figura 12 – Variação de temperatura de bulbo seco da Caixa 9 nos momentos após a inserção do *Data Logger* e após a troca dos quadros.

O que pode ser observado nas figuras correspondentes à variação de temperatura, durante os períodos de coleta de dados, é que, todas as colônias demandaram um certo tempo para o restabelecimento da homeostase térmica interna de cada caixa.

As Figuras 5,6,7,8 e 12 mostram a variação de temperatura das caixas 7, Azul, 6, Branca e 9 respectivamente, onde todas atingiram a estabilidade térmica após um período máximo de 6 horas após a inserção dos *Data Loggers* em seus interiores, concordando com os dados encontrados por Becher (2009) que percebeu que após 6h a colônia de *Apis mellifera* estabilizou sua temperatura interna. Isto se deve principalmente à localização do aparelho próximo as áreas de crias, onde a termorregulação deve ser mais intensa.

Já as grandes variações ocorridas nas caixas 10 e 5, representadas pelas figuras 9 e 10 não podem ser explicadas de forma precisa, pois somente atingiram a estabilidade térmica por volta da vigésima hora após a inserção de seus respectivos *Data Loggers*. Tal demora pode ter sido ocasionada devido a problemas intrínsecos desconhecidos que ocorreram no interior da colônia nesses períodos de tempo, retardando a estabilização da temperatura em ambas as caixas.

Dentre as observações feitas, o gráfico representado pela Figura 11 proveniente da caixa 8 é o que chama mais a atenção devido à sua total desuniformidade, ou seja, em nenhum momento o *Data Logger* captou uma estabilização da temperatura no decorrer do experimento. Isso pode ter sido causado pelo motivo de a caixa 8 ter sido considerada dentre

todas as outras a mais fraca. Essa observação aponta para o fato de no período mais quente do dia(15h) a quantidade de abelhas responsáveis pelo resfriamento e aquecimento da colônia ficou verdadeiramente abaixo da ideal. Esta figura mostra ainda que os picos de variação de temperatura, ou seja, a diferença do maior valor registrado e o menor valor chegou à 10°C no decorrer do experimento, explicitando assim que havia sobrecarga de trabalho para poucas operárias. Becher (2009) também verificou que as abelhas permaneciam mais próximas à área de crias, isso pode explicar as variações no interior da caixa, pois a quantidade de abelhas não era suficiente para regular o espaço da caixa por completo.

Os gráficos também apresentam o tempo medido em horas necessário para que cada colônia atingisse valores estáveis de temperatura no interior de cada ninho após o segundo momento do experimento. Foi notado que a grande maioria das colônias apresentou um sutil aumento da temperatura nas duas ou três primeiras horas, porém passado esse curto espaço de tempo as colônias conseguiram restabelecer a homeostase térmica. Porém a caixa 8 continuou tendo um comportamento atípico para as abelhas, não conseguindo regular a temperatura interna.

Foi mostrado com essa parte do experimento que a simples abertura da colméia para os manejos necessários não interfere de forma acentuada na vida da colônia, porém outros tipos de atividades como a abertura de “janelas” nos quadros interfere de forma mais aguda, pois exige das abelhas esforço extra para regularizar seu ambiente. Todos os espaços recém-criados deveriam ser propolizados para que todas as passagens de ar entre os quadros fossem neutralizadas.

4.1.2 – Índice de Temperatura e Umidade

Após a estabilização térmica interna das caixas, os índices de temperatura e umidade puderam ser comparados às condições do meio externo. As variáveis climáticas do ambiente externo as caixas foram coletadas na estação meteorológica da Universidade Federal do Ceará, sendo então comparadas aos valores coletados pelos *Data Loggers* instalados no interior das colméias.

A estação conta com aparelhos de mensuração que registram dados diariamente em horários padronizados internacionalmente (9h, 15h, 21h). Os valores selecionados para que pudessem ser realizados os comparativos foram selecionados dos *Data Loggers* nos mesmos dias e horários.

As figuras abaixo ilustram essa comparação, onde os dados selecionados provêm de duas etapas fundamentais do experimento. A primeira refere-se ao período que antecede as trocas dos quadros, onde os valores coletados são respectivos de um período mínimo de 5 dias consecutivos. A segunda etapa indica o comportamento das variáveis climáticas no interior das colônias após o manejo de trocas de quadros executado, onde o período mínimo de coleta de dados também foi de 5 dias.

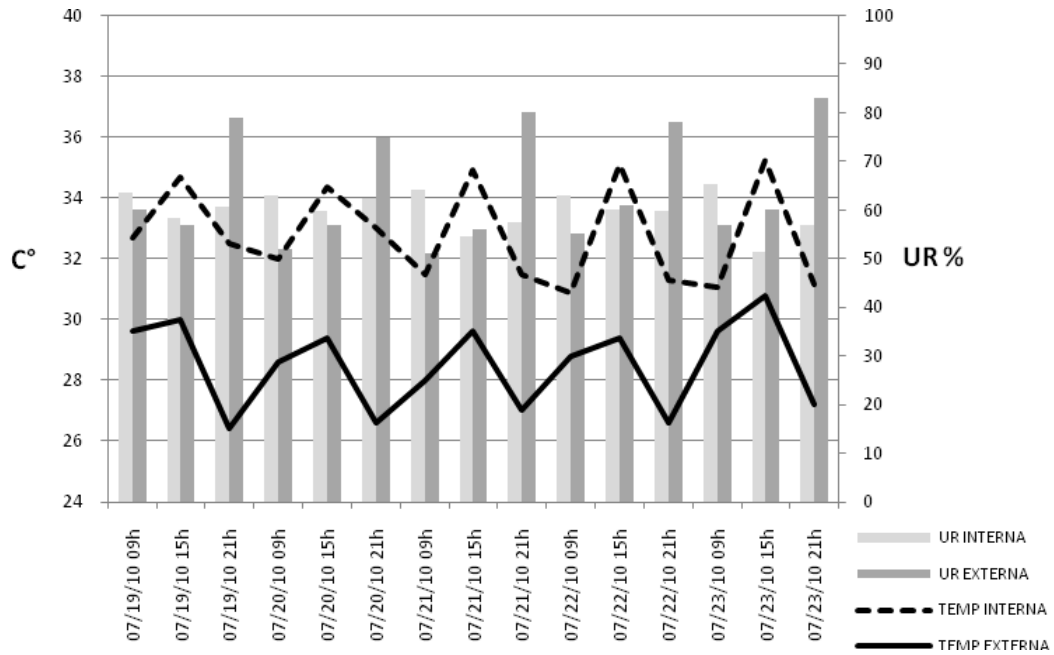


Figura 13 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 8 antes de receber 4 quadros com crias.

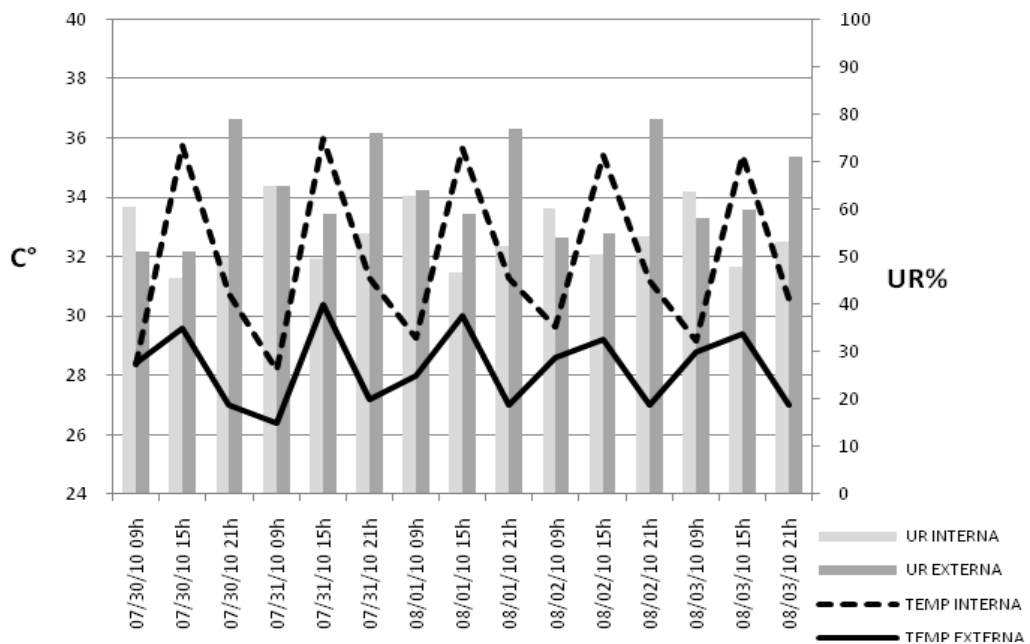


Figura 14 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 8 depois de receber 4 quadros com crias.

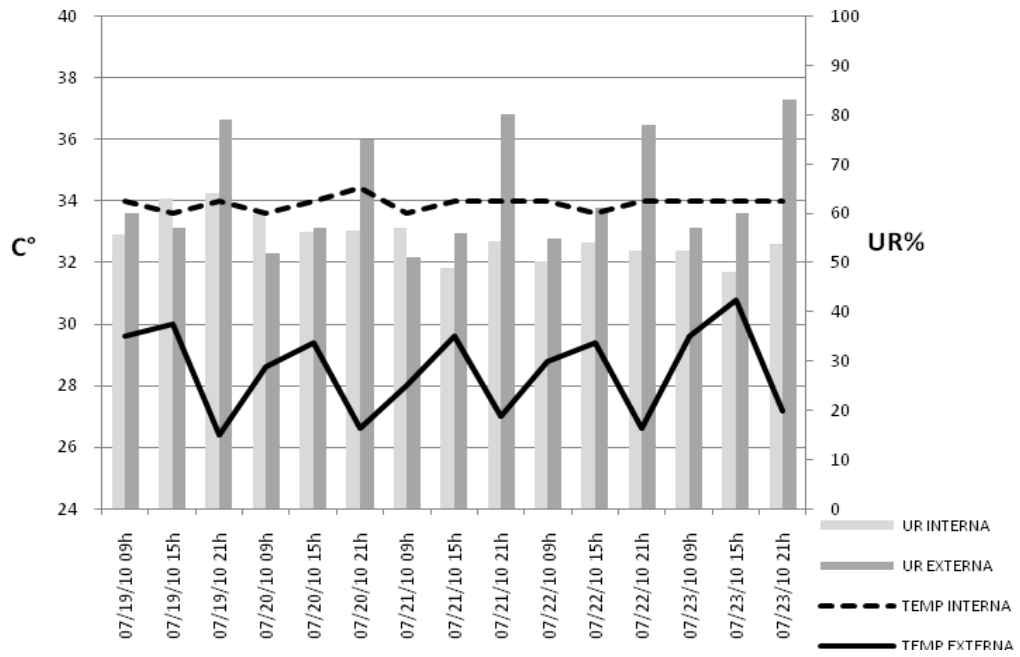


Figura 15 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 9 antes de doar 4 quadros com crias.

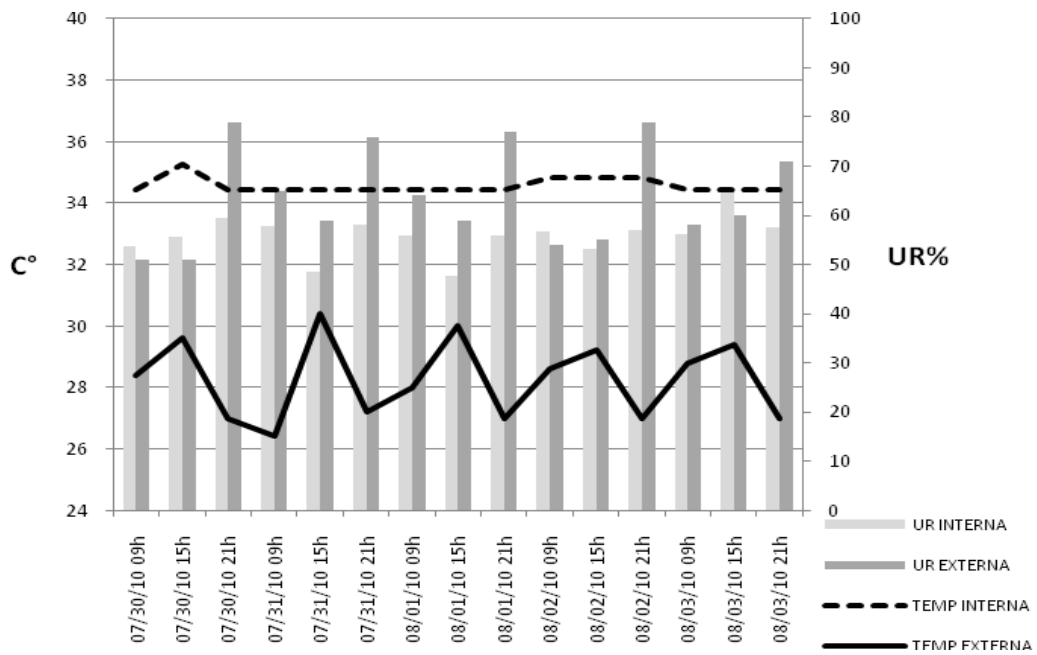


Figura 16 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 9 depois de doar 4 quadros com crias.

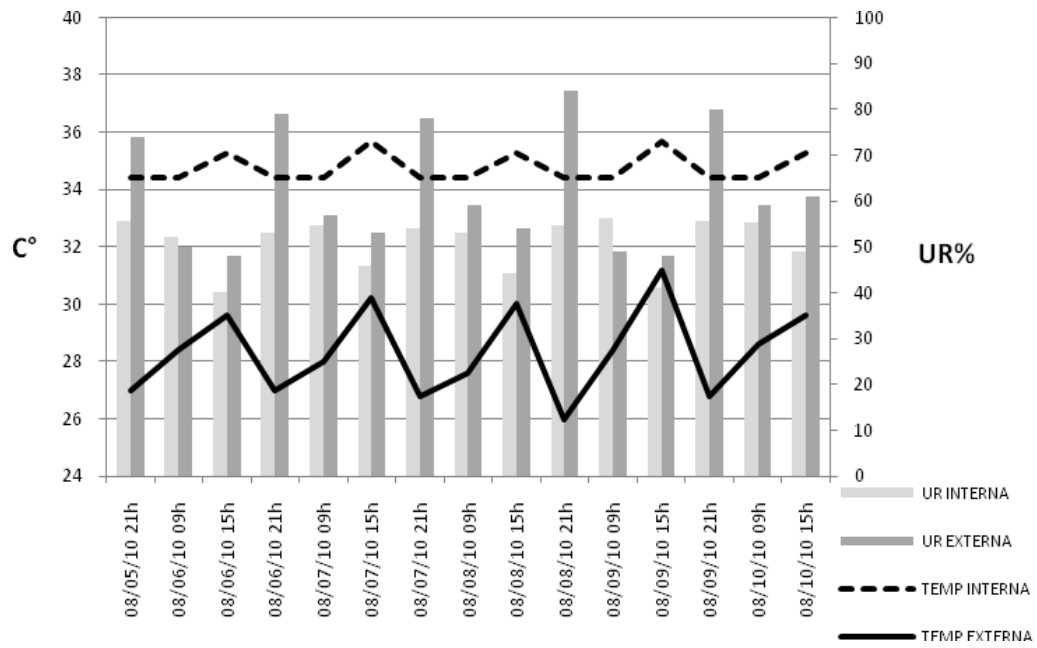


Figura 17 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 5 antes de receber 3 quadros com crias.

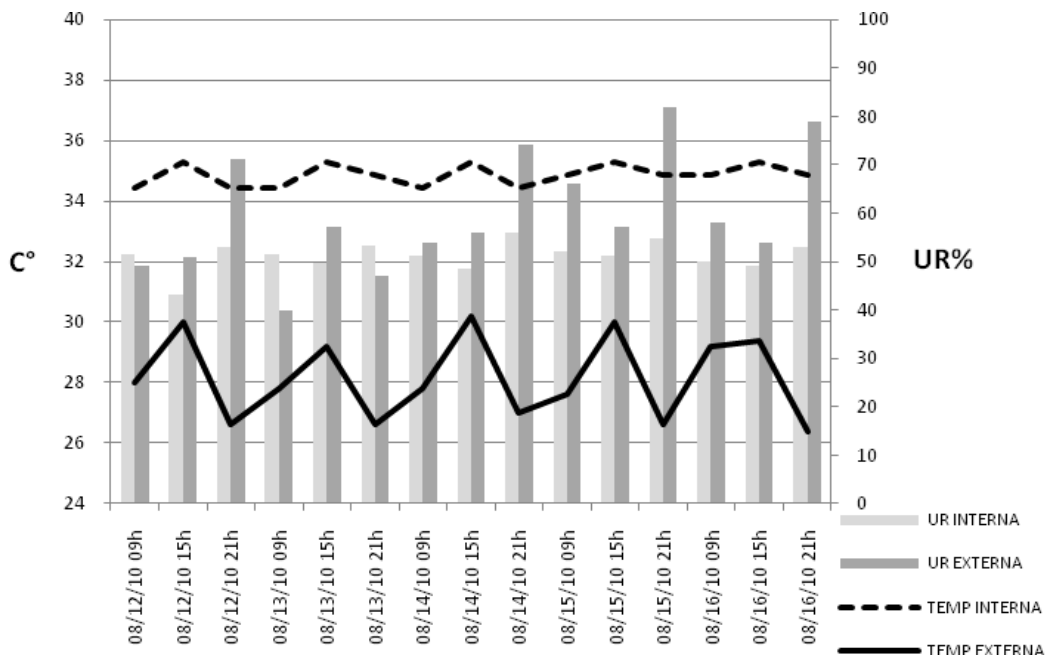


Figura 18 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 5 depois de receber 3 quadros com crias.

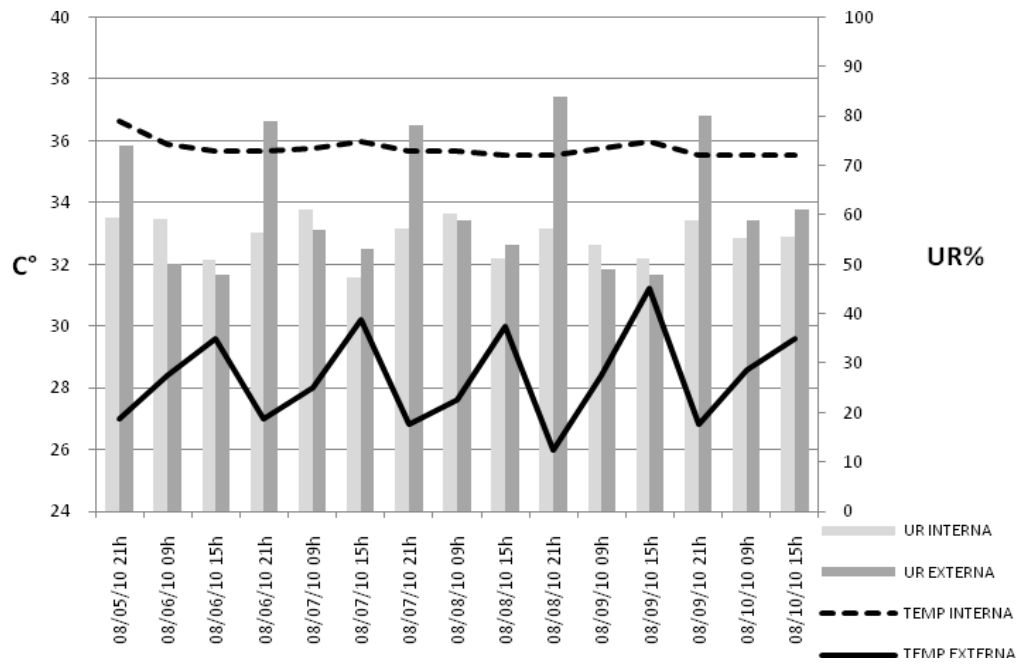


Figura 19 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 10 antes de doar 3 quadros com crias.

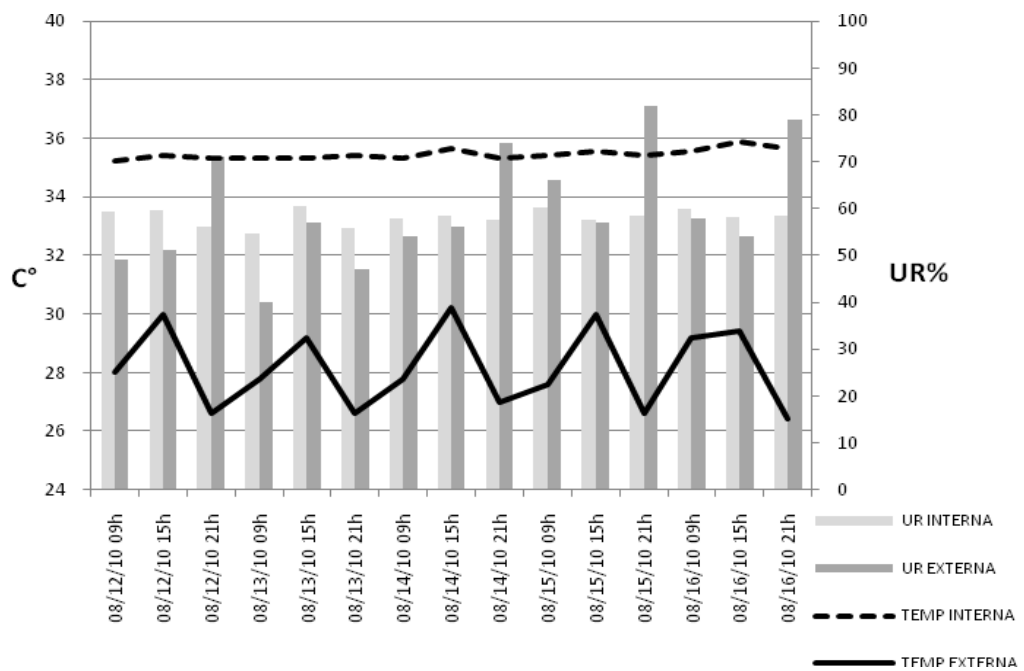


Figura 20 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 10 depois de doar 3 quadros com crias.

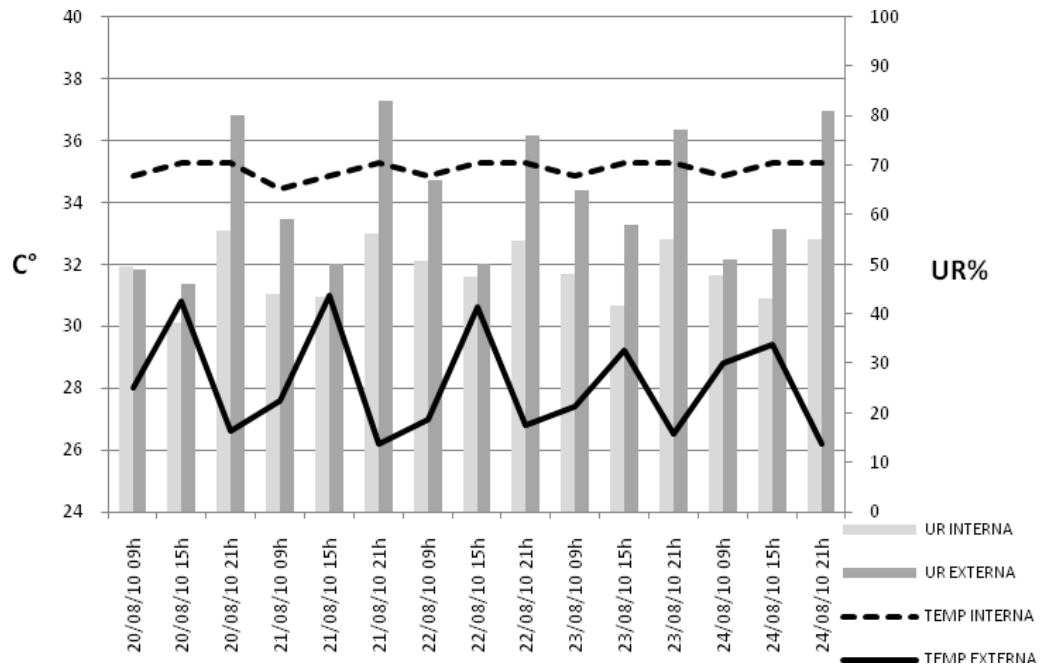


Figura 21 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa Branca **antes** de receber 2 quadros com crias.

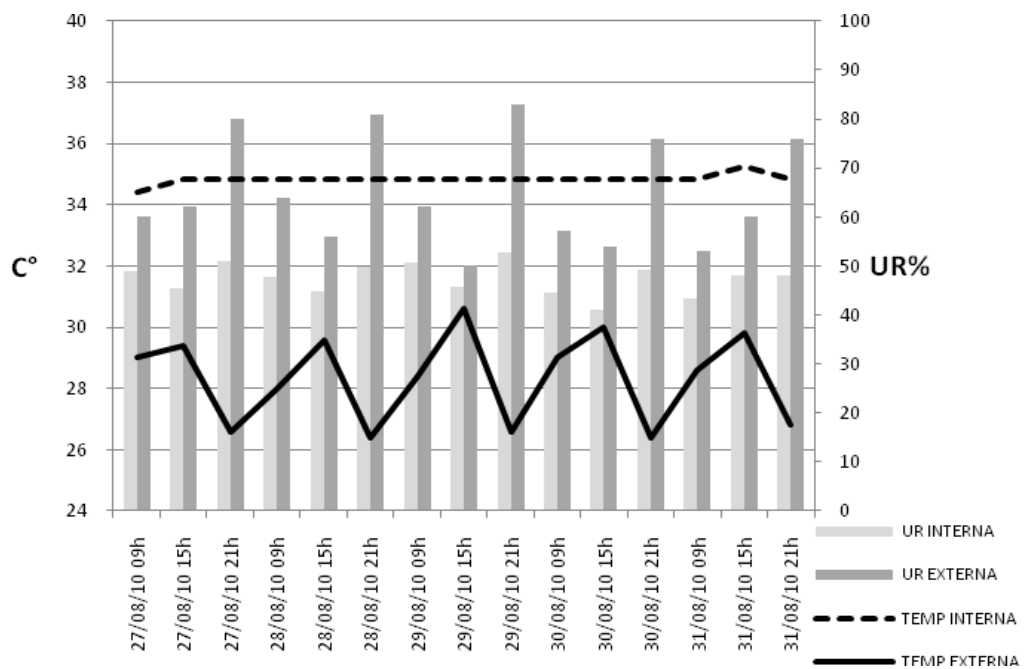


Figura 22 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa Branca **depois** de receber 2 quadros com crias

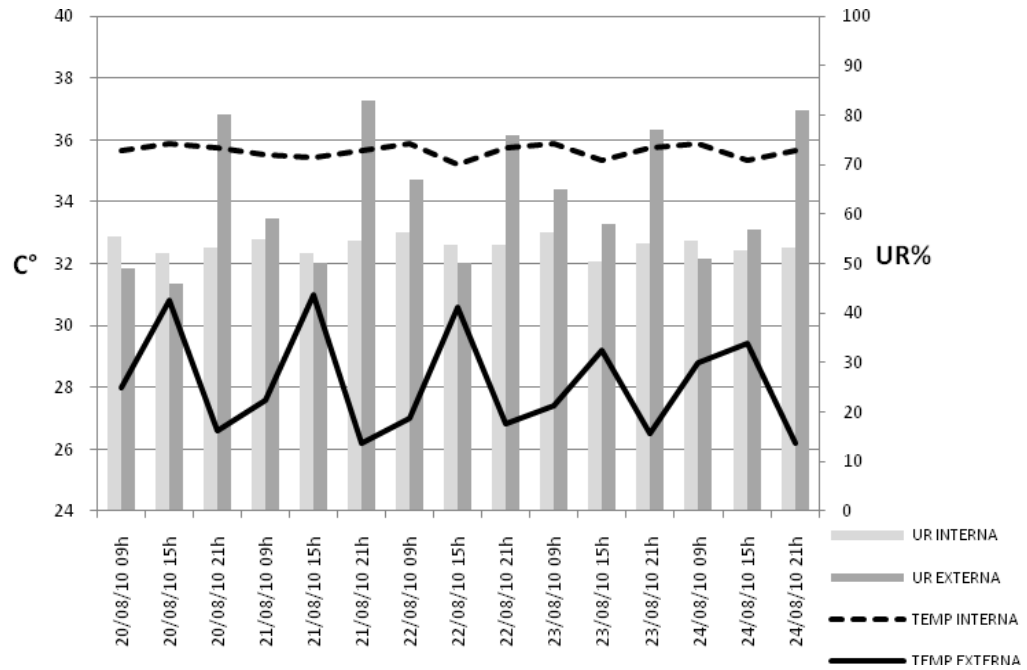


Figura 23 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 6 antes de doar 2 quadros com crias.

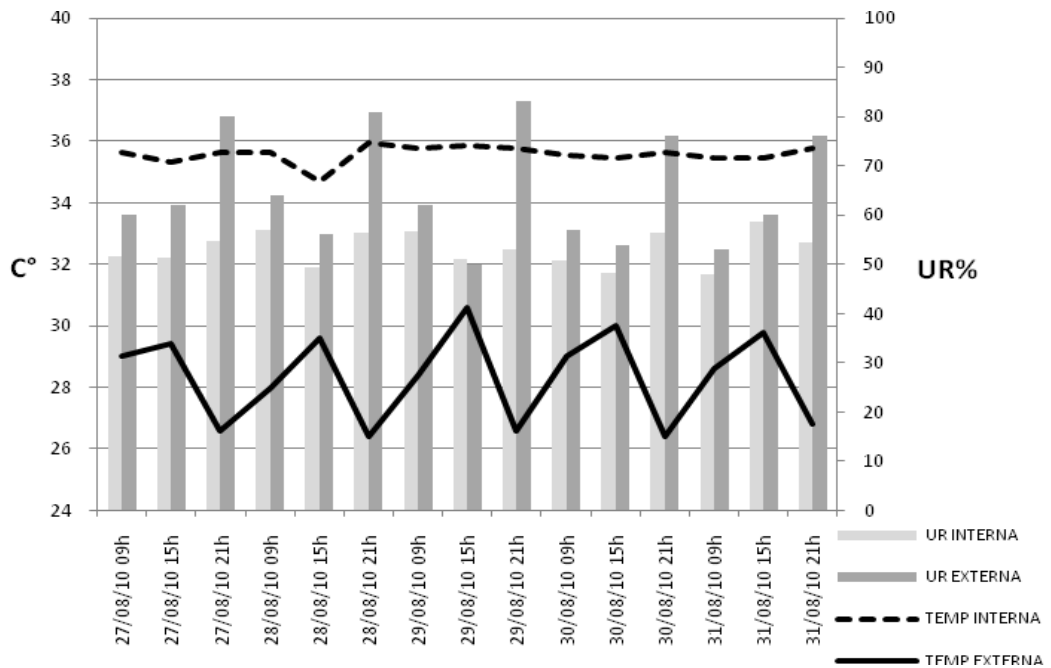


Figura 24 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 6 depois de doar 2 quadros com crias.

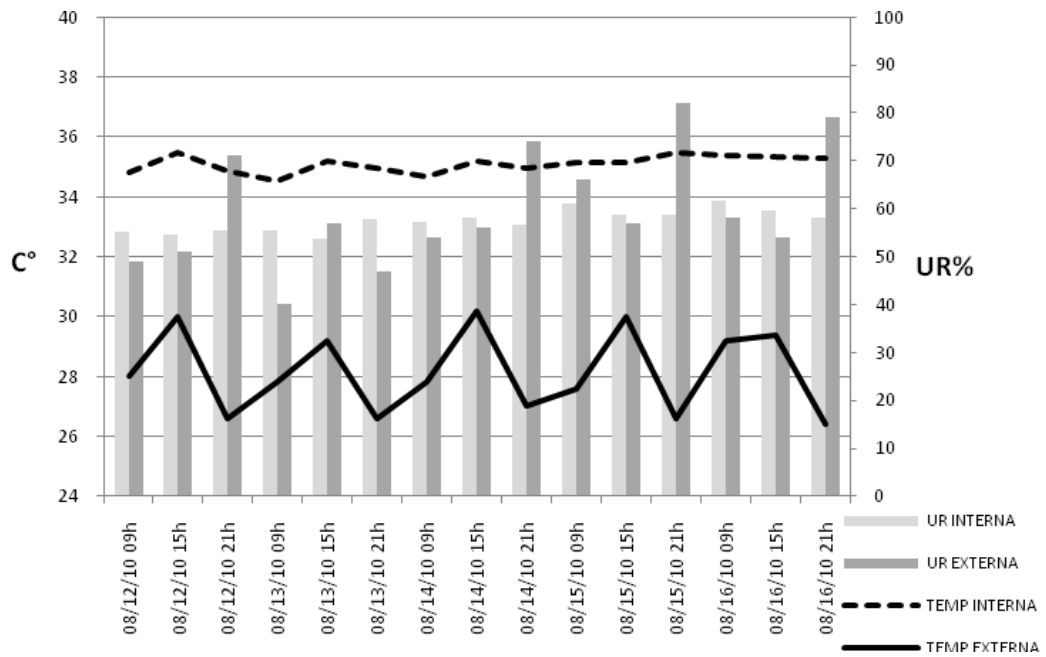


Figura 25 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa Azul **antes** de receber 1 quadro com crias.

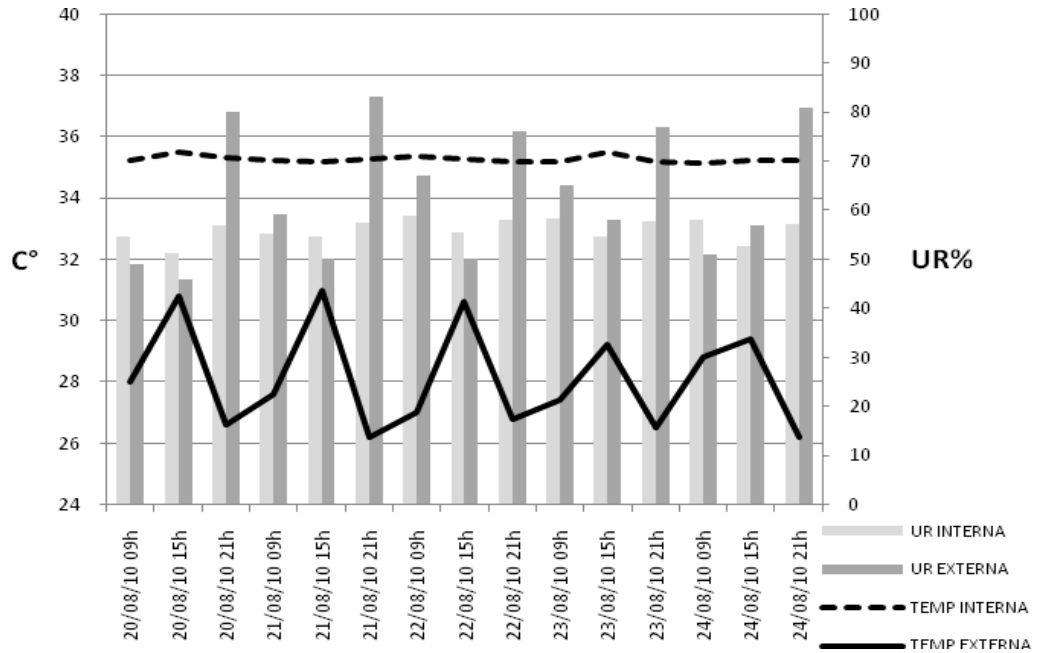


Figura 26 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa Azul **depois** de receber 1 quadro com crias.

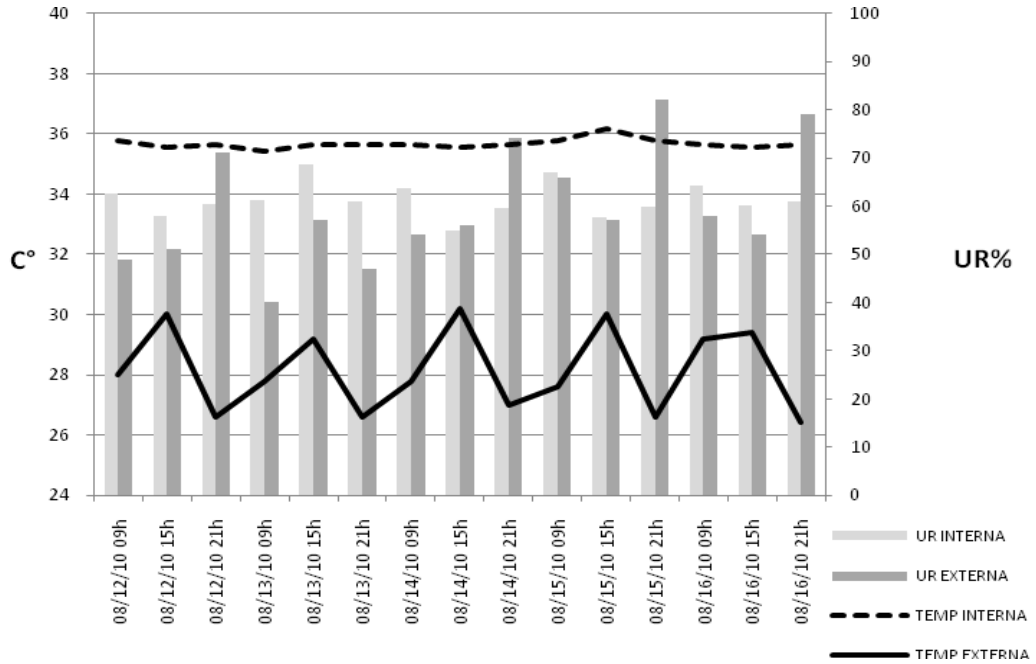


Figura 27 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 7 antes de doar 1 quadro com crias.

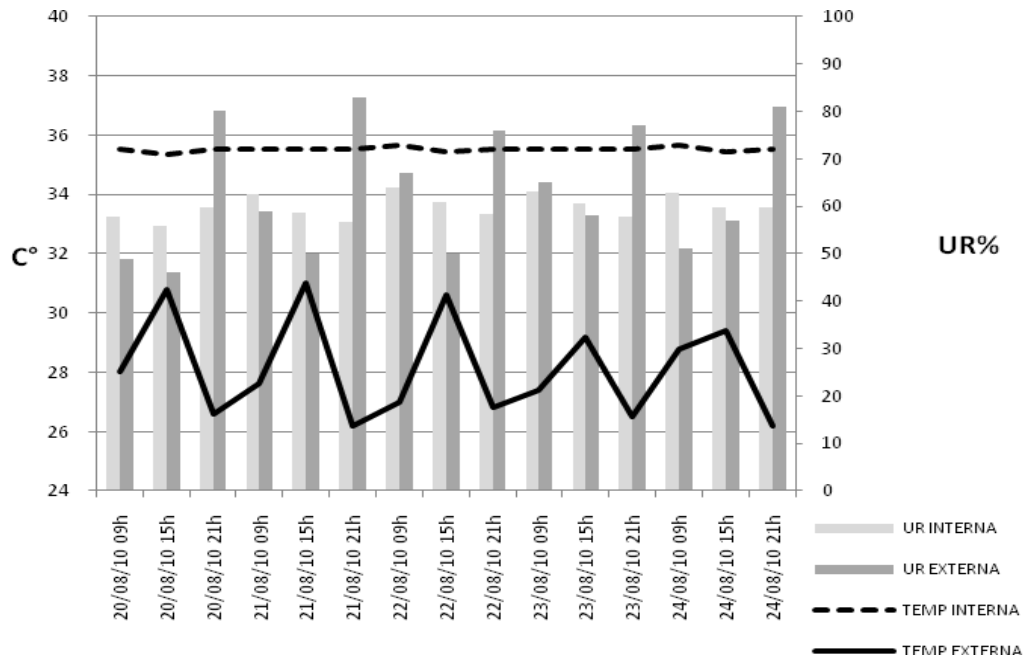


Figura 28 – Temperaturas e umidades internas/externas da Caixa 7 depois de doar 1 quadro com crias.

Os resultados demonstram que as abelhas conseguem manter a temperatura da colônia sempre acima da temperatura externa, porém essas variações são mais ou menos perceptíveis de acordo com o nível de manejo realizado ou mesmo relacionados à população de cada colônia. Um exemplo claro dessa variação é demonstrado principalmente pelas figuras 13 e 14 que ilustram a situação de uma colônia sendo afetada diretamente pelos fatores ambientais devido à baixa população, estes resultados estão de acordo com o encontrado por Owens (1971).

Neste tratamento específico, no período que antecede o recebimento de quatro quadros com crias os valores de temperatura interna são bastante irregulares e os picos de variação seguem o mesmo padrão oscilatório externo, mesmo assim a colônia ainda consegue manter, em parte do tempo, as condições ideais para o bom desenvolvimento.

Após a troca dos quadros a situação térmica ficou mais estressante principalmente na hora mais quente do dia (15h), as poucas operárias remanescentes ficaram ainda mais sobrecarregadas, pois tiveram que se dividir bruscamente entre trabalhos relacionados à termorregulação e aos cuidados gerais com o ninho. Essa grande quantidade de crias inseridas ocasionou uma maior variação nos valores da temperatura interna da colônia, que permaneceu a maior parte do tempo fora da zona ótima de conforto térmico para o desenvolvimento das crias.

A colônia que doou as crias para o tratamento 01 demonstra um comportamento indiferente às variações do meio (Figuras 15 e 16), pois esta colônia doadora considerada forte tinha operárias suficientes responsáveis pelos cuidados com as crias e manutenção da temperatura.

As colônias, de forma geral, apresentaram variações na temperatura interna semelhantes as oscilações externas, oscilações estas que foram amenizadas após o manejo das trocas de quadros (exceto pela caixa 8), onde se buscou a uniformidade das populações dentro de cada tratamento.

Foi possível constatar que praticamente todas as colônias conseguiram manter-se dentro da faixa de conforto térmico apícola que se encontra entre 33 e 36°C, indiferente às variações de temperatura do ambiente externo mesmo sendo animais pecilotérmicos, concordando com Budel, (1968) e Heran (1968) que afirmam que as abelhas do gênero *Apis* conservam calor por aglomeração de indivíduos, produzem calor por contração muscular, controlam a temperatura através da ventilação, etc., características estas que permitiram sua expansão para as regiões temperadas que atingem temperaturas muito abaixo do ideal apícola.

4.2– Parâmetros Alimentares

As variáveis alimentares combinadas com os fatores ambientais atuam diretamente no desenvolvimento das colônias, pois segundo Haydak(1934) as abelhas, na ausência de pólen, recorrem à sua própria fonte de reserva, metabolizando tecidos de seus corpos para prolongar sua existência. Ao receberem material nutritivo, no caso pólen, rapidamente assimilam os principais nutrientes que haviam perdido, reintegrando-se à normalidade.

Quantidades diárias de proteínas, carboidratos, vitaminas, sais minerais e água, são encontrados no pólen e mel, os quais compõem a dieta indispensável para o desenvolvimento das colônias (COUTO; COUTO, 1997). O pólen é a fonte principal de proteína e vitaminas, importante para o desenvolvimento completo das larvas, abelhas recém nascidas e rainha. O mel é produzido pelas abelhas a partir do néctar recolhido de flores e processado pelas enzimas digestivas desses insetos, sendo armazenado em favos para servir-lhes de alimento (KERR et al.,1996).

As abelhas obtêm a maior parte de energia de que precisam, a partir de carboidratos na forma de açúcares produzidos pelas plantas, principalmente do néctar produzido pelas flores, mas também, ocasionalmente, de nectários extraflorais ou secreções de insetos (honeydew) que se alimentam em plantas Winston (2003).

O resfriamento ou aquecimento do ninho requer um grande consumo de mel (SOUTHWICK 1988), onde esse mel é armazenado na vesícula melífera e consumido gradualmente durante o processo de movimentação dos músculos torácicos.

4.2.1– Mel

Os valores totais de área total de mel produzido, adquirido e consumido pelas colônias são demonstrados na Figura 29.

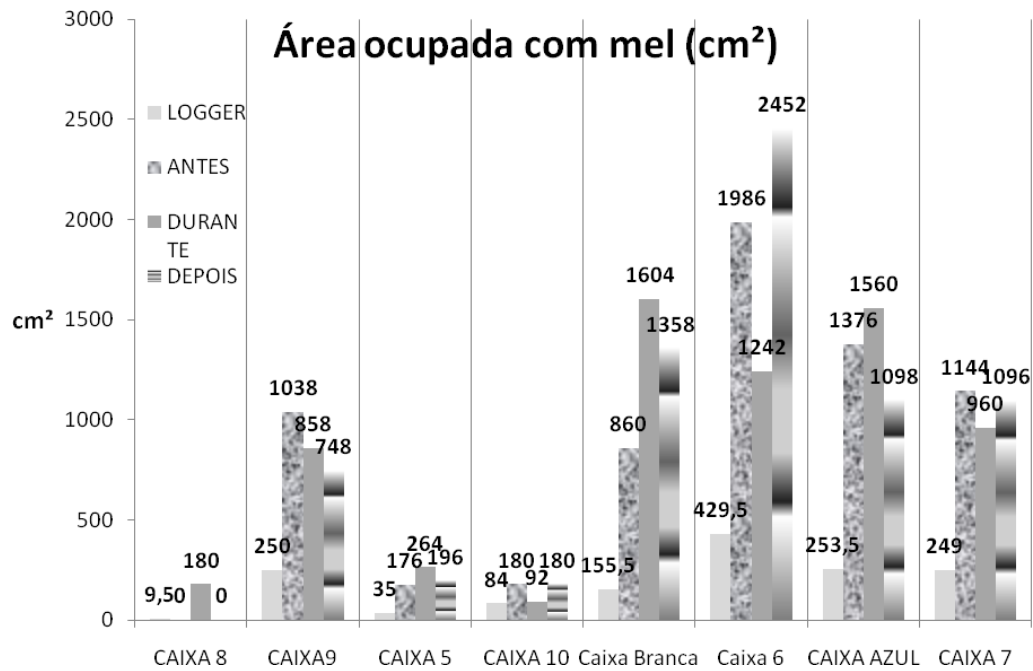


Figura 29 – Área total ocupada com mel em cada etapa do experimento.

4.2.2 – Pólen

Os valores totais de área total de pólen armazenado, adquirido e consumido pelas colônias são demonstrados na Figura 30.

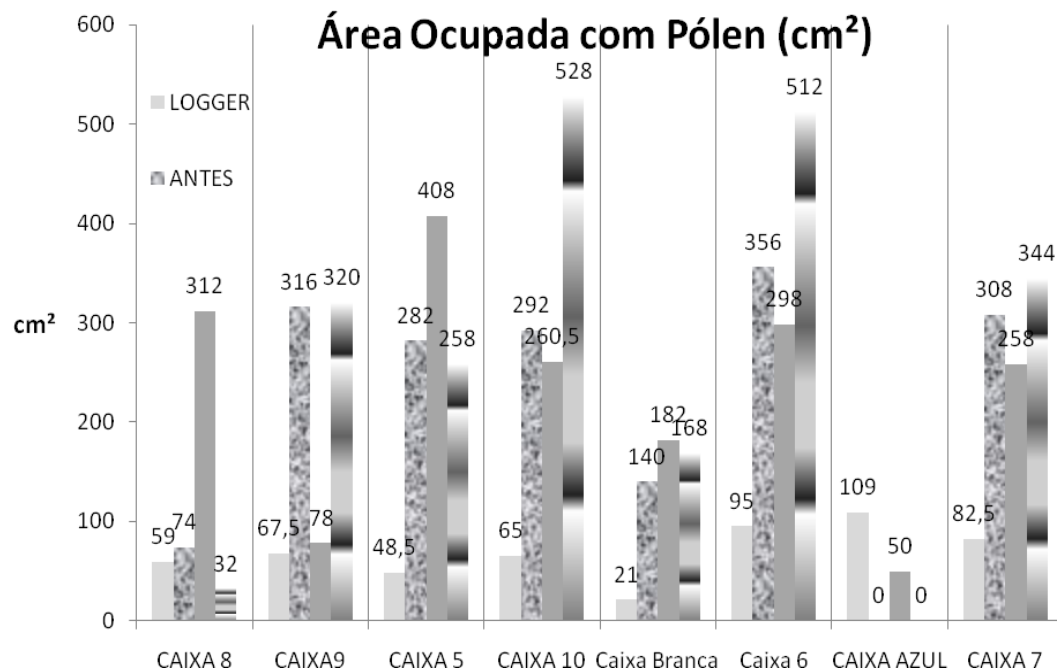


Figura 30 – Área total ocupada com pólen em cada etapa do experimento.

4.3 – Parâmetros populacionais

A quantidade de cm² quadrados de crias por caixa foi calculado utilizando-se a metodologia adaptada de AL-Tikrity (1971), onde as mensurações foram realizadas em três momentos distintos do experimento. A primeira contagem foi realizada logo após a inserção dos *Data Loggers*, a segunda contagem foi realizada no momento anterior à troca de quadros e a terceira contagem foi feita no instante anterior à retirada dos *Data Loggers*. De posse desses resultados, pode-se fazer as devidas comparações evolutivas ao final de cada tratamento. As interações entre as caixas foram planejadas de forma que os quadros com crias ficassem mais próximas ao local de maior concentração de operárias e conseqüentemente tendo uma maior interatividade com o *Data Logger*. Já os quadros vazios eram dispostos na periferia da colméia, uma vez que não havia nenhum recurso disponível nesses respectivos quadros.

4.3.1– Tratamento 01

O tratamento 01 consistiu em realizar a troca de 4 quadros com crias da Caixa 9 por 4 quadros vazios da Caixa 8.

O Quadro 1 mostra qual a interação entre caixas e a nova disposição dos quadros após a troca.

QUADRO – 1 Interação entre quadros do Tratamento 01

POSIÇÃO ANTERIOR CX8	POSIÇÃO ANTERIOR CX9	POSIÇÃO ATUAL CX8	POSIÇÃO ATUAL CX9
c8q1	c9q1	c8q1	c9q1
c8q2	c9q2	c8q2	c8q10
c8q3	c9q3	c8q3	c8q9
c8q4	c9q4	c9q5	<i>c9q2</i>
c8q5	c9q5	c9q4	<i>c9q3</i>
c8q6	c9q6	<i>c8q5</i>	<i>c9q8</i>
c8q7	c9q7	c9q6	<i>c9q9</i>
c8q8	c9q8	c9q7	c8q7
c8q9	c9q9	<i>c8q4</i>	c8q8
c8q10	c9q10	<i>c8q6</i>	c9q10

Legenda de trocas:

Quadros em *Itálico* destacam as trocas inter caixa

Quadros em **Negrito** destacam as trocas entre caixas

Já os Quadros 2 e 3 ilustram as áreas de crias em cm² das colônias 8 e 9, respectivamente em cada momento do manejo.

QUADRO -2 Total de crias na Caixa 8 em cm²

CAIXA 8 – RECEBEU 4 QUADROS							
DATA LOGGER		ANTES		DURANTE		DEPOIS	
CRIA ABERTA	CRIA FECHADA	CRIA ABERTA	CRIA FECHADA	CRIA ABERTA	CRIA FECHADA	CRIA ABERTA	CRIA FECHADA
278	646	68	640	568	1790	156	226
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
924		708		2358		382	

QUADRO -3 Total de crias na Caixa 9 em cm²

CAIXA 9 - DOOU 4 QUADROS							
DATA LOGGER		ANTES		DURANTE		DEPOIS	
CRIA ABERTA	CRIA FECHADA	CRIA ABERTA	CRIA FECHADA	CRIA ABERTA	CRIA FECHADA	CRIA ABERTA	CRIA FECHADA
850	3346	650	2962	150	1812	654	1664
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
4196		3612		1962		2318	

Os valores atribuídos à caixa 8 demonstram uma queda contínua na área total das crias no decorrer do experimento, isso pode ser explicado devido ao fato dessa caixa ser a mais fraca dentre todas as outras e a regulação da temperatura interna ter sido bastante prejudicada, oscilando até 12°C (Figuras 11 e 14). Isso indica que no momento em que foram adicionadas mais 1650cm² de área de crias as operárias abandonaram grande parte dessas novas crias recém-chegadas e focaram seus trabalhos em uma região mais diminuta, ocasionando essa grande perda de crias, além do que, foi verificado que a quantidade de alimento caiu drasticamente nas duas variáveis estudadas, onde o mel foi consumido em sua totalidade e o pólen teve um decréscimo em sua área em aproximadamente 90%, levando a colônia à beira de um colapso.

Já a caixa 9, responsável por fornecer quadros de cria demonstrou outro comportamento. Mesmo com um decréscimo na área de crias no início do trabalho somado à doação de uma grande quantidade de larvas e pupas, essa caixa conseguiu restabelecer o crescimento da colônia. Isso pode ser descrito devido o motivo de essa colônia no início do experimento ser uma das mais fortes do apiário como mostra a Figura 32.

Sendo assim a rainha dessa caixa provavelmente foi estimulada a por mais ovos, explicado pelo motivo da abertura de novos espaços para postura e uma maior oferta de

alimento, concordando com os pesquisadores Chauvin (1956) e Allen (1960), citados por Almeida (2008) quando afirma que a intensidade da alimentação da rainha está relacionada com sua taxa de postura. Isso pode ser observado verificando-se o valor de área de cria aberta no momento da troca (150cm²) e após (654cm²) dentro do período mínimo de 5 dias, necessários para o desenvolvimento mínimo de “ovos de 1 dia”.

Ainda considerando a caixa 9, é pertinente observar que a homeostase da colônia não foi afetada de nenhuma maneira, pelo contrário, ficando mais estável. Esse fato pode ser explicado devido ao motivo de que a queda na quantidade de crias forçou as operárias a procurar outros serviços no ninho, onde provavelmente para parte delas foi incumbido o trabalho da termorregulação, como demonstram as Figuras 15 e 16 ou a função de buscar novas fontes de pólen, como pode ser constatado na Figura 30, que ilustra um crescimento substancial da área de pólen ocupada, passando de 78cm² para 320cm².

4.3.2 – Tratamento 02

O tratamento 02 consistiu em realizar a troca de 3 quadros com crias da Caixa 10 por 3 quadros vazios da Caixa 5.

O Quadro 4 mostra qual a interação entre caixas e a nova disposição dos quadros após a troca.

QUADRO – 4 Interação entre quadros do Tratamento 02

POSIÇÃO ANTERIOR CX5	POSIÇÃO ANTERIOR CX10	POSIÇÃO ATUAL CX5	POSIÇÃO ATUAL CX10
c5q1	c10q1	c5q1	c5q8
c5q2	c10q2	c10q1	<i>c10q3</i>
c5q3	c10q3	<i>c5q2</i>	<i>c10q4</i>
c5q4	c10q4	c10q2	<i>c10q5</i>
c5q5	c10q5	<i>c5q3</i>	<i>c10q7</i>
c5q6	c10q6	c10q6	<i>c10q8</i>
c5q7	c10q7	<i>c5q4</i>	<i>c10q9</i>
c5q8	c10q8	<i>c5q5</i>	<i>c10q10</i>
c5q9	c10q9	<i>c5q6</i>	c5q9
c5q10	c10q10	<i>c5q7</i>	c5q10

Legenda de trocas:

Quadros em *Itálico* destacam as trocas inter caixa

Quadros em **Negrito** destacam as trocas entre caixas

Já os Quadros 5 e 6 ilustram as áreas de crias em cm² das colônias 5 e 10 respectivamente, em cada momento do manejo.

QUADRO -5 Total de crias na Caixa 5 em cm²

CAIXA 5 - RECEBEU 3 QUADROS							
DATA LOGGER		ANTES		DURANTE		DEPOIS	
CRIA ABERTA	CRIA FECHADA	CRIA ABERTA	CRIA FECHADA	CRIA ABERTA	CRIA FECHADA	CRIA ABERTA	CRIA FECHADA
216	1134	450	1104	804	2322	468	1788
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
1350		1554		3126		2256	

QUADRO -6 Total de crias na Caixa 10 em cm²

CAIXA 10 - DOOU 3 QUADROS							
DATA LOGGER		ANTES		DURANTE		DEPOIS	
CRIA ABERTA	CRIA FECHADA	CRIA ABERTA	CRIA FECHADA	CRIA ABERTA	CRIA FECHADA	CRIA ABERTA	CRIA FECHADA
1054	3116	476	3598	122	2380	18	1076
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
4170		4074		2502		1094	

O Quadro 4 representa o total de crias abertas e fechadas da Caixa 5, onde é possível notar que essa colônia já apresentava sinais de crescimento desde a mensuração realizada no momento da inserção do *Data logger* (Figura 25), onde a área total no primeiro momento era de 1350cm² e subiu para 1554cm² posteriormente, coincidindo no mesmo período com o crescimento em área ocupada com alimento (Figuras 29 e 30).

Após o recebimento de 3 quadros provenientes da Caixa 10, a Caixa 5 totalizou 3126cm² de crias, aos quais ficaram sob os cuidados das abelhas operárias que conseguiram manter o crescimento da colônia, se comparado com a quantidade de crias existentes antes de serem adicionadas larvas e pupas. Constatando-se então que o recebimento de 3 quadros com crias não prejudicou a colônia.

Até mesmo a interferência dos fatores ambientais foi diminuída com a adição dessa grande quantidade de crias, o que leva a pensar que as crias fechadas que foram levadas de uma colônia para outra nasceram e colaboraram com a manutenção da temperatura, ajudando assim na criação das larvas e pupas existentes.

Ainda nessa mesma colônia pode ser observado também que as quantidades de alimento armazenado praticamente não foram alteradas, provavelmente devido ao fato de a colônia ter encontrado um ponto de equilíbrio após o recebimento das crias.

A Caixa 10 responsável pela doação das crias nesse tratamento apresentou um comportamento semelhante à caixa doadora do tratamento 01, onde a caixa 10 apresentou um declínio da quantidade de crias em seu interior desde a instalação do *Data logger* até o momento da doação das crias. O que difere do tratamento anterior é que nesse caso a colônia não retomou o crescimento mesmo tendo uma quantidade 30% menor de crias deslocadas em relação ao tratamento 01.

Tal comportamento vai contra o que é relatado por Wiston (2003) e De Souza (2009) que citando diversos outros autores afirmam que existe relação positiva entre a quantidade de ovos e larvas nas colônias e a proporção de forrageadoras de pólen.

No que diz respeito à ambiência da caixa 10, foi possível notar que mesmo com o problema da baixa quantidade de crias abertas, a média da temperatura interna da colônia decresceu em aproximadamente $0,5^{\circ}\text{C}$, atingido assim uma zona de maior conforto térmico.

4.3.3 – Tratamento 03

O tratamento 03 consistiu em realizar a troca de 2 quadros com crias da Caixa 6 por 2 quadros vazios da Caixa Branca.

O Quadro 7 mostra qual a interação entre caixas e a nova disposição dos quadros após a troca.

QUADRO – 7 Interação entre quadros do Tratamento 03

POSIÇÃO ANTERIOR CX BRANCA	POSIÇÃO ANTERIOR CX6	POSIÇÃO ATUAL CX BRANCA	POSIÇÃO ATUAL CX6
cbq1	c6q1	cbq1	c6q1
cbq2	c6q2	cbq2	c6q2
cbq3	c6q3	cbq3	c6q3
cbq4	c6q4	cbq9	c6q4
cbq5	c6q5	<i>cbq4</i>	c6q5
cbq6	c6q6	c6q10	c6q6
cbq7	c6q7	<i>cbq5</i>	c6q7
cbq8	c6q8	<i>cbq6</i>	c6q8
cbq9	c6q9	<i>cbq7</i>	cbq9
cbq10	c6q10	<i>cbq8</i>	cbq10

Legenda de trocas:

Quadros em *Itálico* destacam as trocas inter caixa

Quadros em **Negrito** destacam as trocas entre caixas

Já os Quadros 8 e 9 ilustram as áreas de crias em cm² das colônias Branca e 6 respectivamente em cada momento do manejo.

QUADRO -8 Total de crias na Caixa Branca em cm²

CAIXA BRANCA - RECEBEU 2 QUADROS							
DATA LOGGER		ANTES		DURANTE		DEPOIS	
cria Aberta	cria Fechada	cria Aberta	cria Fechada	cria Aberta	cria Fechada	cria Aberta	cria Fechada
482	1696	448	2222	514	3398	636	2736
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
2178		2670		3912		3372	

QUADRO -9 Total de crias na Caixa 6 em cm²

CAIXA 6 - DOOU 2 QUADROS							
DATA LOGGER		ANTES		DURANTE		DEPOIS	
cria Aberta	cria Fechada	cria Aberta	cria Fechada	cria Aberta	cria Fechada	cria Aberta	cria Fechada
1098	3143,6	730	3736	664	2560	740	4058
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
4241,6		4466		3224		4798	

O tratamento 02 foi, dentre todos os demais, o que apresentou as características mais esperadas para o experimento. Onde ambas as caixas envolvidas tiveram melhoras em todos os requisitos analisados.

Comparando as Figuras 21 e 22, verifica-se que a temperatura interna da Caixa Branca atingiu uma uniformidade que não existia antes da troca de quadros, isso provavelmente pode ter sido causado pela emergência das crias que foram transferidas e passaram então a auxiliar na termorregulação já nos primeiros dias de nascimento. Já para a Caixa 6 (Figuras 23 e 24) que não apresentou grandes variações de temperatura em seu interior desde o início da coleta de dados e por permanecer classificada como uma colônia relativamente forte, mesmo doando dois quadros com crias, conseguiu manter constante a homeostase da colônia.

A variável alimento também obteve um acréscimo em todas as observações onde, verificando-se a Figura 29, que representa a área ocupada por mel, ambas as caixas do tratamento tiveram um elevado ganho, onde a Caixa Branca teve um acréscimo de aproximadamente 60% na produção, ajudado em grande parte pelos 744cm² de área com mel recebida da Caixa 6. Mesmo doando essa grande quantidade, a Caixa 6 conseguiu um aumento na produção de mel em aproximadamente 25%, conseguindo assim a maior quantidade de reservas energéticas dentre todas as outras colônias com um valor de 2452cm² de mel operculado.

As áreas de crias nas duas caixas estudadas no tratamento comportaram-se de maneira semelhante. Na Caixa Branca os valores estavam em ascensão desde a primeira tomada de dados, onde estes valores foram acrescidos com a chegada de 1242cm² de crias, ao final do experimento notou-se que houve um aumento no número de área de crias de aproximadamente 24% em relação ao que existia antes das trocas. A Caixa 6 também tinha uma linha ascendente na área de crias, este crescimento foi abruptamente interferido no momento em que se doou 1242cm² à caixa receptora, mesmo assim, ao final foi possível mensurar um aumento de quase 8% em relação ao que existia no momento anterior ao manejo.

4.3.4 – Tratamento 04

O tratamento 04 consistiu em realizar a troca de 1 quadro com crias da Caixa 7 por 1 quadro vazios da Caixa Azul.

O Quadro 10 mostra qual a interação entre caixas e a nova disposição dos quadros após a troca.

QUADRO – 10 Interação entre quadros do Tratamento 04

POSISÃO ANTERIOR CX AZUL	POSIÇÃO ANTERIOR CX7	POSIÇÃO ATUAL CX AZUL	POSIÇÃO ATUAL CX7
caq1	c7q1	<i>caq2</i>	c7q1
caq2	c7q2	<i>caq3</i>	c7q2
caq3	c7q3	<i>caq4</i>	c7q3
caq4	c7q4	<i>caq5</i>	c7q4
caq5	c7q5	c7q9	c7q5
caq6	c7q6	caq6	c7q6
caq7	c7q7	caq7	c7q7
caq8	c7q8	caq8	c7q8
caq9	c7q9	caq9	<i>c7q10</i>
caq10	c7q10	caq10	caq1

Legenda de trocas:

Quadros em *Itálico* destacam as trocas inter caixa

Quadros em **Negrito** destacam as trocas entre caixas

Já os Quadros 11 e 12 ilustram as áreas de crias em cm² das colônias Azul e 7 respectivamente em cada momento do manejo.

QUADRO -11 Total de crias na Caixa Azul em cm²

CAIXA AZUL - RECEBEU 1 QUADRO							
DATA LOGGER		ANTES		DURANTE		DEPOIS	
cria Aberta	cria Fechada	cria Aberta	cria Fechada	cria Aberta	cria Fechada	cria Aberta	cria Fechada
428	3176	38	1502	206	2032	0	354
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
3604		1540		2238		354	

QUADRO -12 Total de crias na Caixa 7 em cm²

CAIXA 7 - DOOU 1 QUADRO							
DATA LOGGER		ANTES		DURANTE		DEPOIS	
cria Aberta	cria Fechada	cria Aberta	cria Fechada	cria Aberta	cria Fechada	cria Aberta	cria Fechada
546	2008	756	2218	690	1688	648	2204
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
2554		2974		2378		2852	

O último tratamento a ser analisado referente à troca de apenas 1 quadro entre as caixas deveria ser o menos impactante para ambas as colônias, porém a caixa que recebeu crias apresentou uma queda na área de crias bastante acentuada.

A Caixa Azul escolhida para receber 01 quadro com crias mostrou-se uma colônia tão forte quanto as outras no início da coleta de dados, mas devido a algum tipo de estresse sofrido pela colônia a quantidade de crias caiu bastante. Os valores obtidos no início do tratamento somaram uma quantidade de 3604cm², já na segunda fase do experimento a colônia perdeu cerca de 57%, chegando a 1540cm² de área total de crias. Essa queda brusca principalmente na área de crias abertas (Figura 32) pode ter sido causada pelo fato de não haver mais pólen armazenado (Figura 30), pois segundo Diniz (1990) as abelhas africanizadas reagem ao fluxo de alimento. Quando as condições de fluxo de alimento são ótimas, essas abelhas trabalham incessantemente e expandem sua população. Quando o fluxo diminui, para não morrerem de fome e não perderem a sua colônia, as abelhas abandonam a colméia e vão procurar um outro local adequado para a sua sobrevivência.

Outro fator que corrobora com essa indefinição do motivo do declínio da colônia é que o tempo de estabilização da temperatura após o *Data Logger* ter sido inserido foi de apenas duas horas (Figura 6) e a variação da temperatura do tratamento permaneceu praticamente estável ao longo do experimento com essa colônia (Figuras 25 e 26).

No segundo momento do experimento a colônia recebeu 1 quadro com crias, onde houve um aumento total na área mensurada, ficando com um total de 2238cm² entre crias abertas (206cm²) e fechadas (2032cm²). Passado o período mínimo de 5 dias de espera todos os alvéolos da Caixa Azul foram recontados e novamente foi observado uma grande perda na área de crias, principalmente referente à crias abertas onde nenhuma larva ou ovos foram encontrados, porém existiam alvéolos ocupados com pupas de zangão e realeiras abertas e fechadas. Assim, foi concluído que a colônia sofreu um processo de divisão ou abandono onde a rainha mais velha levou consigo parte da população de operárias deixando para trás uma rainha em fase pré-emergente que teria o papel de repovoar a colméia (Figura 31).

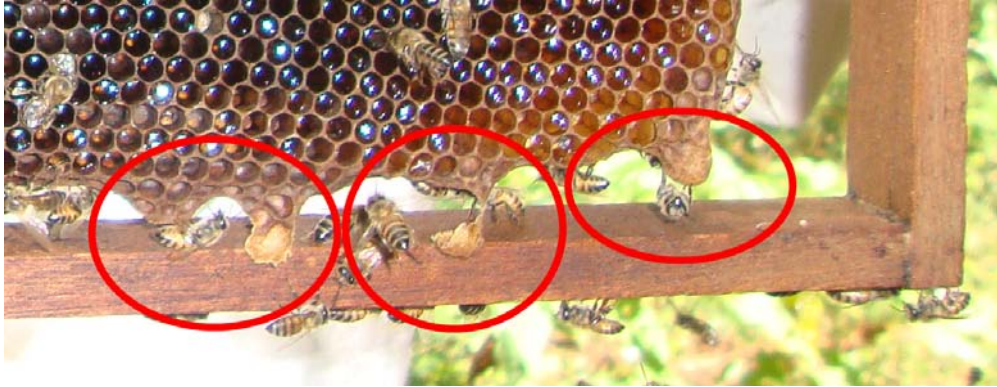


Figura 31 – Evidência de realeiras abertas e fechadas em um dos quadros fotografados da Caixa Azul.

A Caixa 7 responsável por doar 1 quadro com crias à Caixa Azul permaneceu com valores praticamente inalterados em todas as variáveis estudadas. Demonstrando que doar uma pequena área de cria não interfere nas condições internas da colônia.

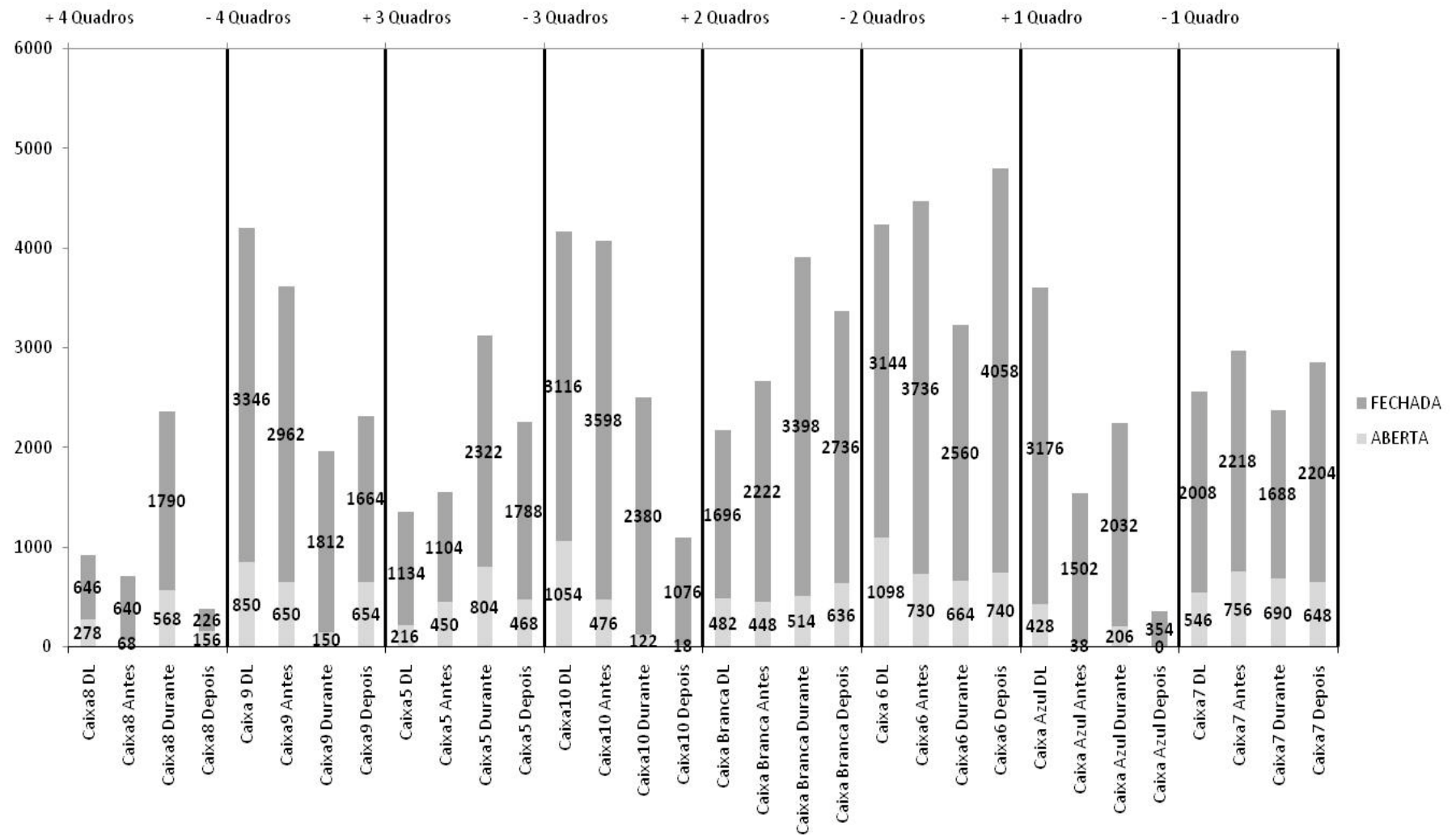


Figura 32 – Quantificação geral de crias (abertas e fechadas) de cada caixa em cm² e suas evoluções de acordo com a etapa do experimento.

5 - Conclusões

De acordo com os resultados apresentados, foi possível constatar que:

- Independente das quantidades de crias deslocadas de uma colônia para outra, em geral ambas mantiveram constante a homeostase do ninho.

- Colônias classificadas como fortes e sadias podem doar até 4 quadros com crias e ainda manter o equilíbrio térmico e populacional.

- Colônias fracas, porém sadias conseguiram receber até 3 quadros com crias e ainda manter estável a homeostase térmica, fundamental para a eclosão das larvas e pupas recebidas.

- Doar ou receber até 2 quadros com crias foi o tratamento mais benéfico para as colônias estudadas, salvo aquelas que já apresentavam algum tipo de comportamento intrínseco as colônias apícolas como, por exemplo, a enxameação da colônia.

5– REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAMSSON, P. **Furnished cages and aviaries for laying hens: Effects on production, health and use of facilities.** Swedish University of Agricultural Sciences, Upsala. Department of Animal Nutrition and Management, 1996, (Report 234).

AL-TIKRITY, W.S. et al. New instrument for brood measurement in a honey-bee colony. **Am. Bee. J.**, Hamilton, v.111, n.1, p. 26, 1971.

ALLEN, M. D. **The honeybee queen and her attendants.** Anim Behav 8:201–208 (1960)

ALMEIDA, G.F. **Fatores que interferem no comportamento enxameatório de abelhas africanizadas.** 2008.120 p. Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, 2008.

ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal Dairy Scienc**, v.77, p.2044-2050, 1994.

BACCARI JUNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes.** Londrina: UEL, 2001. p.142.

BAILEY, L. **Honey bee pathology.** Academic, London, 1981.

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Caracterização quantitativa das condições bioclimáticas e produtivas nas operações pré-abate de frangos de corte.** 2008. 174p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

BECHER, M.A., et al., **Brood temperature, task division and colony survival in honeybees: A model.** Ecol. Model, 2009.

BIANCA, W. Heat tolerance in cattle its concepts: measurement and dependence on modify factors. **International Journal of Biometeorology**, v. 5, p.5-30, 1961.

BLAIR, T.A.; FITE, R.C. **Meteorologia. Rio de Janeiro.** Ed. Artes Gráficas Gomes de Sousa, 1964.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior. **Brasil exportador.** Disponível em <<http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 03 de out. 2010.

BROOM, D.M., The scientific assessment of animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 20 p. 5-19, 1998.

Budel, A. **Traité de biologie de l'abeille**, n.4, p. 1-52, 1968.

BUJOK, B; KLEINHENZ, M; FUCHS, S; TAUTZ, J. Hot spots in the bee hive. **Naturwissenschaften**, n.89, p. 299–301, 2002.

CALDERONE, N.W. & PAGE, R.E. Evolutionary genetics of division of labor in colonies of the honey bee (*Apis mellifera*). **American Naturalist**, n.138, p.69–92, 1991.

CHADWICK, P. Ventilation of the hive. *Glean.* **Bee Cult**, n. 59, p.356-358, 1931.

CHAUVIN, R. Les facteurs qui gouvernent la ponte chez la reine des abeilles. **Insect Soc**, n. 3, p. 499–504, 1956.

COELHO, J.R. Heat transfer and body temperature in honey bee Hymenoptera: Apidae drones and workers. **Environmental Entomology.**, n.20, p. 1627-1635, 1991.

COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. Alimentos e alimentação para as abelhas. In: VII Encontro Brasileiro de Apicultura: 20-21. **Anais...** 1997.

CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Estudo comparativo entre elementos meteorológicos obtidos em estações meteorológicas convencional e automática em Botucatu, SP, Brasil. **Revista brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 103-111, jun. 2004.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. The Iowa State University: Ames, 1983. 410p.

DA SILVA, N.R. **Aspectos do Perfil e do Conhecimento de Apicultores Sobre Manejo e Sanidade da Abelha Africanizada em Regiões de Apicultura de Santa Catarina**. 2004. 117 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

DEANS, A.S.C. Chalk brood. **Bee World** n.21, p. 46, 1940.

DE JONG, D. O valor das abelhas na produção mundial de alimentos. In: Congresso Brasileiro De Apicultura, 13, 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC / FAASC/ EPAGRI, 2000. CDRom.

DIETZ, A. & VERGARA, C. Africanized honey bee in temperate zones. **Bee World**, v.76(2), p. 56-71, 1995.

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

DOS SANTOS, C. S. Apicultura uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável, **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.4, n.3, p. 01 06- julho/setembro de 2009.

DUNHAM, W. E. A colony of bees exposed to high external temperatures. **econ. Ent**, n. 24, p. 606—611, 1931.

FAOSTAT. **Food and agriculture organization of the united nations**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em 03 out. 2010.

FARIA, L. A. N. **Produto à base de própolis (LLOS) na dieta de bovinos inteiros confinados : comportamento animal, respostas fisiológicas e sanguíneas**. Maringá: [s.n.], 2010.41 f. : il.

FERREIRA, A. de M.; CARDOSO, R.M. **Clima e reprodução da fêmea bovina. Coronel Pacheco**: São Paulo, 1993. p.132-154

FREITAS, B.M. **A vida das abelhas**. Craveiro & Craveiro - UFC, Fortaleza CE. 1999 (Livro em CDROM).

IBGE. **Pesquisa da pecuária municipal**: 2003. Disponível em: <http://www.apis.sebrae.com.br/Arquivos/IBGE.pdf>. Acesso em: 03 out. 2010.

GATES, B. N. The temperature of the bee colony. Bull. U.S. **Dtp. Agric.** no. 96, 1-29, 1914.

GUIMARAES, N. P. **Apicultura, a ciência da longa vida**. Ed. Itatiaia Ltda. Belo Horizonte, 1989.

GRAMACHO, K.P. & GONÇALVEZ, S. Fatores que interferem no comportamento higiênico em abelhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14, 2002, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande: FAASC, CBA, 2002, p. 170-178.

HAHN, G. L. **Bioclimatologia e instalações zootécnicas: aspectos teóricos e aplicados**. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 2., Jaboticabal, 1993. Boletim H148b. Jaboticabal: FUNEP, 1993. p.132-146.

HARRISON, J. M. Roles of individual honeybee workers and drones in colonial thermogenesis. **J Exp Biol**, n.129, p. 53-61, 1987.

HAYDAK, M.K. Changes in total nitrogen content during the life of the imago of to worker honey-bee. **Journal of Agricultural Research**, v.49, n.1, p.21-27, 1934.

HERAN, H. 1968. **Traité de biologie de l'abeille**. 2:173-179.

HESS, W.E. Die temperaturregulierung im bienenvolk. Zeitschrift für **Vergleichende Physiologie**, v.4, p.465-487, 1926.

HIMMER, A. Die Temperaturverhältnisse bei den sozialen Hymenopteren. **Biol Rev**, n.7, p. 224–253, 1932.

HIMMER, A. Körperpertemperaturmessungen an Bienen und anderen Insekten. **Erlanger Jb. Bienenk.** n.3, p. 44-115, 1925.

HIMMER, A. Der soziale Wärmehaushalt der Honigbiene. I. Die Wärme im nicht brutenden Wintervolk. **Erlanger Jb. Bienenk.** 4, 1—51, 1926.

HULL, D. Individuality and selection. **Annual Review of Ecology and Systematics**, n.11, p. 311–332, 1980.

HURNIK, J. F. **Poltry welfare**. In: HUNTON, P. (Ed.). Poultry production. Amsterdam: Elsevier, 1995. chap. 23, p. 561-578.

JAY, S. C. The development of honeybees in their cells, **Journal of Apicultural Research**, n.2, p. 117-134, 1963.

JOHNSON, H.D.; RASGADALE, A.C.; BERRY, I.L. et al. Environmental physiology a shelter engineering. LXVI Temperature-humidity effects including influence of acclimation in feed and water consumption of Holstein cattle. **Research Bull**, n.846, p.3-14, 1963.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. (org.). **Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação. Fundação Acangaú**. Paracatu-MG. 1996. 144p.

KHAN, A. S.; MATOS, V. S.; LIMA, P. V. P. Desempenho da apicultura no estado do Ceará: competitividade, nível tecnológico e fatores condicionantes. **RESR**, Piracicaba, SP, vol. 47, nº 03, p. 651-675, jul/set 2009

KOENIGER, N. Das Wa" rmen der Brut bei der Honigbiene (*Apis mellifera* L.). **Apidologie**, n.9, p. 305–320, 1978.

K.UHNHOLZ, S., SEELEY, T.D. The control of water collection in honey bee colonies. **Behav. Ecol. Sociobiol.** p.41, n. 407–422 , 1997.

LIMA, A.O.N. **Pólen Coletado por Abelhas Africanizadas em Apiário Comercial na Caatinga Cearense**. 118f. 1995. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal do Ceará, 1995.

LINDAUER, M.1955. **The dance language and orientation of bees**. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass., 566 pp.

McMANUS, C.; BRENNER, H.; SAUERESSIG, M. Tolerância ao calor em vacas do sistema dupla aptidão da Embrapa Cerrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1999, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre: SBZ, 1999. CD-ROM.

MACKASMIEL LAM, FELL RD. Respiration rates in eggs of the honey bee, *Apis mellifera*. **J Apic Res**, n.39, p.125–135, 2000.

MARTINS, M. A. Desenvolvimento sustentável – Educação Ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 12., 1998. Salvador. **Anais...** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura. 1998. p.149-152.

MELAMPY RM, WILLIS ER (1939) Respiratory metabolism during larval and pupal development of the female honeybee (*Apis mellifica* L.). **Physiol Zool**, 12: 302–311.

MOBERG, G. P. A model for assessing the impact of behavioral stress of domestic animals. **Journal of Animal Science**, v.65, p. 1228-1265, 1987.

NASCIMENTO, Jr.A.V. do. **Abelhas - como criar?** 3.ed. Cia da abelha: Contagem – MG, 2002. 200p.

NUNES, T.B. A. ADULTERAÇÃO E INFLUÊNCIA DO MANEJO NA QUALIDADE DO MEL. **Enciclopédia Biosfera**, N.01, 2007.

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

OWENS, CHARLES D. **The Thermology of Wintering Honey Bee Colonies**, 1971.

PEREIRA, R. M de A., ARAÚJO FILHO, J. A de, LIMA, R.V. et al. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. **Ciê. Agron**, Fortaleza,..20, n.1/2, p.11-20, jun./dez. 1989.

PETZ M, STABENTHEINER A, CRAILSHEIM K. Respiration of individual honeybee larvae in relation to age and ambient temperature. **J Comp Physiol B** n.174, p.511–518, 2004.

PHILLIPS, E. F. & DEMUTH, G. S. The temperature of the honeybee cluster in winter. **Bull. U.S. Dep. Agric.** n. 93, p.1-16, 1914.

ROSENKRANZ, P., TEWARSON, N.C. AND SINGH, A. (1992). Regulation der Bruttemperatur bei vier Apis-Arten in Indien. IUSSEI-Tag. **Blaubeuren. Zus**, PP. 63.

SEELEY, T. D. Social foraging in honey bees: How nectar foragers assess their colony's nutritional status. **Behav. Ecol. Sociobiol.** N.24, p181-199, 1989a.

SENTELHAS, P.C; MORAES, S.O; PIEDADE, S.M.S.; PEREIRA, A.R., ANGELOCCI, L.R.; MARIN, F. R. Análise comparativa de dados meteorológicos obtidos por estações convencional e automática. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n. 2, p.215-221, dez. 1997.

SILVA, I.J.O & VIEIRA, F.M.C. ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. **Arch. Zootec.** 59 (R): 113-131. 2010.

SOUZA, D. **A Aspectos reprodutivos de rainhas africanizadas (*Apis mellifera* L.): influência do peso ao nascer no desempenho das colônias** . 2009

SOUZA, I.A.; GALVANI, E.; ASSUNÇÃO, H. F. Avaliação de elementos meteorológicos monitorados por estações convencional e automática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...**Foz do Iguaçu: SBMET, 2002. P. 2342-2346.

SOUTHWICK EE The colony as a thermoregulating superorganism. In: Goodman LJ, Fisher RC, eds. *The Behaviour and Physiology of Bees*. Wallingford UK: **CAB International**. pp 28–47, 1991.

SOUTHWICK, E.E. Metabolic energy of intact honeybee colonies. **Comp. Biochem & Physiol.** n.71, p.277-281,1988.

STABENTHEINER, A; VOLLMANN, J; KOVAC, H; CRAILSHEIM, K. Oxygen consumption and body temperature of active and resting honeybees. **J Insect Physiol**, n.49, p. 881–889, 2003.

STABENTHEINER, A; KOVAC, H; BRODSCHNEIDER, R. 2010. **Honeybee Colony Thermoregulation - Regulatory Mechanisms and Contribution of Individuals in Dependence on Age, Location and Thermal Stress**. PLoS ONE 5: e8967.

TAUTZ, J., **The Buzz about Bees**. 2008, Berlin: Springer.

TRIBE GD, FLETCHER DJC. Rate of the development of the workers of *Apis mellifera adansonii* in Africa. In: *African Bees: Their Taxonomy, Biology and Economic Use* (Fletcher DJC, ed) Pretoria, South Africa; **Apimondia**, p.115-119,1977.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F.J.L. **Meteorologia descritiva: Fundamentos e Aplicações Brasileiras**. Ed. Nobel – SP. 1a Ed. - 7a reimpressão. 1992.

XIN, H.; SHAO, J. Real-time behavior-based assessment and control of swine thermal comfort. In: *Livestock Environment VII - Seventh International Symposium, Proceedings...*, Beijing, 2005. Paper N°. 701P0205, p.694-702, 2005.

WINSTON, M. L. **A Biologia da Abelha**. Tradução de Carlos A. Osowski. Porto Alegre: Editora Magister, 2003. 427 p.

WHEELER, W.M., (1928). **The Social Insects: Their Origin and Evolution**, Kegan Paul, Trench, Truber and Co., Ltd. London, xviii+378 pp.

WILSON, D.S. & SOBER, E. Reintroducing group selection to the human behavioral sciences. / **Behavioral and Brain Sciences**/ 17 (4): 585-654, 1994.

WOHLGEMUTH R. Die Temperaturregulation des Bienenvolkes unter regeltheoretischen Gesichtspunkten, **Z. Vergl. Physiol.** n.40, p.119–161, 1957.