










Article

Conforto Térmico e Crescimento Populacional de Abelhas (*Apis Mellifera* L.) em Diferentes Tipos de Colmeias

Valter Silva Ferreira ¹, Igor Torres Reis ², José Lucínio de Oliveira Freire ³, Lucas Borchardt
Bandeira ⁴, Francisca Ligia Aurelia Mesquita Reis ⁵, Demerval Araújo Furtado ⁶, Milton César
Costa Campos ⁷, Robson Vinício dos Santos ⁸, Flávio Pereira de Oliveira ⁹

¹ Mestrando em Ciência do Solo. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. ORCID: 0000-0002-3897-5570. E-mail: valter.ferreira@academico.ufpb.br

² Doutor em Engenharia Agrícola. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. ORCID: 0009-0003-3147-1809. E-mail: igor.reis@ifpb.edu.br

³ Doutor em Agronomia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB. ORCID: 0000-0002-0671-9185. E-mail: jose.freire@gmail.com

⁴ Doutor em Agronomia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB. ORCID: 0000-0002-9098-9160. E-mail: lucasborchartt@yahoo.com.br

⁵ Doutoranda em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. ORCID: 0000-0002-4462-1744. E-mail: apisligia@yahoo.com.br

⁶ Doutor em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. ORCID: 0000-0002-5035-2712. E-mail: araujodermeval@gmail.com

⁷ Doutor em Agronomia (Ciência do Solo). Universidade Federal da Paraíba – UFPB. ORCID: 0000-0002-8183-7069. E-mail: mvbsiqueira@gmail.com

⁸ Graduando em Agronomia. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. ORCID: 0000-0003-0339-6197. E-mail: robson4651@hotmail.com

⁹ Doutor em Ciência do Solo. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. ORCID: 0000-0001-7968-6145. E-mail: flavio.oliveira@academico.ufpb.br

RESUMO

As abelhas *Apis mellifera* são responsáveis pelo maior volume de produção de mel do país. A espécie apresenta fácil adaptabilidade a diversos meios construídos, sendo comum encontrar em diversos locais que não sejam o seu habitat natural. Assim o objetivo deste trabalho foi estudar o conforto térmico e crescimento populacional de abelhas (*Apis mellifera* L.) em diferentes tipos de colmeias. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Estudos de Materiais do Departamento de Edificações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, IFPB – Campus Picuí e as colmeias foram instaladas no Apiário do Sítio Carrascal, localizado no município de Picuí, PB. Foram analisadas nas colmeias alternativas o número de quadros de crias, número de quadros com alimentos, presença e trabalho da rainha, presença de realeiras, inspeção do tamanho da população apícola (código de 0 a 4), condutividade térmica, presença de doenças do enxame, florada e avaliação de enxameamento por abandono ou reprodução. Observou-se que as placas com concreto simples e concreto leve com 50% de argila expandida apresentaram maior condutividade térmica, e a substituição da brita no concreto por poliestireno expandido e argila expandida como agregados reduziram a condutividade térmica nas placas em 48,8% e 16,8%, observou-se que o tipo de material utilizado na confecção das colmeias não afetou o tamanho da população, constatou-se também a presença da rainha em todos os tratamentos, e não foi registrado enxameamento por abandono. Logo, a utilização do concreto leve com os tratamentos contendo o poliestireno expandido (50% e 100%) atuou como isolantes térmicos e a interação das abelhas com a temperatura interna respondeu positivamente em todos os tratamentos.

Palavras-chave: agroecologia; semiárido; apicultura; termorregulação; mel.

ABSTRACT

Apis mellifera bees are responsible for the largest volume of honey production in the country. The species is easily adaptable to different built environments, and is common to be found in different locations other than its natural habitat. Therefore, the objective of this work was to study the thermal comfort and population growth of bees (*Apis mellifera* L.) in different types of hives. The research was conducted at the Materials Studies Laboratory of the Buildings Department of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Paraíba, IFPB – Campus Picuí and the hives were installed in the Sítio Carrascal Apiary, located in the



Submissão: 18/10/2023



Aceite: xx/xx/2023



Publicação: 05/04/2024



municipality of Picuí, PB. The number of brood frames, number of frames with food, presence and work of the queen, presence of queen cells, inspection of the size of the bee population (code 0 to 4), thermal conductivity, presence of swarm diseases were analyzed in alternative hives, flowering and assessment of swarming due to abandonment or reproduction. It was observed that the plates with simple concrete and lightweight concrete with 50% expanded clay showed higher thermal conductivity, and the replacement of crushed stone in the concrete with expanded polystyrene and expanded clay as aggregates reduced the thermal conductivity in the plates by 48.8% and 16.8%, it was observed that the type of material used to make the hives did not affect the size of the population, the presence of the queen was also noted in all treatments, and no swarming was recorded due to abandonment. Therefore, the use of lightweight concrete with treatments containing expanded polystyrene (50% and 100%) acted as thermal insulators and the interaction of bees with the internal temperature responded positively in all treatments.

Keywords: agroecology; semiarid; beekeeping; thermoregulation; honey.

Introdução

A criação e a conservação de raças de abelhas (*Apis mellifera*) nativas trará a questão da seleção de espécies regionais aumentando a capacidade de produção graças a adaptabilidade dessas espécies, gerando uma maior renda a população criadora, valorizando as espécies encontradas e com isso ganhando mercado de produção de mel. Segundo Ortiz (2019) O processo evolutivo pelo qual as abelhas passaram ao longo de milhões de anos, desde o surgimento das flores até os dias atuais, deu origem a milhares de espécies diferentes, e hoje são conhecidas mais de 20 mil espécies de abelhas e a cada ano novas espécies têm sido descobertas, especialmente nas florestas tropicais e equatoriais das Américas, África e Ásia.

As abelhas (*Apis mellifera*) são responsáveis pelo maior volume de produção de mel do país, segundo dados mais recentes do IBGE no ano de 2020 a Paraíba produziu 220.000 kg de mel, destacando-se como uma fonte alternativa sustentável de emprego e renda, podendo ser desenvolvida em todas as regiões do país, devido à sua flora diversificada, por sua extensão territorial e pela variabilidade climática, favorecendo a produção de mel o ano todo. Além dos benefícios sociais e econômicos, a apicultura contribui para a manutenção e preservação de ecossistemas existentes (Tomazini, 2019).

No processo produtivo um dos aspectos mais importantes são as colmeias, estas geralmente são de madeira, podendo ter variações de formato e tamanho a depender da espécie apícola. No entanto o modelo de colmeia mais encontrado nos meios de produção, é o do tipo *Langstroth*[®], um tipo inviável para alguns produtores de pequeno porte, pois a mesma, requer madeiras específicas de boa qualidade, e esse fator pode aumentar o valor de investimento para o produtor. O apicultor que almeja gerar renda através da apicultura necessita buscar a maior produtividade em relação ao seu trabalho. Para isso, é fundamental realizar o manejo eficiente nos espaços de produção de mel e estar atentos para intervir, sempre observando as condições de seus enxames, analisando a quantidade de alimento disponível, a presença e a qualidade da postura da rainha, a existência de alguma doença ou ataque de outros insetos, o desenvolvimento das crias, entre outras situações (Rodrigues, 2022).

Por outro lado, as abelhas apresentam fácil adaptabilidade a diversos meios construídos, é muito comum vê-las em diversos locais que não são o seu habitat natural, dessa forma, na zona urbana as abelhas costumam fazer seus ninhos em locais de construções, que apresentam blocos de concreto, em forros de casas contruídos com gesso ou outros materiais, buracos de muros, latas de alumínio diversas e caixas de poliestireno expandido ou papelão. Segundo Reis (2020), a temperatura pode ser um fator limitante no desenvolvimento e na produção das colmeias, no entanto as abelhas utilizam mecanismos termorregulatórios que facilitam essa adaptabilidade em diversos ambientes, uma vez que a temperatura se eleve ou baixe drasticamente esses insetos controlam rigorosamente a temperatura interna dos seus ninhos utilizando tais mecanismos.

Por apresentarem essa adaptação natural, um ótimo caminho para o manejo dessas espécies seria a criação dessas colmeias que fogem do modelo convencional, pois a sua fácil adaptabilidade facilita a inserção das



espécies. Segundo Reis (2019), a partir da utilização de materiais como o concreto, madeira, poliestireno expandido e outros, conseguiu-se produzir ambientes artificiais para as abelhas, por se tratarem de insetos de alta capacidade adaptativa a diversos ambientes, facilitando a inserção dos enxames ao meio projetado, por isso o concreto é geralmente mais utilizado devido à sua durabilidade e facilidade para a construção de estruturas mais diversas e complexas.

Assim, ao construir colmeias com materiais alternativos e de longa durabilidade, pode-se ter uma redução na utilização do material vegetal, diminuindo assim o alto custo de produção inicial, e prolongando a vida útil das colmeias, por se tratar de materiais que possuem altas resistências aos fatores externos, diminuindo a reposição futura de colmeias. A aceitação das abelhas aos ninhos produzidos com concreto ocorre de forma natural, em contrapartida, ocorre aumento no tempo de duração do uso dessas caixas de ninhos (Celestino et al. 2014). Dessa forma o objetivo deste trabalho foi avaliar o conforto térmico e crescimento populacional de abelhas (*Apis mellifera* L.) em diferentes tipos de colmeias.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em duas fases: na primeira fase, foram construídas as colmeias para utilização no estudo. E esse processo de construção ocorreu no Laboratório de Estudos de Materiais do Departamento de Edificações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, IFPB, Campus Picuí, Paraíba, Brasil. Na segunda fase, com as colmeias já prontas, estas foram levadas ao Apiário do Sítio Carrascal, localizado no município de Picuí-PB (Figura 1), no qual possui as seguintes coordenadas 6°29'21,2" S e 36°19'46,9" W. Foram realizadas as análises de campo - transcorridas entre o período de Janeiro a Março de 2021.

O sítio está localizado em uma região semiárida da Caatinga, onde apresenta baixos índices pluviométricos durante grande parte do ano. Consequentemente, a flora encontrada na região apresenta características e estruturas adaptativas aos baixos índices de chuva e ao clima seco do ambiente, de modo que, plantas como a Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), Algaroba (*Prosopis juliflora*), Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*), Mandacaru (*Cereus jamacaru*), Xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) e outras espécies são facilmente encontradas na região, além de serem as principais culturas para a produção de mel nos apiários do Nordeste.



Figura 1. Mapeamento e Localização do sítio Carrascal. Fonte: Google Maps.



O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados com cinco tratamentos: T1 concreto simples, traço 1:3:2, cimento, areia e brita; T2: concreto leve com 50% de poliestireno expandido, traço 1:3:(1:1) de cimento, areia e (50% de brita e 50% de poliestireno expandido); T3: concreto leve com 100% de poliestireno expandido, traço de 1:3:2 de cimento, areia e poliestireno expandido; T4: concreto leve com 50% de argila expandida, traço 1:3:(1:1) de cimento, areia e (50% de brita e 50% de argila expandida); T5: concreto leve com 100% de argila expandida, com traço 1:3:2, de cimento, areia e argila expandida e seis repetições.

Para a construção das colmeias, foram utilizados como materiais: areia, brita com granulometria de 9,5 mm, cimento, água, argila expandida e poliestireno expandido. Para fazer o concreto, a areia que foi utilizada passou por uma peneira de número 4 com abertura de 4,8 mm, sendo que a argila e o poliestireno expandido possuíam 9,5 mm de granulometria e a água utilizada foi oriunda do poço artesiano do IFPB Campus Picuí.

Em consequência, ao que se refere às partes das colmeias construídas com os tratamentos citados, foram os ninhos, as tampas e os fundos. Os quadros dos ninhos e os quadros das melgueiras foram construídas de modo convencional com madeira *Pinus*, para assim facilitar o manejo (Figura 2).



Figura 2. Colmeia de concreto identificada e instalada no campo. Fonte: Reis (2019).

Para a construção das colmeias (caixas dos ninhos) foi utilizada uma fôrma de metal, com chapa nº: 18 construída com o objetivo de moldar especificamente o concreto e seus respectivos tratamentos em formato de ninhos no modelo da colmeia Longstroth (Figura 3). Além dos dois moldes de aço com dimensões internas de 52 cm x 43 cm x 2 cm e 64 cm x 43 cm x 2 cm, respectivamente, para produção das tampas e fundos das colmeias.

Consequente, o concreto foi depositado nas formas de ninho, tampa e fundo, possuindo nas faces internas uma camada de desmolde fina. De maneira que, após um período de 24 horas, foram retiradas das fôrmas, os ninhos, as tampas e os fundos das colmeias.

Em seguida foram deixadas (os ninhos, as tampas...) por um período de 28 dias em um local com sombreamento para que durante esse período o concreto atingisse a fase final de cura.

Para a instalação no campo, as colmeias foram identificadas com marcações numéricas em suas laterais (Figura 2), além de serem colonizadas com abelhas *A. mellifera*s oriundas da captura de enxames e instaladas no



Apiário Carrascal (Figura 4), ações essas essenciais para manter a uniformidade entre as colmeias e a mesma quantidade de quadros de crias para cada uma. Além do mais, com o passar dos dias, quando necessário foram adicionadas as melgueiras nos ninhos.



Figura 3. Fôrma de ninho pré-moldada utilizada para a fabricação das colmeias. Fonte: Ferreira et al. (2021).

No período de experimentação, as abelhas foram alimentadas artificialmente com um xarope nutritivo feito a partir da mistura de mel, açúcar e água, além da disponibilidade de água potável nas proximidades das colmeias.

As colmeias foram instaladas em locais sombreados, localizados a 100 m do açude da propriedade, de forma que foram dispostas através de sorteio a 2 m de distância entre elas e a 4 m entre as três fileiras, sendo que cada qual destas últimas possuía 10 colmeias.



Figura 4. Povoamento das colmeias de concreto com as abelhas do apiário Carrascal. Fonte: Ferreira et al. (2021).



Figura 5. Medição de temperaturas externa sem a presença de abelhas (A). Medição de temperatura interna (B) Medição de temperatura interna com a presença das abelhas (C). Fonte: Ferreira et al. (2021).

Para a análise da população se estabeleceu um código de 0 a 4, onde 0 refere-se as colmeias sem abelhas; 1 refere-se as colmeias com abelhas, mas a população era fraca; 2 refere-se a populações medianas; 3 refere-se a populações fortes e 4 refere-se a populações ótimas. Essa avaliação consistiu em observar o tamanho da população e o número de crias de um dia nos quadros dos ninhos, podendo assim estabelecer um dos números do método acima citado.

Foram realizadas contagem dos alvéolos de cada favo das colmeias (Figuras 6), para isso foi utilizado a metodologia adaptada de Al-Tikrity (1975). A adaptação consistiu na retirada de fotografias de todos os favos de sobreposição, para obedecer a proporcionalidade de 4 cm², independentemente da distância ou da situação em que as fotos foram tiradas em cada fase do experimento. A contagem dos alvéolos foi realizada usando o programa OdoPlus, no qual foi realizada a contagem dos cliques do mouse, onde a cada clique, um alvéolo é contabilizado (Reis, 2019).

Ao finalizar a contagem, o total de alvéolos contabilizados foi dividido por quatorze, sendo que cada quadro registrado na imagem deve conter uma média de quatorze alvéolos. Após encontrar o valor, foi realizado uma multiplicação por quatro, para se obter a área total de favos de crias abertos, crias opeculadas (fechadas) pólen e néctar (Equação 1).

$$A_{TC} = \left(\frac{N^{\circ} Alv}{14} \right) * 4 = Atf \quad Eq. (1)$$

Onde:

A_{TC} – Área total de cria;

$N^{\circ} Alv$ – Numero de alvéolo;

Atf - Área total do favo.



Figura 6. Fotos dos favos utilizadas para a realização do cálculo de AI-Tikrity. Fonte: Ferreira et al. (2021).

Os dados armazenados foram analisados estatisticamente com a utilização do teste F a 1% e 5% de probabilidade. Logo em seguida foi realizado o teste de Tukey a 5% para todas as médias que foram significativas. Já os dados de temperatura passaram por análises de correlação de Person para condições climáticas externas e internas as colmeias, levando em consideração as seguintes variáveis: o número de quadros com crias, área de crias e avaliação do tamanho da população, onde a significância considerada foi de $P < 0,05$ pelo teste “t”.

Por último os dados coletados, foram processados estatisticamente utilizando o programa de estatística R-DEVELOPMENT CORE TEAM® (2010).

Resultados e Discussão

Condutividade térmica das colmeias experimentais

A análise de variância dos dados indicou efeito significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F, na condutividade térmica dos materiais utilizados na confecção das colmeias resultantes da substituição da brita, no traço do concreto por poliestireno expandido e argila expandida (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância de condutividade térmica de colmeias confeccionadas com diferentes materiais.

Fonte de variação	GL	CONDUTIVIDADE
Tratamentos	4	0,29263600**
Resíduos	45	0,00908600
Coeficiente de Variação		9,52

**Significativos a 1% de probabilidade de erro.

Fonte: Ferreira et al. (2021)

As condutividades térmicas das colmeias apresentaram efeito estatístico ($P < 0,05$), onde as placas com concreto simples ($1,25 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) e concreto leve com 50% de argila expandida ($1,18 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) foram mais elevados ($P < 0,05$) e, a substituição da brita no concreto por poliestireno expandido ($0,64 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) e argila expandida como agregados ($1,04 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) reduziram a condutividade térmica nas placas em 48,8% e 16,8%,



respectivamente (Tabela 2) e, isso ocorreu devido os materiais utilizados (argila e poliestireno expandido), possuírem menor condutividade térmica em comparação a brita, visto que tais materiais quando incorporados em um concreto reduzem significativamente a condutividade do mesmo, tornando assim o concreto menos condutivo.

Com tais resoluções, percebe-se que a utilização da argila e do poliestireno expandido (na composição do concreto convencional) reduz a condutividade térmica das colmeias. Dessa forma, as substituições da brita (no concreto) pelos agregados citados é concordante com os resultados apresentados por Monte et al. (2014). No entanto os tratamentos contendo o poliestireno expandido demonstraram, fragilidade em sua composição final, tornando-se deteriorável para o transporte ou mudanças de ambiente.

Tabela 2. Condutividade térmica das colmeias de concreto fabricadas com diferentes composições de poliestireno expandido e argila expandida.

Concreto	Condutividade térmica ($Wm^{-1}K^{-1}$)
Simples	1,25±0,05 ^a
50% de poliestireno expandido	0,90±0,12 ^c
100% de poliestireno expandido	0,64±0,09 ^d
50% de argila	1,18±0,04 ^{ab}
100% de argila	1,04±0,13 ^{bc}
Valor de P	<.0001

Letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Ferreira et al. (2021)

Os resultados obtidos nesse estudo com relação à condutividade térmica das colmeias em função das diferentes composições com poliestireno expandido e argila expandida, evidenciaram que a presença do poliestireno expandido reduziu consideravelmente a condutividade térmica das colmeias quando comparada com os outros materiais. E esse fato pode ser explicado devido às características do poliestireno expandido, ao qual possui baixa condutividade, por conter ar em seu interior. Dificultando assim a passagem do calor para o lado interno das colmeias e desta forma reduzindo a temperatura térmica.

De acordo com Carvalho e Motta (2019) o poliestireno expandido pode ser considerado um isolante térmico, e isso ocorre por ele possuir propriedades consideráveis, apresenta em sua estrutura 98% de ar, baixa massa específica (em torno de 10-30 kg/m³), ser leve e ter boa resistência. Desta forma, provocando decréscimo da condutividade térmica, em razão do ar aprisionado na estrutura celular dos agregados leves, fazendo com que a transferência e absorção do calor sejam reduzidas (Sacht et al. 2010).

As temperaturas internas das colmeias, independentemente da composição do concreto, permaneceram dentro da faixa de temperatura ideal para as abelhas que é de 33 °C a 36 °C (Jones & Oldroyd, 2006) mesmo quando ocorreram variações na temperatura externa, ou nas precipitações pluviométricas ocorridas durante o período experimental (Figura 7). Nesse sentido, pode-se perceber que as abelhas mantiveram a termorregulação interna das colmeias em todos os tratamentos.

O isolamento térmico em uma colmeia é essencial para um bom desenvolvimento da colônia, pois altas temperaturas em seu interior podem colocar em risco todo o desenvolvimento populacional e seus alimentos armazenados, evitando que as abelhas comecem a tomar medidas preventivas causadas pelo superaquecimento, com gasto energético para os insetos, como a evaporação da água nos favos de cria ou suas atividades de batimento das asas e exposição das línguas das abelhas (Freitas et al. 2007). Segundo Almeida (2009), as abelhas



africanizadas criadas na região da Caatinga, especificamente no semiárido, abandonaram os ninhos quando os mesmos atingiram temperaturas internas de 41°C.

Os mecanismos de aquecimento ou resfriamento interno da colmeia gera um gasto energético extra para a colônia, que emprega tempo e recursos para manutenção da temperatura. Logo, essas abelhas deixam de realizar atividades como a coleta de alimentos (néctar e pólen) (Lopes et al. 2011).

Para que haja um bom desenvolvimento das abelhas na fase adulta, a área do ninho deve ser mantida em temperaturas entre 33 °C a 36 °C (Domingos et al. 2014), visto que temperaturas acima desta faixa prejudicam o desenvolvimento larval e sua metamorfose. Além disso, em temperaturas acima de 40°C, os favos de cera cheios de mel começam a amolecer e podem quebrar (Shaw et al. 2002).

Relações dos fatores climáticos com as colmeias

A temperatura interna das colmeias, independentemente da composição do concreto, permaneceu dentro da faixa de temperatura ideal para as abelhas, que deve estar entre 32 °C a 36 °C (Domingos et al. 2014). Enquanto que os tratamentos T1 quando instalados no campo obtiveram o valor de temperatura interna mais alta em relação a temperatura externa, com uma média de 36 °C a 37 °C e ao final do experimento obteve-se uma estabilidade térmica com uma faixa média de 35 °C a 36 °C, os tratamentos T2 quando instalados no campo obtiveram uma temperatura interna de 32 °C, e ao final do experimento, todos os tratamentos estabilizaram-se em 34 °C.

Já a respeito dos tratamentos T3 e T5, esses tiveram resultados semelhantes tanto em sua instalação inicial no campo com 34 °C, quanto nos resultados finais, onde suas temperaturas internas foram em torno de 36 °C.

No caso do tratamento T4, esse apresentou uma temperatura interna em torno de 34 °C, com faixas de temperaturas médias variáveis de 32 °C a 35 °C durante o experimento, e obtendo uma estabilidade de 34 °C ao final (figura 7).

Através destes dados mostrou-se que houve a utilização das práticas de termorregulação utilizadas pelas abelhas em todos os tratamentos, onde Tautz et al. (2003) e Jones & Oldroyd (2006) afirmam que, o controle das temperaturas internas das colmeias é de suma importância, porquanto o desenvolvimento e sobrevivência da colônia podem sofrer diversos impactos negativos quando expostos a altas ou baixas temperaturas, tais como afetar o desenvolvimento morfológico e o índice de sobrevivência das crias, gerando consequências em sua fase adulta.

Em relação as temperaturas externas os dados coletados mostram que no início da experimentação, a temperatura estava em torno de 28 °C a 30 °C, e que ao perpassar dos dias houveram algumas quedas de temperaturas em decorrência de precipitações pluviométricas nos tocantes a 50, 60-90 dias. No entanto, mesmo com essas precipitações, as colmeias mantiveram-se na faixa de temperatura adequada. (Figura 7).

Através dos dados obtidos, percebeu-se que houve correlação positiva entre a temperatura interna e o número de quadros com crias (0,55), demonstrando novamente que, a manutenção da temperatura através da termorregulação dentro da colmeia no intervalo de 32 °C – 36°C, contribuiu para o aumento de crias das abelhas.

Em relação a condutividade térmica e ao número de quadros com crias, houve correlação negativa (-0,44), demonstrando que quanto maior a condutividade a qual a colmeia será exposta, menor será o número de quadros com crias dentro dos ninhos, o que também foi constatado na correlação negativa entre condutividade e área de cria (-0,41), onde quanto maior a condutividade menor a área de cria. Segundo Tautz et al. (2003) se as crias das abelhas *A.mellifera* sofrerem com alterações de temperatura durante sua fase de desenvolvimento, ao crescerem podem surgir deformidades em seu corpo causando assim prejuízos para a colmeia, já que esses indivíduos não realizaram as atividades da colmeia com eficiência, além de poderem morrer.

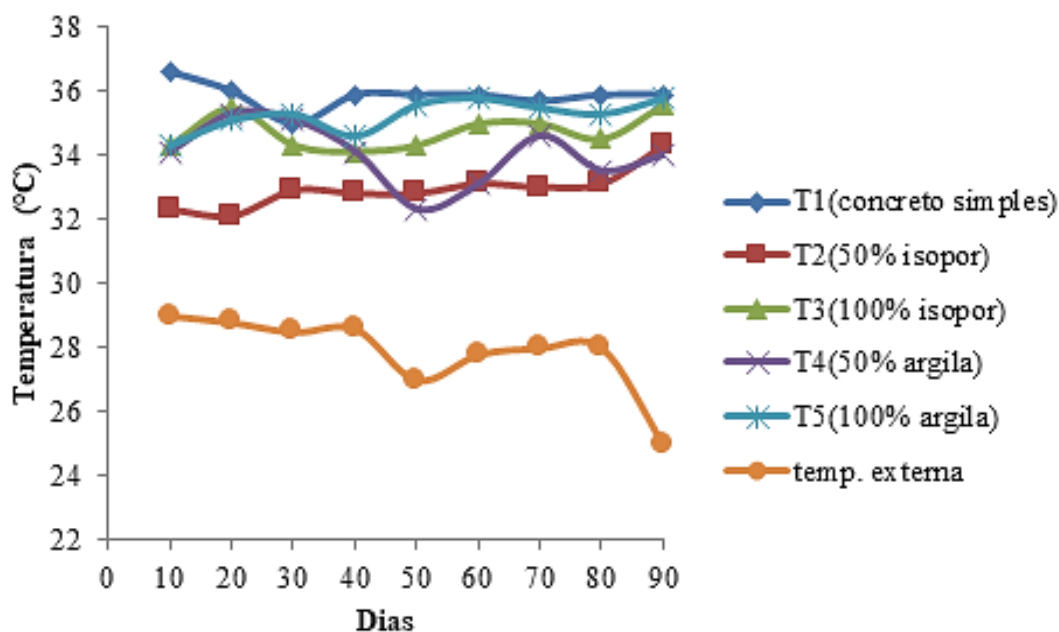


Figura 7. Distribuição comparativa dos tratamentos entre a temperatura interna das colmeias e temperatura externa. Fonte: Ferreira et al. (2021).

Em relação a variável condutividade com a temperatura interna, houve correlação positiva (0,43), demonstrando que quanto maior a condutividade maior será a temperatura interna da colmeia.

Tabela 3. Correlação entre dados climáticos externos e ambiente interno da colmeia.

Variáveis	Número de quadros com cria	Área com crias (cm ²)	Temperatura interna (C°)
Temperatura externa (°C)	-0,24**	-0,10 ^{NS}	-0,13*
Temperatura interna (°C)	0,57**	0,44**	-
Condutividade (W.m ⁻¹ k ⁻¹)	-0,44*	-0,41*	0,43*

*Significativa a 5%; **Significativa a 1%; ^{NS} não significativo. Fonte: Ferreira et al. (2021)

Ao se analisar os dados de correlação entre condutividade, número de quadros com crias, áreas com crias e temperatura interna da colmeia, observou-se que os tratamentos que tiveram menor condutividade apresentaram maior número de quadros com crias, isso devido às colônias estarem em um ambiente mais favorável para o seu desenvolvimento.

O comportamento e o desenvolvimento das colônias sofrem influências das variáveis ambientais internas, tais como temperatura, de forma que, para um bom desenvolvimento das crias na área do ninho, a temperatura deve ser mantida em torno de 32 °C a 36° C (Domingos et al. 2014).

Portanto, a termorregulação das colmeias é um fator importante para o desenvolvimento e sobrevivência das colônias, que sofrem influências das variáveis ambientais internas e, em condições ambientais inadequadas as características morfológicas e a sobrevivência das crias podem ser afetadas, prejudicando as abelhas na vida adulta e sua produção (Domingos et al. 2014).



Adaptabilidade das abelhas nas colmeias

No interior das colmeias constatou-se a presença da rainha em todos os tratamentos, através das posturas e da visualização da mesma em meio aos favos da colmeia, além de boa parte das colmeias apresentarem realeiras. Não foram registrados enxameação por abandono. Os principais problemas de enxameação por abandono estão nas condições ambientais do interior da colmeia, a ocorrência de pragas e falta de alimentos (Holanda-Neto et al., 2015). Ao se observar as colmeias também não foram detectados nenhum tipo de doença ou pragas acometido as abelhas e aos ninhos.

Todos os tratamentos tiveram produção de mel, porém o tempo do experimento foi exíguo para obtenção de mais dados expressivos, pois o mel encontrado nas melgueiras não passaram por coleta, tendo em vista que a pluviosidade deste ano e do ano anterior foram baixas, causando um déficit na produção de florada de mata nativa, tornando assim um ambiente adverso para um desempenho melhor das abelhas, neste caso o mel produzido teve como principal objetivo a manutenção de cada colmeia, mas isto demonstrando que as colmeias estavam ativas e em condições favoráveis de desenvolvimento.

O tipo de material utilizado na confecção das colmeias exerceu efeito significativo ($P < 0,05$) no número de quadros de crias, não afetando ($P > 0,05$) o tamanho da população (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância da influência de diferentes materiais na confecção de colmeias sobre o Número de Quadros com Crias (NQC) e Tamanho da População (TPOPU).

Fonte de variação	GL	NQC	TPOPU
Tratamentos	4	5,46**	1,13 ^{NS}
Blocos	5	1,52 ^{NS}	0,32 ^{NS}
Resíduos	20	0,88	0,35
Coeficiente de variação		14,71 %	24,77 %

**Significativos a 1% de probabilidade de erro. ^{NS} = não significativo. Fonte: Ferreira et al. (2021)

Devido às condições das composições dos tratamentos concreto simples (T1) e 50% argila expandida (T4), por possuírem maiores condutividades térmicas, as abelhas tiveram uma maior dificuldade nas regulações das temperaturas internas das colmeias, o que proporcionou maior gasto energético e maior demanda de consumo de reserva de alimento, resultando numa redução do mel. Kronenger & Helle (1982) citam que a amplitude do ritmo metabólico das abelhas diminui à medida que a temperatura do ar aumenta. Tautz et al. (2003) cita que abelhas mantidas em baixas temperaturas na fase de pupa, tem menor desempenho de suas atividades na fase adulta.

Com exceção do tamanho da população de abelhas, o tipo de material utilizado na confecção das colmeias exerceu efeitos significativos ($P < 0,05$) no número de quadros de crias (Tabela 5). Comparando o número de quadros de crias e tamanho de população, o menor número de quadros com crias de abelhas foi observado nas colmeias (T4) de concreto com 50% de argila expandida (5,33) e nas colmeias (T1) de concreto simples (5,67), já os tratamentos com o uso de 100% de argila expandida (T5), 50% de poliestireno expandido (T2) e 100% de poliestireno expandido (T3) em substituição à brita, não afetaram o desempenho das colmeias quanto ao número de quadros com crias, variando de forma absoluta de 6,33 a 7,67.

Os valores médios de tamanho da população das abelhas não diferiram entre os tratamentos. Dessa forma, as colmeias que no início do experimento encontravam-se homogêneas, mantiveram suas populações estáveis até o fim do experimento.



Tabela 5. Número de quadros com crias de abelhas e tamanho da população das colmeias fabricadas com diferentes composições.

Tratamentos	Número de quadros com cria	Tamanho da população
T1 -Concreto simples	5,67 cb	1,83a
T2 - Concreto com 50% poliestireno expandido	7,00 ab	2,83a
T3 - Concreto com 100% poliestireno expandido*	6,33 ab	2,33a
T4 - Concreto com 50% argila	5,33 c	2,17a
T5 - Concreto com 100% argila *	7,67 ab	2,83a
DMS	1,63	1,02

*Concreto sem brita. **Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. DMS=Diferença Mínima Significativa.

Fonte: Ferreira et al. (2021)

Conclusões

A utilização do concreto leve com os tratamentos contendo o poliestireno expandido 50% e 100 % em sua composição, atuaram como isolante térmicos, gerando um maior conforto interno nas colmeias com a redução da condutividade térmica.

A interação das abelhas com a temperatura interna, respondeu positivamente em todos os tratamentos, independente das composições tratadas, todas permaneceram no intervalo entre 33°-36° C, faixa indicada para o bem estar da colmeia.

O método de tratamento recomendado é 100% argila, por preservar a temperatura para as abelhas (32 °C a 36°C), apresentar boa resistência, facilitar o transporte e a alteração de lugar, boa adaptabilidade, população significativa e uma quantidade expressiva de reprodução nos quadros de crias contidos nos ninhos dos tratamentos.

Referências

- Almeida MAD, Carvalho CMS 2009. *Apicultura: uma oportunidade de negócio sustentável*. Sebrae Salvador, Bahia, 52 pp.
- Al-Tikrity WS, Benton AW, Hillman RC, Clarke WWJr 1975. The relationship between the amount of unsealed brood in honeybee colonies and their pollen collection. *Journal Apicultural Research*, 11: 9-12.
- Carvalho CHR, MOTTA LAC 2019. Study about concrete with recycled expanded polystyrene. *Revista IBRACON de estruturas e materiais*, 12: 1390–1407.
- Celestino VQ, Maracajá PB, Silveira DC, Farias CAS, Silva RA, Olinto FA, Sousa JS 2014. Aceitação e avaliação da defensividade de abelhas *Apis mellifera* L. africanizadas, associada ao tipo de material na fabricação da colmeia. *ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido*, 10: 18 – 25.
- Domingos HGT, Gonçalves LS 2014. Termorregulação de abelhas com ênfase em *Apis mellifera*, *Acta Veterinária Brasileira*, 8: 150-154.



- Holanda-Neto JP, Paiva CS, Melo SB, Paiva ACC, Maracajá PB, Silva AF, Pereira DS 2015. Comportamento de abandono de abelhas africanizadas em apiários durante a entressafra, na região do Alto Oeste Potiguar, Brasil. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 11: 77-85.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Comunicação Social. Produção Pecuária Nacional 2020.
- Jones JC, Oldroyd BP 2006. Nest thermoregulation in social insects. *Advances in Insect Physiology*, 33: 153-191.
- Kronenberg F, Heller HC 1982. Colonial thermoregulation in honeybees (*Apis mellifera*). *Journal of Comparative Physiology*, 148: 65-76.
- Lopes MTR, Barbosa AL, Vieira Neto JM, Pereira FM, Camargo RCR, Ribeiro VQ, Souza BA 2011. Alternativas de sombreamento para apiários. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41: 299-305.
- Monte R, Toaldo GS, Figueiredo AD 2014. Avaliação da tenacidade de concretos reforçados com fibras através de ensaios com sistema aberto. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 19: 132-149.
- Ortiz S, Smaniotto C, Souza CF, Zulpo LR, Galvão P 2019. Conservação e manejo de abelhas: importância dos seus serviços para o ecossistema. *Anais do 17º Encontro Científico Cultural Interinstitucional*.
- Reis FLAM 2020. *Adaptabilidade e produção de abelhas (Apis mellifera, Linnaeus, 1758) em colmeias construídas com materiais alternativos*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, Campina Grande, 73pp.
- Reis IT 2019. *Adaptabilidade e produção de abelhas (Apis mellifera) em colmeias de concreto leve com vermiculita expandida*. Tese de doutorado, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande, 75pp.
- Rodrigues J 2022. *Percepção de apicultores sobre a importância econômica, social e ambiental da atividade em Nova Prata do Iguaçu, PR*. Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza, 28pp.
- Sacht HM, Rossignolo JA, Santos WN 2010. Avaliação da condutividade térmica de concretos leves com argila expandida. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 15: 31-9.
- Shaw K, Davidson G, Clark SJ, Ball BV, Pell JK, Chandler D, Sunderland KD 2002. Laboratory bioassays to assess the pathogenicity of mitosporic fungi to *Varroa destructor* (Acari: Mesostigmata), an ectoparasitic mite of the honey bee, *Apis mellifera*. *Biological Control*, 24:266-276.
- Tautz J, Maier S, Groh C, Brockmann A 2003. Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development. *Biological sciences*, 100: 343-7347.
- Tomazini CG, Grossi SF 2019. A importância da apicultura para o agronegócio brasileiro. *Simpósio de Tecnologia Fatec Taquaritinga*, 6: 48-61.