

General Entomology/Entomologia Geral

Termorregulação em colônias de *Melipona eburnea* Friese (Apidae: Meliponina) criadas racionalmente em Rio Branco, Acre

Francisco Cildomar da Silva Correia^{1✉}, Rui Carlos Peruquetti¹ & Marcos Gonçalves Ferreira²

1. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, CCBN - Universidade Federal do Acre. 2. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA.

EntomoBrasilis 10 (2): 112-117 (2017)

Resumo. A temperatura é o agente climático que afeta mais diretamente o metabolismo das abelhas, influenciando no desenvolvimento das crias, podendo acarretar resultados negativos para produção de mel. O objetivo deste estudo foi conhecer a diferença da termorregulação de colônias de *Melipona eburnea* Friese. As observações foram realizadas entre 09 de junho e 09 de julho de 2016, 24 horas por dia, utilizando-se dois ninhos de *M. eburnea*, um em caixa racional e outro em tronco de árvore. Utilizou-se Data Logger (modelo HOBO U12 - 012), com exatidão de $\pm 0,35$ °C. Verificou-se que o ninho de *M. eburnea* em oco de árvore manteve uma temperatura média de 31,7 °C, enquanto que o ninho em caixa racional apresentou temperatura média de 27,8 °C. A temperatura ambiente variou de 16,6 a 34,2 °C, com média de 23,8 °C. A espécie *M. eburnea* em caixa racional apresentou termorregulação inferior à colônia em oco de árvore e também maior oscilação de temperatura. Concluiu-se que *M. eburnea* mantém sua colônia em homeostase, mesmo quando há variações na temperatura ambiente (ninho em oco de árvore). *M. eburnea* apresentou termorregulação insatisfatória, quando mantida em caixa racional.

Palavras-chave: Abelha sem ferrão; Meliponicultura; Microambiente; Termorregulação.

Thermoregulation in colonies of *Melipona eburnea* Friese (Apidae: Meliponina) rationally bred in Rio Branco, Acre

Abstract. Temperature is the climatic agent that most directly affects the metabolism of bees, influencing at the development of the young being able lead to negative results for honey production. The objective of this study was to know the difference of thermoregulation of *Melipona eburnea* Friese colonies. The observations were made between June 9 and July 9, 2016, 24 hours a day, using two nests of *M. eburnea*, one in rational box and the other in tree trunk. Was used Data Logger (model HOBO U12-012) was used, with accuracy of ± 0.35 °C. Was verified that the nest of *M. eburnea* in tree hollow maintained an average temperature of 31.7 °C, whereas the that nest in rational box presented average temperature of 27.8 °C. The ambient temperature ranged from 16.6 to 34.2 °C, with a mean of 23.8 °C. The species *M. eburnea* in rational box presented inferior thermoregulation to the colony in tree hollow and also greater temperature oscillation. It was concluded that *M. eburnea* maintains its colony in homeostasis, even when there are variations in the ambient temperature (nest in hollow tree). *M. eburnea* presented unsatisfactory thermoregulation when kept in rational box.

Keywords: Meliponiculture; Microenvironment; Stingless bees; Thermoregulation.

A classe Insecta é representada por animais ectotérmicos (ROLDÃO 2011), sendo que os insetos sociais pertencem à ordem Hymenoptera (abelhas, formigas e vespas), os quais são altamente diversificados em relação à sua biologia, por possuírem características endotérmicas, quando ativos, e ectotérmicas, quando inativos (OCKO & MAHADEVAN 2013). A endotermia temporária apresentada por esses indivíduos é conhecida por heterotermia (MOYES & SCHULTE 2010).

Segundo CORREIA *et al.* (2015), abelhas sem ferrão apresentam certa habilidade de regular a temperatura interna de seus ninhos, visto que a manutenção da homeostase do interior da colônia (temperatura e umidade relativa) é um aspecto importante em abelhas sociais, principalmente para a sobrevivência das crias. Contudo, a capacidade dos meliponíneos em regular a

temperatura interna de suas colônias não está diretamente ligada às atividades motoras, executadas pelas operárias como (termogênese, por meio da vibração da musculatura, comportamento de voo e troca de calor corporal), mas sim, em conjunto com as características estruturais do ninho (JONES & OLDROYD 2007; OCKO & MAHADEVAN 2013), sendo este processo denominado termorregulação colonial.

No interior do ninho a temperatura é mantida sob limites estreitos, mesmo quando ocorrem grandes variações do ambiente externo. No geral, ela é mantida entre 25°C e 32°C. Todavia, isso pode variar de acordo com a espécie, com a força da colônia e com fatores externos, como exposição ao sol por tempo prolongado (VOLLET-NETO *et al.* 2009).

Edited by:

Ana Tereza Araujo Rodarte

Article History:

Received: 26.iv.2017

Accepted: 04.vii.2017

✉ Corresponding author:

Francisco Cildomar da Silva Correia

✉ cildomar12@hotmail.com

🔗 No ORCID record

Funding agencies:

↪ Without funding declared

Quando colônias de abelhas sem ferrão sofrem interferências climáticas como temperatura, intensidade da luz, umidade, precipitação pluviométrica, eólica e solar, podem ocorrer danos na quantidade de indivíduos que voam de seus ninhos (RAMALHO *et al.* 1991). No entanto, a temperatura é o agente climático que mais pode afetar diretamente o metabolismo dos insetos, pois influencia no desenvolvimento das crias (HALCROFT *et al.* 2013). Em estágio pupal, as abelhas não podem ser expostas a temperaturas acima ou abaixo da faixa ótima para seu desenvolvimento, que varia em torno de 28 a 34°C (ZÜGE & AIDAR 2000), visto que pode levá-las à morte e, quando sobrevivem, apresentam deficiências morfológicas, fisiológicas ou comportamentais na fase adulta (JONES *et al.* 2005). Em vista disso, alterações climáticas podem interferir significativamente nas ações de migração, enxameação, ingestão de alimento e água e uso de mecanismos de troca de calor (SILVA 2000; DANTAS 2016), podendo acarretar resultados negativos para produção de mel.

Nesse contexto, conhecer a eficiência da espécie *Melipona eburnea* Friese em controlar a temperatura interna de suas colônias é de extrema necessidade, tendo em vista a importância dessa abelha para a meliponicultura local, pois segundo MAGALHÃES & VENTURIERI (2010) essa abelha está entre as espécies de Meliponas mais criadas no estado do Acre.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi conhecer a diferença da termorregulação do microambiente interno de colônias mantidas em caixa racional modelo INPA e em tronco de árvore morta, além de verificar sua relação com fatores ambientais (temperatura e umidade).

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo. O estudo foi desenvolvido em um meliponário a oeste de Rio Branco-Acre, nas coordenadas (9°52'58" S e 67°52'8" W) (Figura 1).

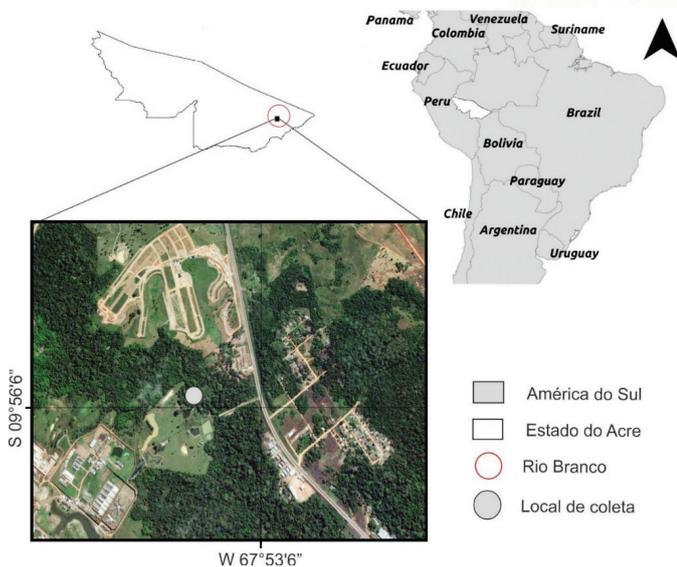


Figura 1. Local de realização do estudo, meliponário Paulo Faustino (Foto: Google Earth).

Clima, solo e drenagem. De acordo com a classificação de KÖPPEN (1931), o clima da região é do tipo Amazônico, equatorial, quente e úmido, ocorrendo duas estações distintas, uma seca e uma chuvosa (PENHA 1996). Um dos fatores característicos desta região é a elevada pluviosidade, compreendendo limites entre 1.600 a 2.750 mm/ano. O período chuvoso inicia-se em outubro, prolongando-se até maio ou junho. As temperaturas médias anuais variam entre 24,5 a 32 °C, permanecendo uniforme em todo o estado e predominando em toda a região amazônica. O solo da região de Rio Branco é constituído por Luvisolo

Hipocrômico e Argissolo Vermelho-Amarelo, que constitui a principal classe de solo do município (WALDT 2002).

A rede de drenagem é constituída pelo igarapé São Francisco, que apresenta curso d'água permanente e pequenos córregos de cursos d'água temporários.

Vegetação. A propriedade possui 20 ha, em que 16 são formados de pastagens. Os 4 hectares restantes apresentam características de floresta primária perturbada e secundária. A cobertura vegetal dessa área é composta por espécies características de florestas tropicais, apresentando diferentes estratos e composição florística.

Obtenção das amostras. As observações foram realizadas durante um mês, entre 09 de junho e 09 de julho de 2016, 24 horas por dia. Utilizou-se dois ninhos de *M. eburnea*, um mantido em caixa racional modelo INPA, com três gavetas, medindo 10 cm de altura; 21 x 21 cm de largura (medidas internas) e espessura da madeira medindo 2,0 cm. O segundo ninho mantido em tronco de árvore morta com circunferência medindo 74 cm; oco 49 cm e altura 1,65 cm, ambos protegidos do sol e da chuva por uma cobertura de telhas de fibrocimento, sendo que a temperatura interna e externa foram medidas, simultaneamente, a cada 15 minutos. Os dados foram coletados e armazenados em computador. Para o monitoramento das temperaturas utilizou-se Data Logger (modelo HOBO U12 - 012, com exatidão de $\pm 0,35^\circ\text{C}$ e sensor para medição interna). A temperatura interna foi obtida com sensor, introduzido na região dos discos de cria, já a temperatura externa foi obtida com Data Logger, mantido junto às colônias.

Para se verificar a existência do controle termorregulatório, a temperatura ambiente e a umidade relativa foram comparadas com a temperatura e umidade relativa do interior das duas colônias, considerando as medidas tomadas a cada 15 minutos.

Análises dos dados. As comparações da temperatura no interior dos ninhos foram realizadas, aplicando-se teste de Levene e a Correlação Linear de Pearson com uma probabilidade de erro de 5% (nível de significância) e um nível de confiança de 95%. Para ambos os casos, utilizou-se o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise dos dados obtidos verificou-se que a temperatura ambiente e a umidade relativa apresentaram variações ao longo dos dias. No geral, a temperatura aumentou gradativamente entre as 6 h e 15 h, também foi observado que à medida que a temperatura subia, a umidade relativa caía. Os picos de temperatura ocorreram entre as 13 h e 15 h, diminuindo a partir das 16 h. A temperatura ambiente máxima registrada foi 34,2 °C, às 14h15min, no dia dois de julho e a mínima 16,6 °C, no dia 13 de junho às 05h45min. A média da temperatura ambiente foi de 23,8 °C. Quanto à umidade relativa, a máxima registrada foi de 98%, no dia 10 de junho, entre 5h45min e 06h15min. A mínima foi de 41,9%, às 13h30min, no dia dois de julho. A umidade relativa média foi de 69%.

As aferições realizadas no interior da colônia de *M. eburnea* mantida em caixa mostraram que a temperatura máxima registrada foi de 32,7 °C, no dia 30 de junho às 03h45min, e a mínima foi de 21,3 °C, no dia nove de junho às 11 h. A temperatura média foi de 27,8 °C, logo, a umidade relativa máxima registrada foi de 92,3%, no dia 10 de junho entre 04h45min e 05 h, e a mínima foi de 72,2%, no dia nove de junho às 11h. A umidade relativa média foi de 82%.

Para colônia de *M. eburnea* mantida em oco de árvore, as análises mostraram que a temperatura máxima registrada em seu interior foi de 34,6 °C, no dia seis de julho às 16h15 min e a

mínima foi de 22,5 °C, no dia 13 de junho, entre 07 h e 07h15min. A temperatura média foi de 31,7 °C. Quanto à umidade relativa, a máxima foi de 97,1%, no dia 13 de junho, entre 18h15min e 00h45min, e a mínima foi de 30,3%, no dia 10 de junho, às 07h15min, com média de 63%. A figura 2 mostra a relação entre as médias de temperatura e suas variações nos três locais analisados: ninho em oco de árvore, ninho em caixa racional e ambiente externo.

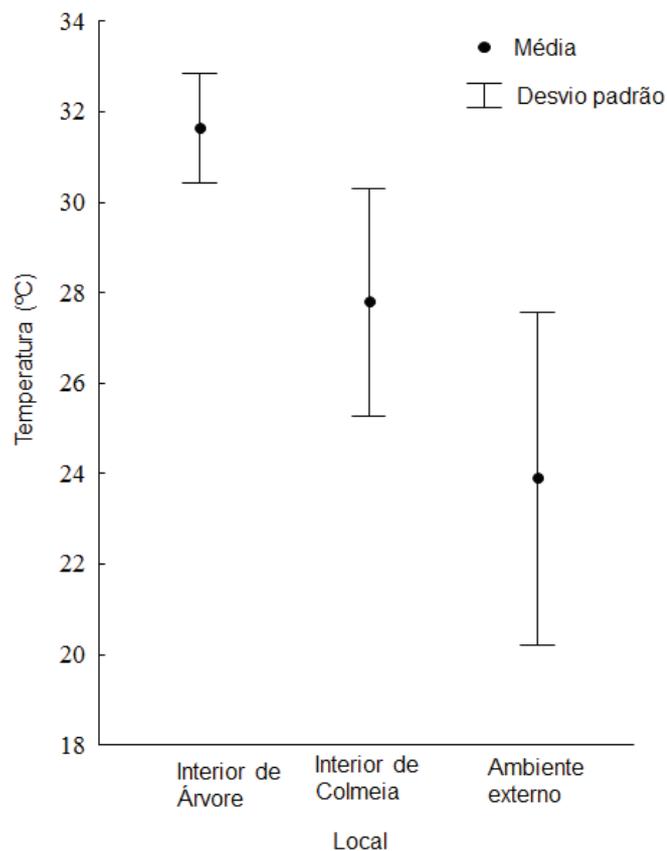


Figura 2. Médias e desvio padrão da temperatura nos três locais estudados, ninho em oco de árvore, em caixa racional e no ambiente externo.

No decorrer do estudo foi verificado que em dias frios ocorreu pouca oscilação da temperatura no interior do ninho de *M.*

eburnea, mantido em oco de árvore. No entanto, quando a temperatura ambiente aumenta, verifica-se maior variação da temperatura no interior da colônia (Figura 3).

A partir da análise do gráfico também pode ser observado que a oscilação térmica no interior do ninho em oco de árvore é menor do que no ninho em caixa racional e no ambiente externo (área do gráfico em destaque), mostrando, dessa forma, que colônias mantidas em substratos naturais podem apresentar melhor dinâmica de ajuste da temperatura de seu microambiente.

Quanto à colônia de *M. eburnea* mantida em caixa racional foi verificado que seu controle termorregulatório é inferior ao da colônia mantida em oco de árvore e que também apresentou maior oscilação de temperatura, em todo o período estudado. Diante disso, pode-se supor que há dificuldades por parte das abelhas mantidas em caixa racional em manter o controle térmico do ambiente interno de sua colônia. Isso pode estar relacionado ao substrato em que a colmeia é mantida ou até mesmo ao número de indivíduos que nela habitam. Todavia, nota-se que a variação da temperatura no interior das duas colônias foi menor que a variação da temperatura ambiente, o que se caracteriza no esforço de *M. eburnea* em ajustar a temperatura interna de seu microambiente, visto que para a colônia mantida em oco de árvore x temperatura ambiente ($r^2 = 0.7513$; $p = 0.0000$; $n = 1691$); para a colônia mantida em caixa racional x temperatura ambiente ($r^2 = 0.9094$; $p = 0.000$; $n = 1691$). A diferença nos valores de r^2 são estatisticamente significativas (Figura 4).

Quanto à umidade relativa foi possível observar que no ambiente externo ocorreram oscilações inferiores às da colônia de *M. eburnea* mantida em oco de árvore, o que, por sua vez, se manteve inversamente ao ambiente externo. Já a colônia de *M. eburnea* mantida em caixa racional se mostrou úmida durante todo o período estudado, apresentando pouca variação, como pode ser verificado na Figura 5.

Nesse aspecto, observa-se que colônias de *M. eburnea* sofrem pouca influência da umidade relativa do ambiente externo, uma vez que, para as análises realizadas na colônia mantida em oco de árvore ($r^2 = -0,53$), para colônia mantida em caixa racional ($r^2 = -0,15$), sendo os dois valores estatisticamente significativos. Contudo, ao contrário do que pode ter ocorrido no controle termorregulatório do interior dos ninhos, provavelmente o substrato em que as colônias são mantidas não tenham influenciado esse comportamento.

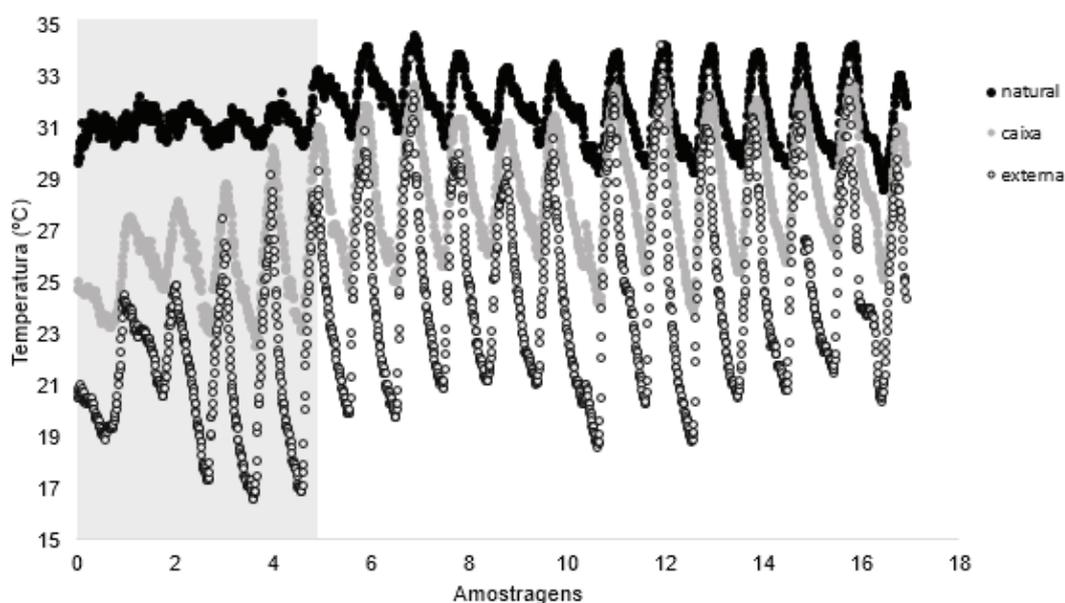


Figura 3. Variações de temperatura nos três locais estudados, ninho em oco de árvore, em caixa racional e no ambiente externo.

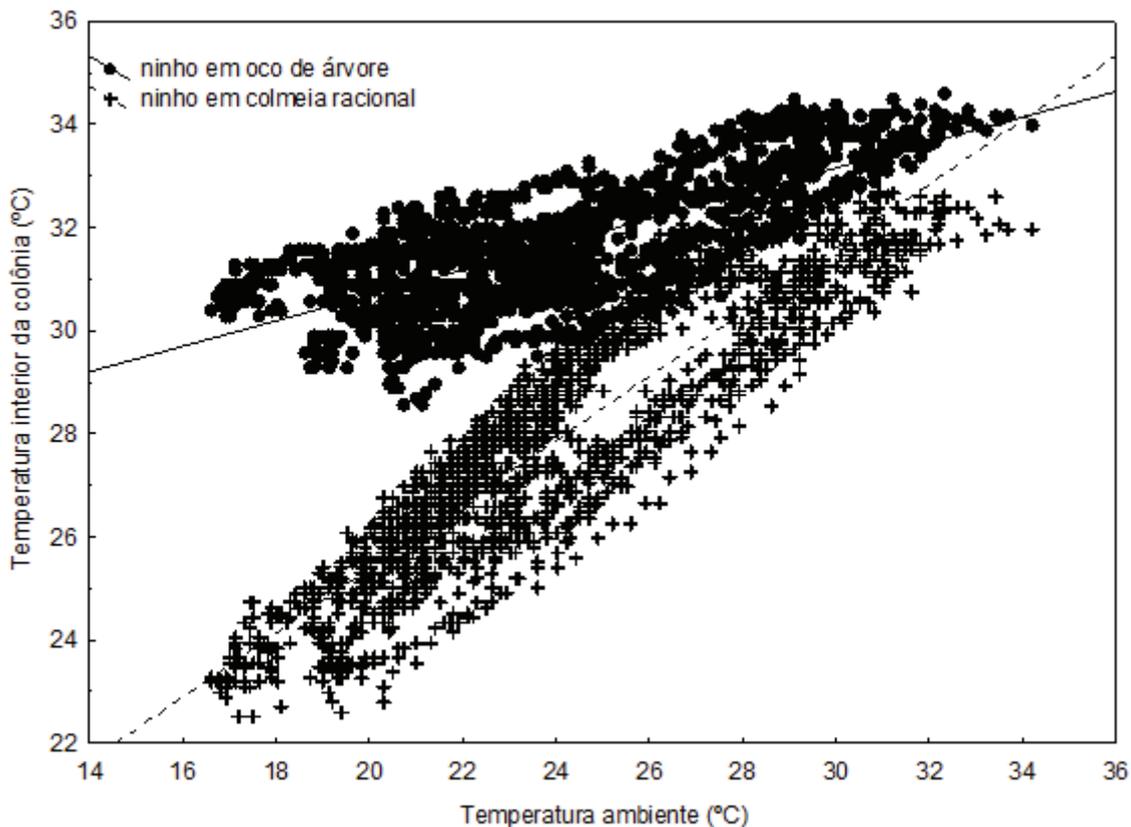


Figura 4. Correlação linear das temperaturas no interior da colônia mantida em oco árvore e em caixa racional, comparadas com a temperatura ambiente.

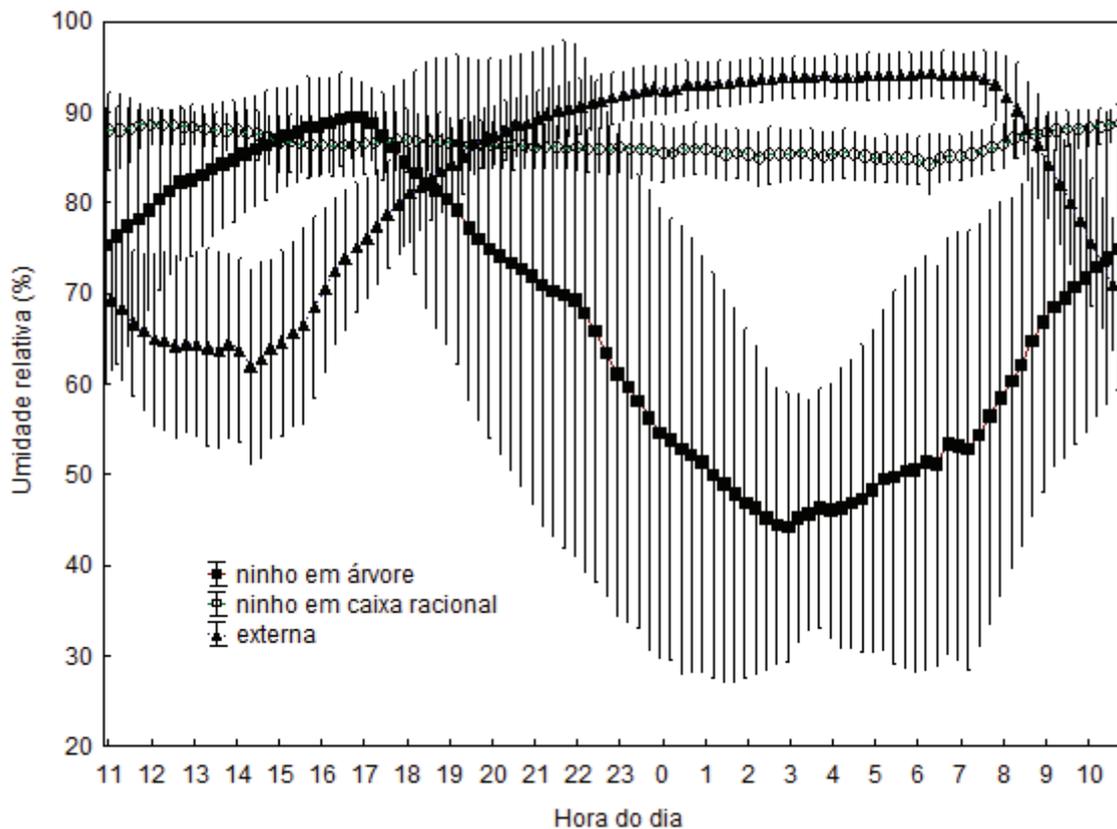


Figura 5. Variações de umidade relativa nos três locais estudados: ninho em oco de árvore, em caixa racional e no ambiente externo.

Segundo DANTAS (2016) para que a temperatura interna do ninho se mantenha favorável ao desenvolvimento dos imaturos, inúmeros fatores estão envolvidos. O principal é a termorregulação ativa realizada pelas abelhas adultas (MOYES & SCHULTE 2010) e a termorregulação colonial, proveniente das

características estruturais do ninho em seu isolamento térmico (MACÍAS-MACÍAS *et al.* 2011). Assim, vários autores estudam a capacidade termorregulatória em diversas espécies de abelha, a exemplo de KERR *et al.* (1996) que, observando colônias de *Melipona fasciculata* Smith verificaram que esta espécie consegue

manter a temperatura interna de suas colônias entre 26°C e 33,5°C, considerando como temperatura ótima para esta espécie 30°C. LOLI (2008) analisando a espécie *Melipona quadrifasciata* Lepeletier observou que esta espécie requer pelo menos 30 °C para manutenção de seus ninhos. LOPES et al. (2009), perceberam que a temperatura adequada para o interior de colônias de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus deve ficar próximo de 30 a 36 °C, valor apropriado ao desenvolvimento de suas crias. SWITANEK et al. (2011), estudando os efeitos sazonais de temperatura e precipitação sobre a mortalidade invernal de abelhas em clima temperado, observaram que na região dos discos de cria, a temperatura permanece em torno de 30 °C, considerada como satisfatória para o desenvolvimento de imaturos. BECKER (2014), em análises realizadas com a espécie *Melipona interrupta* Latreille, verificou que a temperatura apropriada para estas abelhas deve estar entre 30 e 32 °C. CORREIA et al. (2015), avaliando a espécie *Tetragonisca weyrauchi* Schwarz, observou que ela mantém a temperatura interna de suas colônias entre 29 e 35 °C. Contudo, BECKER (2014) considera que 30 °C é a temperatura média aceitável para o desenvolvimento de colônias de abelhas do gênero *Melipona*.

Nesse caso, a termorregulação interna do ninho de *M. eburnea* mantido em caixa racional encontra-se fora dos padrões considerados adequados por KERR et al. (1996); LOLI (2008); LOPES et al. (2009); SWITANEK et al. (2011); BECKER (2014), visto que em estudos realizados por estes autores, em diferentes espécies de abelhas, a temperatura colonial considerada por eles como ótima gira em torno de 30 °C, o que não foi observado na colônia de *M. eburnea* criada em caixa racional, a temperatura interna desse ninho girou em torno de 21,3 a 32,7 °C, com média de 27,8 °C. No entanto, acredita-se que provavelmente *M. eburnea* desenvolveu mecanismos de adaptação a temperaturas mais baixas para manter a sobrevivência da colônia, pois segundo DANTAS (2016), indivíduos que sobrevivem em limites estreitos de temperatura desenvolvem mecanismos que visam reter energia térmica na colônia. Todavia, o ninho em oco de árvore apresentou temperaturas superiores ao observado no ninho em caixa racional. Resultados semelhantes foram observados por HALCROFT et al. (2013), estudando ninhos construídos em ocos de árvores pela espécie *Austroplebeia australis* Friese. Esses ninhos apresentaram temperaturas na área de cria de até 12,4 °C, superiores ao restante da cavidade em que essa espécie de abelha se alojava.

Para umidade relativa, o calor em excesso dentro do ninho mantido em caixa racional pode ter feito com que as operárias coletassem água, aumentando a umidade dentro da colônia, a fim de diminuir sua temperatura (DOMINGOS & GONÇALVES 2014), tendo em vista que a mesma se manteve úmida durante todo o período estudado. Segundo ESCH (1960); HEINRICH (1979), quando a temperatura da colônia está acima da média tolerável pelos imaturos, as operárias espalham a água transportada no papo sobre toda a superfície das células de cria visando a diminuição da temperatura interna do ninho. Outra estratégia de controle da umidade relativa é a ventilação, que causa evaporação e resulta em um resfriamento ativo (LINDAUER 1955), talvez essa seja uma provável explicação para a grande variação da umidade relativa, observada no interior da colmeia mantida em oco de árvore, visto que a mesma se comportou inversamente à umidade relativa do ambiente externo.

Considerando-se termorregulação como a capacidade das abelhas em controlar a temperatura interna de suas colônias dentro de limites adequados para a espécie, conclui-se que *M. eburnea* consegue manter seu microambiente em homeostase, mesmo quando há variações na temperatura do ambiente externo (ninho em oco de árvore).

M. eburnea apresentou termorregulação insatisfatória de seu microambiente, quando mantida em caixa racional.

M. eburnea é capaz de se desenvolver, mesmo em temperaturas consideradas inadequadas e fora de seu ambiente natural (ninho em caixa racional).

REFERÊNCIAS

- Becker, T., 2014. Desenvolvimento de colmeias de abelhas *Melipona interrupta* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Meliponini) sob diferentes temperaturas em condições de laboratório. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM. 82 f.
- Correia, F.C.S., M.B. Cordeiro, Y.K. Carvalho & R.C. Peruquetti, 2015. Conforto térmico em colônias de *Tetragonisca weyrauchi* no município de Rio Branco-Acre. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 18: 237-240. DOI: <https://doi.org/10.25110/arqvet.v18i4.2015.5750>.
- Dantas, M.R.T., 2016. Thermogenesis in stingless bees: an approach with emphasis on brood's thermal contribution. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 4: 101-108. DOI: <https://doi.org/10.14269/2318-1265/jabb.v4n4p101-108>.
- Domingos, H.G.T. & L.S. Gonçalves, 2014. Termorregulação de abelhas com ênfase em *Apis mellifera*. *Acta Veterinaria Brasilica*, 8: 151-154. DOI: <https://doi.org/10.21708/avb.2014.8.3.3491>.
- Esch, H., 1960. Über die Körpertemperaturen und den Wärmehaushalt von *Apis mellifera*. *Journal of Comparative Physiology*, 43: 305-335.
- Halcroft, M., R. Spooner-Hart & L. Dollin, 2013. A. Australian stingless bees. p. 35-72. In: Vit, P., S.R.M. Pedro & D.W. Roubik (Eds). *Pot Honey: A Legacy of Stingless Bees*. Springer Verlag; Berlin, Germany. XXVIII 654 p.
- Heinrich, B., 1979. Keeping a cool head: Honeybee thermoregulation. *Science*, 205: 1269-1271. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.205.4412.1269>.
- Jones, J.C. & B.P. Oldroyd, 2007. Nest Thermoregulation in Social Insects. *Advances in Insect Physiology*. *San Diego*, 33: 153-191. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2806\(06\)33003-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2806(06)33003-2).
- Jones, J.C., P. Helliwell, M. Beekman, R. Maleszka & B.P. Oldroyd, 2005. The effects of rearing temperature on developmental stability and learning and memory in the honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of Comparative Physiology*, 191: 1121-1129. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00359-005-0035-z>.
- Kerr, W.K., G.A. Carvalho & V.A. Nascimento, 1996. *Abelha urucu: biologia, manejo e conservação*. 2^{ed}. Coleção manejo da vida silvestre. Belo Horizonte, Fundação Acangaú, 154 p.
- Köppen, W., 1931. *Grundriss der Klimakunde*. Berlin: *Walter de Gruyter*, 390 p.
- Lindauer, M., 1955. The water economy and temperature regulation of the honeybee colony. *Bee World*, 64: 62-72. DOI: <https://doi.org/10.1080/0005772x.1955.11094876>.
- Loli, D., 2008. Termorregulação colonial e energética individual em abelhas sem ferrão *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Tese (Doutorado em Ciências) - Departamento de Fisiologia, Instituto de Biociência da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 228 f.
- Lopes, M.T.R., A.L. Barbosa, J.M. Vieira-Neto, F.M. Pereira, R.C.R. Camargo, V.Q. Ribeiro & R.S. ROCHA, 2009. Desenvolvimento e qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* instaladas sob diferentes condições de sombreamento. *Terresina: Embrapa Meio-Norte*, 26 p.
- Macías-Macías, J.O., J.J.G. Quezada-Euán, F. Contreras-Escareño, J.M. Tapia-Gonzalez, H. Moo-Valle & R. Ayala, 2011. Comparative temperature tolerance in stingless bee species from tropical highlands and lowlands of Mexico and implications for their conservation (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Apidologie*, 42: 679-689. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13592-011-0074-0>.
- Magalhães, T.L. & G.C. Venturieri, 2010. Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (Apidae: Meliponini)

- no nordeste paraense. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. Embrapa Amazônia Oriental. Documentos 364. 36 p.
- Moyes, C.D. & P.M. Schulte, 2010. Princípios da fisiologia animal. 2ed. Rio Grande do Sul: Artmed, 757 p.
- Ocko, A.S. & L. Mahadevan, 2013. Collective thermoregulation in bee clusters. *Journal Royal Society*, 11: 10-33. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsif.2013.1033>.
- Penha, R.M., 1996. O distrito industrial-DIRB-no contexto socio-ambiental da cidade de Rio Branco e do Estado do Acre. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Urbano) - Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Florianópolis, SC. 193 f.
- R Development Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>.
- Ramalho, M., V.L. Imperatriz-Fonseca & A. Kleinert-Giovannini, 1991. Ecologia nutricional de abelhas sociais. p. 225-252. In: Panizzi, A.R. & J.R.P. Parra (Eds.). Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo, Manole Ltda, 359 p.
- Roldão, Y.S., 2011. Termorregulação colonial e a influência da temperatura no desenvolvimento da cria em abelhas sem ferrão, *Melipona scutellaris* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP. 107 f.
- Silva, R.G., 2000. Introdução à Bioclimatologia Animal. Nobel, São Paulo, 286p.
- Switaneck, M., K. Crailsheim, H. Truhetz & R. Brodschneider, 2017. Modelling seasonal effects of temperature and precipitation on honey bee winter mortality in a temperate climate. *Science of the Total Environment*, 579: 1581-1587. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.178>.
- Vollet-Neto, A., C. Menezes & V.L. Imperatriz-Fonseca, 2009. Aquecimento de colmeias de abelhas sem ferrão: vale a pena? *Mensagem Doce*, 103: 16-20.
- Waldt, P.G.S., 2002. Manejo de solos ácidos do estado do Acre: Rio Branco. Embrapa Acre. 28 p.
- Zügel, P.V. & D.S. Aidar, 2000. Colmeias Térmicas Zügel-Aidar para meliponíneos (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Mensagem Doce*, 57: 27-29. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/57/artigo.htm>>.

Suggestion citation:

Correia, F.C.S., R.C. Peruquetti & M.G. Ferreira, 2017. Termorregulação em colônias de *Melipona eburnea* Friese (Apidae: Meliponina) criadas racionalmente em Rio Branco, Acre. *EntomoBrasilis*, 10 (2): 112-117.

Available on: [doi:10.12741/ebrasilis.v10i2.705](https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v10i2.705)

