



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO UNIDADE ACADÊMICA  
DE SERRA TALHADA BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**RUBEM CLÁUDIO SIMÕES VIEIRA**

**USO DA CERA EM MULTIPLICAÇÕES DE NINHOS DE URUÇU  
NORDESTINA (*Melipona scutellaris*, APIDAE: MELIPONINI)**

**SERRA TALHADA- PE**

**2021**

**RUBEM CLÁUDIO SIMÕES VIEIRA**

**USO DA CERA EM MULTIPLICAÇÕES DE NINHOS DE URUÇU  
NORDESTINA (*Melipona scutellaris*, APIDAE: MELIPONINI)**

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharela em Ciências Biológicas.

Serra Talhada, 23 de fevereiro de 2021

**Orientador:** Airton Torres Carvalho

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

R894u Simões-Vieira, Rubem Cláudio Simões Vieira  
USO DA CERA EM MULTIPLICAÇÕES DE NINHOS DE URUÇU NORDESTINA (*Melipona scutellaris*,  
APIDAE: MELIPONINI) / Rubem Cláudio Simões Vieira Simões-Vieira. - 2021.  
36 f.

Orientador: Airton Torres Carvalho.  
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Bacharelado em Ciências Biológicas, Serra Talhada, 2021.

1. Meliponicultura. 2. Abelhas sem ferrão. 3. Cerume. I. Carvalho, Airton Torres, orient. II. Título

CDD 574

---

**RUBEM CLÁUDIO SIMÕES VIEIRA**

**USO DA CERA EM MULTIPLICAÇÕES DE NINHOS DE URUÇU  
NORDESTINA (*Melipona scutellaris*, APIDAE: MELIPONINI)**

**Monografia apresentada à banca examinadora em:**

**23/02/2021**

---

**Airton Torres Carvalho (UFRPE-UAST)**

**Membro Titular / Orientador**

---

**Renata Akemi Shinozaki Mendes (UFRPE-UAST)**

**Membro Titular**

---

**Carlos Eduardo Pinto da Silva (UFPE)**

**Membro Titular**

---

**Rogério de Aquino Saraiva (UFRPE-UAST)**

**Suplente**

Dedico

Este trabalho a André Luiz  
Alves de Lima, professor,  
tutor e, acima de tudo,  
amigo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço;

À minha mãe, mulher forte e inspiradora que sempre apoiou meus sonhos e ao meu pai, que sempre me mostrou os caminhos certos pelos quais seguir;

Ao meu orientador, Airton Torres Carvalho, que esteve comigo desde o início dessa jornada. Seus ensinamentos serão levados para o resto da vida;

Ao meu tutor, André Luiz Alves de Lima, exemplo de professor, pai e amigo. Obrigado pelas risadas e conselhos, guardarei todos os nossos momentos com bastante carinho, e espero que a vida contribua para que trabalhemos juntos no futuro;

À esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram não só o meu crescimento como profissional, mas também como pessoa;

Ao grupo PET Biologia/UAST, pelo enriquecimento da minha vivência enquanto universitário, mas acima de tudo, pelo vínculo interpessoal que adquiri dentro do grupo, uma verdadeira família;

À minha professora dos tempos de escola, Marina Luíza, por plantar em mim o fascínio que tenho pela biologia;

A minha irmã gêmea de outra mãe, Suhellen Marinho, a quem conheço desde que me recorde da vida, que desde criança esteve comigo e a quem sempre recorri nos momentos difíceis. Tenho certeza de que no futuro estaremos juntos.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado. Ao longo dessa jornada pude conhecer pessoas incríveis que, de fato, mudaram a minha vida e serão sempre lembrados;

Especialmente, agradeço aos meus grandes amigos, a Elite de Ferro, O Dragão e o Lobo, Allyne Mayalle e Evaldo Júnior, que estiveram comigo não somente durante os momentos felizes, mas também durante os tempos difíceis. Obrigado por acompanharem de perto o meu crescimento e ganho de

maturidade. Evaldo, você mais do que ninguém acompanhou o processo de desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

A uruçu nordestina (*Melipona scutellaris*) é uma abelha sem ferrão pertencente ao grupo dos meliponíneos, que tem distribuição geográfica ao longo dos trópicos, podendo ser considerado o mais diverso grupo de abelhas sociais do mundo. O presente trabalho teve por objetivo observar se o fornecimento de cera para multiplicação de ninhos de uruçu nordestina diminui o risco de morte nas colônias recém multiplicadas, bem como a preferência das abelhas por diferentes misturas de cera e cerume. Os resultados encontrados apontam que, apesar de não aumentar significativamente a chance de sobrevivência em ninhos multiplicados, o fornecimento desses materiais permite maior desenvolvimento e ganho de peso para as colônias, além do que, a espécie de abelha estudada nesse trabalho prefere usar seu próprio cerume em detrimento à cera pura de *Apis*.

**Palavras-chave:** Meliponicultura; Abelhas sem ferrão; Cerume.

## ABSTRACT

Uruçu Nordestina (*Melipona scutellaris*) is a stingless bee that belongs to the meliponines group, which has geographic distribution throughout the tropics, and can be considered the most diverse group of social bees in the world. The present study aimed to observe whether the supply of wax for multiplication of uruçu nordestina nests reduces the risk of death in newly multiplied colonies, as well as the preference of bees for different mixtures of wax and cerumen. The results found indicate that, although it does not significantly increase the chance of survival of multiplied nests, the supply of these materials allows greater development and weight gain for the colonies, in addition, the species of bee studied in this work prefers to use its own cerumen at the expense of pure *Apis* wax.

**Keywords:** Meliponiculture; stingless bees; cerumen.

## **SUMÁRIO**

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>5</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>9</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>10</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>11</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1 O Papel Socioeconômico das Abelhas Sem Ferrão</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2 A Importância da Meliponicultura na Conservação de Abelhas sem Ferrão</b> .....	<b>16</b>
<b>3 MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1 Descrição do período e local de estudo</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2 Obtenção do cerume e tratamento da cera</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3 Preferência pelo tipo de cera</b> .....	<b>19</b>
<b>3.4 Sucesso de estabelecimento dos ninhos</b> .....	<b>20</b>
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>22</b>
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>30</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Diferença do ganho de peso entre as colônias recém multiplicadas de <i>Melipona scutellaris</i> em três tratamentos: Mistura de 1/3 de cerume de Meliponini e cera <i>Apis</i>; cera pura de <i>Apis</i>; e caixas controle, sem tratamento com cera.</b> .....	23
<b>Tabela 2 - Comparação do uso das diferentes concentrações de cera ao 3º dia</b> .....	24
<b>Tabela 3 - Comparação do uso das diferentes concentrações de cera ao 6º dia</b> .....	24
<b>Tabela 4 - Comparação do uso das diferentes concentrações de cera ao 9º dia</b> .....	25

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Variação do ganho peso de colônias recém multiplicadas de <i>Melipona scutellaris</i> em três tratamentos: Mistura de 1/3 de cerume de Meliponini e cera <i>Apis</i>; cera pura de <i>Apis</i>; e caixas controle, sem tratamento com cera. ....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 2. Uso das diferentes concentrações de cera ofertadas ao longo das observações .....</b>	<b>23</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cera é um produto glandular das abelhas utilizado na construção das estruturas do ninho, como células de cria, reservatórios de alimento (potes de pólen e mel) e, em alguns casos, até mesmo a entrada da colônia (CRUZ-LANDIM, 1963). Esse material confere a estrutura geral interna do ninho e ainda forma o invólucro, que são camadas dispostas sobre os discos de cria para proteção das larvas em desenvolvimento, e para termorregulação da colônia (HEPBURN, 1986; SANDEMAN *et al*, 1996; BREED, 1998).

Em abelhas sem ferrão, a cera é produzida através de glândulas epidérmicas, as quais estão localizadas na porção dorsal do metassoma (abdome), entre o quarto e o sétimo tergito (CRUZ-LANDIM, 1967). Em contrapartida, as abelhas melíferas (*Apis* sp.), apresentam a glândula cerígena entre o terceiro e sexto segmento messosomal, na porção ventral (DRORY, 1873). É sabido ainda que as abelhas apenas a produzem por um determinado intervalo de tempo, especialmente nos primeiros dias após a emergência dos imagos (CRUZ-LANDIM 1967).

Para os meliponíneos, as operárias só apresentam atividade das glândulas cerígenas entre o sexto e trigésimo dias de vida, já as abelhas melíferas possuem as glândulas funcionais entre o sexto e décimo oitavo dias de vida, sendo ambos os casos correspondentes ao período em que as operárias trabalham dentro do ninho, especialmente nas áreas de berçário, construindo e cuidando das células de cria (HEBLING *et al*, 1964; BEGO, 1983; CAVALCANTE *et al*, 2000).

Apesar da produção de cera ser uma função designada às operárias, existem alguns poucos registros sobre a presença das glândulas em machos e também rainhas virgens (KERR & LELLO, 1962). Em *Melipona bicolor*, não somente foram encontradas glândulas cerígenas ativas em rainhas virgens, como também se observou que a composição da cera produzida possui essencialmente a mesma composição química do material que é produzido pelas operárias (KOEDAM *et al*, 2002). É ainda conhecido que estas glândulas possuem papel na dinâmica de divisão de trabalho entre as abelhas, devido a

especificidade temporal das atividades desempenhadas ao longo da vida dos indivíduos (RÖSCH, 1927; RÖSCH, 1930; SNODGRASS, 1956).

Em operárias recém nascidas, a região onde futuramente surgirão as glândulas cerígenas parece epiderme normal, tornando-se as células colunares com o passar dos dias, até iniciarem a produção de cera. Entretanto, em operárias mais velhas designadas ao forrageio, as células parecem achatar-se, voltando a formar uma camada simples de epitélio epidérmico (CAVALCANTE *et al*, 2000). Uma vez que a cera é produzida, as abelhas a armazenam em um único lugar do ninho, os depósitos de cera (HEBLING *et al*, 1964).

O material produzido por *Apis mellifera* já foi bastante estudado, entretanto, pouco se sabe sobre a cera de outras espécies de abelha, mesmo sabendo que a cera de meliponíneos difere consideravelmente da cera das abelhas melíferas (BLOMQUIST *et al*, 1985). Sabe-se que produto de *A. mellifera* constitui-se de uma mistura complexa de hidrocarbonetos, ésteres, ácidos graxos livres e álcoois (TULLOCH, 1980).

As abelhas sem ferrão, por outro lado, correspondem a um grupo bastante diverso, e além de diferirem quimicamente entre as ceras que produzem interespecificamente, ainda a misturam com própolis ou rezina vegetal para aumentar sua rigidez, formando o que é conhecido como cerume (BLOMQUIST *et al*, 1985; KOEDAM *et al*, 2002, BUCHWALD, 2008). Além da composição lipídica da cera, alguns estudos apontam a presença de proteínas nesse composto, as quais provavelmente são adicionadas quando as abelhas manipulam o material em suas mandíbulas (KURSTJENS *et al*, 1985).

Em contraste às abelhas sem ferrão, abelhas melíferas utilizam de cera pura, sem qualquer mistura para a construção dos favos. Ressalta-se ainda que o cerume dos meliponíneos é constantemente reformado e reutilizado, o que não é comum em *Apis*. Estruturalmente a cera dos meliponíneos não suporta bastante peso, como ocorrem na maior parte dos ninhos dos Apíneos (WILLE & MICHENER, 1973).

Tais diferenças entre o uso de cera por abelhas melíferas e abelhas sem ferrão talvez possa ser explicada pela distribuição destes grupos, sendo os meliponíneos limitados aos trópicos, evitando condições climáticas mais extremas das zonas temperadas (BUCHWALD *et al*, 2008). Evolutivamente

esses grupos divergiram a cerca de 65 milhões de anos (CARDINAL & DANFORTH, 2013) e expressam diferenças marcantes nas estruturas e composição dos ninhos (ENGELS & IMPERATRIZ-FONSECA, 1990)

Devido à composição lipídica e conseqüentemente longas cadeias de hidrocarbonetos, este material demanda muita energia metabólica para ser produzido (MICHENER, 2013), sendo considerado extremamente valioso para esses animais. Estima-se que para produzir uma grama de cera, abelhas de *Apis mellifera* devem consumir entre 6 e 7 gramas de mel (WHITCOMB, 1946). Já para abelhas sem ferrão, não há qualquer informação a esse respeito.

É de conhecimento empírico entre inúmeros meliponicultores que, em multiplicações de ninhos de Meliponini, o fornecimento de cerume às novas colônias potencializa as chances de sucesso de estabelecimento desses ninhos (NOGUEIRA-NETO 1997). A disponibilidade de ninhos tem sido considerada um dos grandes entraves para o crescimento da meliponicultura (IMPERATRIZ-FONSECA et al 2012), especialmente quando a demanda de abelhas para polinização de culturas agrícolas tem crescido muito (FREITAS & NUNES-SILVA, 2012; POTTS et al, 2016). Estudos que visam melhorar técnicas de multiplicação artificial de abelhas sem ferrão tem sido tratados como chaves para a Agenda Ambiental 2030 (WOLOWSKI et al, 2019) e saber como as abelhas sem ferrão lidam com o fornecimento de cera em multiplicação artificial é relevante para aumentar o sucesso de produção de novas colônias.

A hipótese testada neste trabalho é de que, em multiplicações artificiais, caixas tratadas com cera e cerume terão maior sobrevivência e maior aumento de peso que aquelas não tratadas, além disso, acredita-se que as abelhas terão preferência por cerume da própria espécie e, quanto menor for a mistura com cera pura de *Apis*, maior será a preferência.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 O Papel Socioeconômico das Abelhas Sem Ferrão**

Cerca de 75% de todas as espécies conhecidas de angiospermas dependem de agentes polinizadores para sua reprodução e manutenção gênica (OLLERTON *et al*, 2011), sendo as abelhas conhecidas como os principais polinizadores, responsáveis pela manutenção de cerca de 73% de todas as espécies cultivadas no mundo (FREITAS & PEREIRA, 2004; POTTS *et al*, 2016).

As abelhas pertencentes a tribo Meliponini (Hymenoptera, Apidae) são conhecidas pelo seu comportamento social e a presença de um ferrão atrofiado. Sua distribuição ocorre por todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, podendo ser considerado o mais diverso grupo de abelhas sociais (MICHENER, 2007).

Os Meliponini apresentam um papel socioeconômico muito importante, uma vez que, graças a sua relativa facilidade de manejo, estoque de grandes quantidades de mel e menor agressividade a homens e outros animais em geral, é bastante utilizado para criação com fins lucrativos em diversas comunidades por todo o território nacional (VENTURIERI *et al.*, 2012).

O manejo de abelhas sem ferrão data de muito tempo, antes mesmo da descoberta das américas pelos espanhóis, com os povos indígenas latino-americanos. Em relação ao uso direto do mel de abelhas sem ferrão, os registros mais antigos constam dos Maias de Yucatán, que já criavam espécies dessas abelhas para produção e consumo de mel (VILLANUEVA *et al.* 2005).

No Nordeste, várias espécies de meliponíneos são utilizadas por meliponicultores para a produção de mel, o qual possui grande valor comercial, chegando facilmente a R\$ 100,00 por litro no estado de Pernambuco (PINHEIRO *et al.* 2014)

Além disso, dentre todos os grupos de animais polinizadores, as abelhas possuem um destaque fundamental por seus serviços ecológicos, apresentando-se como eficientes agentes para reprodução e manutenção da diversidade gênica de inúmeras espécies de plantas em ambientes naturais e agrícolas (SLAA *et al.* 2006).

Estima-se que o valor dos serviços de polinização é muito superior ao valor do mel comercializado. No Reino Unido, por exemplo, dados apontam que o lucro obtido com a venda de mel gira em torno de 10 e 30 milhões de libras por

ano, enquanto o valor para a polinização no mesmo período é de cerca de 440 milhões de libras (POTTS, 2010).

Uma importante questão a ser pensada, é que *Apis mellifera* (L.) é a espécie utilizada para polinização dirigida. No Brasil, as abelhas sem ferrão apresentam-se como uma alternativa para substituir essa espécie, uma vez que tem manejo mais simples e menos oneroso, vibram flores (*Buzz pollination*) e não ferroam (HEARD, 1999).

Nesse cenário, podem ser consideradas como elemento chave com grande potencial para uso na “polinização comercial”, uma vez que são nativas e ocorrem naturalmente, fortificando esse grupo como de grande valor socioeconômico e ecológico.

## **2.2 A Importância da Meliponicultura na Conservação de Abelhas sem Ferrão**

A meliponicultura trata-se da criação racional de abelhas sem ferrão. O termo foi criado em 1953, por Paulo Nogueira Neto, pesquisador pioneiro nos estudos com abelhas sem ferrão no Brasil (BARBIÉRI & FRANCOY, 2020). Além disso, é uma prática que pode ser integrada a outras atividades, como plantios florestais e agrícolas (MESQUITA, 2009).

Todavia, a prática data de muito tempo atrás, antes mesmo da colonização das américas pelos europeus, com os povos indígenas que praticavam a criação de abelhas sem ferrão para uso de seus produtos, o que justifica a denominação popular “Abelhas Indígenas Sem Ferrão”, utilizada por muitos (NOGUEIRA-NETO, 1997).

Nas últimas décadas, principalmente com o aumento do desmatamento de matas nativas, ambiente natural de nidificação destas abelhas, estas enfrentam uma grande diminuição de suas populações (LOPES *et al*, 2005). Outros fatores antrópicos, como queimadas e a expansão das zonas urbanas, bem como o uso de agrotóxicos, que podem culminar na má formação de larvas e redução drástica da expectativa de vida de abelhas, contribuem fortemente

para o declínio e desaparecimento das abelhas sem ferrão (KERR *et al.*, 2010; ROSA *et al.*, 2016).

A Mata Atlântica, por exemplo, é a segunda maior floresta pluvial das Américas, e um dos maiores *hotspots* de biodiversidade do mundo, apresentando cerca de 8000 espécies endêmicas; é também um dos biomas mais ameaçados do Brasil, estimando que haja, hoje em dia, menos de 10% de sua cobertura original (TABARELLI *et al.* 2005).

A perda do território original dessa floresta pode ser explicada através de um contexto histórico de interesses econômicos sobre a região litorânea do país, por onde o bioma se estendia (YOUNG, 2012.). Com a redução da Mata Atlântica a níveis drásticos, diversas espécies que dependiam de seu equilíbrio ecossistêmico tornaram-se extremamente ameaçadas, como é o caso de *Melipona scutellaris* (Apidae, Meliponini) que está na lista vermelha dos animais ameaçados de extinção do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (MMA, ICMBio *et al.* 2018).

Estudar a reprodução artificial de ninhos dessa espécie é de grande importância, e o aprimoramento das técnicas de manejo, têm sido a única alternativa para a sobrevivência desta espécie, tornando meliponários verdadeiros pontos de conservação, não somente para esta, mas para diversas outras espécies de Meliponíneos. (KERR *et al.*, 1996; KERR, 2002; IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012).

### **3 MÉTODOS**

#### **3.1 Descrição do período e local de estudo**

O trabalho foi conduzido entre os meses de janeiro e julho de 2016, no meliponário ROCC localizado em uma área de vegetação seminatural no bairro de Aldeia dos Camarás, Camaragibe, Pernambuco (08°01'18"S e 34°58'52"W; altitude de 77m). A área do meliponário apresenta vegetação nativa de Floresta Atlântica, composta por um fragmento de floresta perenifólia de 3 hectares, mesclada com espécies de plantas exóticas cultivadas e árvores frutíferas

tropicais como *Annona muricata* (Annonaceae), *Malpighia emarginata* (Malpighiaceae), *Spondias mombim* (Anacardiaceae), *Eugenia uniflora* (Myrtaceae), *Swietenia macrophylla* (Meliaceae) e *Syzygium* spp. (Myrtaceae).

### 3.2 Obtenção do cerume e tratamento da cera

Cera bruta de *Apis mellifera* foi adquirida junto Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em Mossoró, RN em setembro de 2015 e acondicionada em saco plástico em geladeira até ser utilizada nos experimentos. Para o tratamento da cera, o bloco foi quebrado utilizando martelo e faca, seguido do derretimento em panela de alumínio de 2,5 L contendo 500 mL de água filtrada e 500 gramas de cera. A panela foi levada ao fogão convencional no modo baixo até total derretimento da cera. Para evitar o derramamento do conteúdo, uma espátula foi utilizada para mexer e quando toda a cera chegou em estado líquido, contou-se 3 minutos ou até que a água entrasse em ebulição, quando então o fogo foi desligado.

Cerume de *M. scutellaris* foi obtido no mesmo local da área de estudo. Foi aproveitado o cerume de potes de alimento durante transferências entre caixas, cerume de ninhos mortos e removidos pequenas porções de potes de alimento sem conteúdo de ninhos fortes. Dessa forma foi adquirido em torno de 1,3 kg de cerume bruto, que foi derretido em panela de alumínio de 8 litros contendo dois litros de água filtrada. Todo o conteúdo foi fervido por 20 minutos em fogo baixo, e misturado vigorosamente com uma espátula para evitar que transbordasse devido a formação de bolhas.

Após esse tratamento, a panela foi deixada para esfriar por 24 horas. Depois da solidificação, o cerume foi retirado da panela e lavado em água corrente, removendo as impurezas que se agregam na parte de baixo do bloco. Dessa forma foi conseguido o que denominamos de cerume puro de *Melipona*. Esse cerume foi então novamente derretido utilizando a mesma técnica e panela semelhante àquela utilizada para o derretimento da cera de *Apis*. Ao final foi obtido em torno de 600 g de cerume puro. Esse cerume teve coloração marrom

escuro, consistência maleável e odor muito característico. Ele foi acondicionado em saco plástico e reservado em baixas temperaturas até utilização nos experimentos.

Para os testes de preferência, misturas entre cera pura de *Apis* e cerume puro de *Melipona* foram feitas pesando em balança analítica quantidades de cera e de cerume que perfizessem as concentrações testadas nesse estudo: 25% de cera de *Melipona* com 75% de cera de *Apis*; 50 % de cera de *Melipona* com 50% de cera de *Apis*; e 75% de cera de *Melipona* com 25% de cera de *Apis*. Após pesagem, a cera e cerume foram colocadas em Becker e adicionado 300ml de água filtrada. Cada mistura foi então fervida em fogo baixo e misturada vigorosamente com auxílio de espátula para completa homogeneização. Cada uma das misturas foi deixada esfriar por 24 horas, quando então foram removidas dos beckeres e cortadas em cubos de 2 g com auxílio de estilete.

Para o experimento de multiplicação de colônias (descrito a seguir) foi feita uma mistura em 2 partes de cera pura de *Apis* para uma parte de cerume de *Melipona*. Após derretimento em panela de alumínio, um pincel foi utilizado para pincelar a cera ainda derretida por toda superfície interna das caixas a serem utilizadas nos experimentos (veja descrição posteriormente).

### **3.3 Preferência pelo tipo de cera**

Para observar a preferência pelo tipo de cera, conduziu-se o experimento em 10 ninhos de *M. scutellaris* já estabelecidos e com qualidades semelhantes. Os ninhos foram escolhidos orientados pela observação individual de cada um e baseado no caderno de acompanhamento do produtor. Foram escolhidos ninhos com idades aproximadas, com quantidade de campeiras e alimento estocado semelhantes, visando diminuir o erro por diferenças na capacidade de trabalho de cada colônia. Em cada caixa, foi disponibilizado internamente blocos de cera de 2g em diferentes proporções de mistura entre cera de *Apis* e cerume de *Melipona* (100/0; 75/25; 50/50; 25/75 e 0/100 em peso, respectivamente) e, em seguida, verificou-se a perda de peso dos blocos. Cada ninho recebeu ao mesmo tempo os cinco blocos e esses pesados a cada três

dias, em balança analítica de 0,1 gramas até o décimo segundo dia. Foi considerado que o déficit (perda de peso do bloco) corresponde a quantidade utilizada pelas abelhas.

Como não se obteve uma distribuição normal dos dados coletados, as comparações entre os 5 tratamentos supracitados no terceiro, sexto, nono e décimo segundo dias foram realizadas através da ANOVA não-paramétrica de Kruskal-Wallis seguido do Teste de Dunn ( $p < 0,05$ ) para indicar quais concentrações apresentaram diferença no uso.

### **3.4 Sucesso de estabelecimento dos ninhos**

Para observar o sucesso de estabelecimento de novos ninhos quando ofertada cera para as abelhas, foram multiplicados artificialmente 18 colônias de urucu nordestina utilizando o método modificado de minicolônia descrito por Venturieri *et al* (2015). Foram utilizadas caixas quadradas do tipo INPA de 20 x 20 x 9 cm de medidas internas e 1,5 cm de espessura da parede construídas com mesma madeira (*Cedrelinga* sp. Fabaceae).

Em cada caixa, foram colocadas de um à três discos de cria, somando aproximadamente 400 a 500 células de cria, e entre 100 e 120 operárias jovens por divisão. Cada ninho foi pesado individualmente em balança (precisão de 10g) para obter o peso inicial do ninho. Diferentemente do método de Venturieri, não houve adição de potes de alimento ou alimentação proteica suplementar durante todo o experimento.

Todas as colônias receberam entre o ninho e a tampa uma lâmina de acetato transparente, permitindo a visualização das atividades das abelhas sem necessidade de abrir os ninhos. As entradas das colônias foram mantidas fechadas com fita adesiva até a observação do nascimento das princesas, quando, então, eram abertas para livre circulação das abelhas no campo.

Cada colônia recebeu 100 ml de xarope de açúcar a 50% quando formadas e depois da abertura das colônias, as lixeiras de cada colônia foram esvaziadas com auxílio de espátula, e descartando todas as abelhas mortas com auxílio de pinça. Após abertas a primeira vez, cada colônia foi alimentada com xarope a 50% uma vez por semana nos primeiros 30 dias e uma vez a cada 15

dias nos demais, até completar 90 dias de observação, quando então cada colônia sobrevivente foi novamente pesada para sabermos o ganho de peso.

Para verificarmos se o fornecimento de cera/cerume aumenta a probabilidade de sobrevivência de colônias recém formadas, realizou-se um experimento pareado com três tratamentos. No primeiro grupo, de seis caixas, cera pura de *Apis* foi derretida em panela de alumínio contendo 500 ml de água filtrada e após derretimento completo, pincelada sobre toda a superfície interna da caixa de forma a criar uma película de cerca de 0,5 mm de espessura. No segundo grupo, utilizamos uma mistura de cera de *Apis* e cerume de *Melipona* na proporção de 3 partes de cera de *Apis* para 1 de cerume, também pincelada na parte interna da colônia com cerca de 0,5 mm de espessura. O terceiro grupo foi considerado o controle e não foi utilizada cera.

A cada dia de multiplicação, três ninhos foram formados, sendo uma caixa pintada (pincelada internamente) com cera pura de *Apis mellifera* (N=6), outra com uma mistura de 1/3 de cerume de *Melipona* e 2/3 de cera de *Apis* (N=6), e o controle, onde não houve qualquer adição de cera ou cerume (N=6). Os três ninhos pareados, foram mantidos na mesma prateleira do Meliponário, evitando assim a variável de mudança de local, sombreamento e umidades diferentes.

Para verificar a probabilidade de morte das colônias nos três tratamentos, foi feita uma análise sobrevivência de Cox: Modelo de Risco Proporcional. Esse teste calcula o risco de um evento ocorrer dependente de variáveis testadas. No caso específico a utilização de cera ou não.

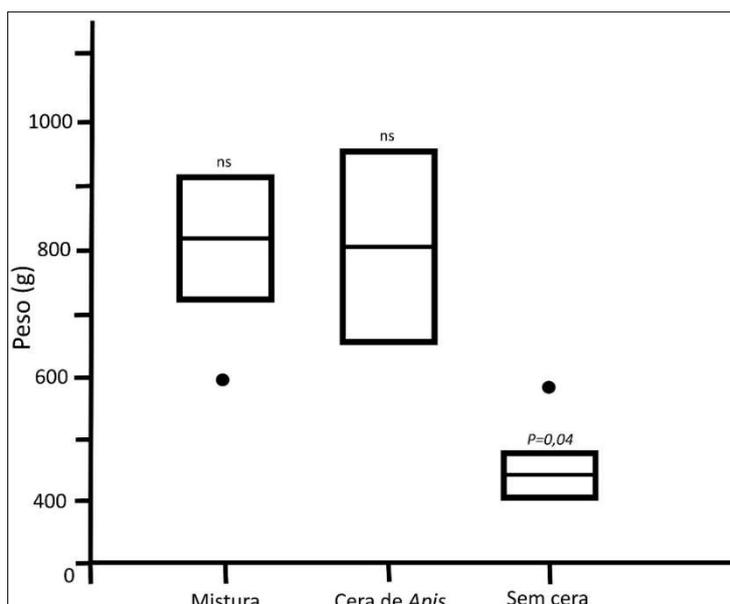
A taxa de sobrevivência e o ganho de peso dos ninhos foi avaliado por 4 meses. Colônias que tiveram pleno desenvolvimento tiveram adicionados uma ou até duas novas alças (gavetas ou módulos) quando pertinente, e novamente pesadas para sabermos os pesos iniciais. Ao final de 90 dias de observação o ganho de peso de cada colônia sobrevivente foi analisado através do teste de Kruskal-Wallis, uma vez que os dados não foram normais, seguido pelo teste de Dunn ( $p < 0,05$ ). As análises foram realizadas no programa BioStat 5.0.

## 4 RESULTADOS

Dos 18 ninhos multiplicados, onze sobreviveram. Das sete colônias que não obtiveram sucesso, três pertenciam ao grupo controle enquanto as outras quatro dividiram-se entre duas para cada tratamento utilizando cera. Por meio da análise de risco proporcional, observou-se que a presença de cera aumenta em 11,7% o risco de morte das colônias sem cera nos 10 primeiros dias, o que não configura risco significativamente grande em relação ao controle. A taxa de risco global foi de 49%, ou seja, não configurou qualquer diferença entre caixas tratadas e não tratadas.

Ao fim de 90 dias de observação, ninhos tratados com cera tiveram um ganho de peso significativamente maior que os ninhos controle, que não receberam cera ( $H= 6.5868$ ,  $p=0.0371$ ,  $gl=2$ ) (Figura 1). Não houve diferença entre os ganhos de peso entre as caixas tratadas com somente cera de *Apis* ou com a mistura (Teste de Dunn, Pontos médios 1-2 e 1-3 ns e 2-3= $< 0.05$ ) (Tabela 1). A mediana do ganho de peso para os ninhos tratados com cera pura de *Apis* foi de 700 g, com a mistura 775g e para ninhos sem adição de cera 350 g.

**Figura 1. Variação do ganho peso de colônias recém multiplicadas de *Melipona scutellaris* em três tratamentos: Mistura de 1/3 de cerume de *Meliponini* e cera *Apis*; cera pura de *Apis*; e caixas controle, sem tratamento com cera.**



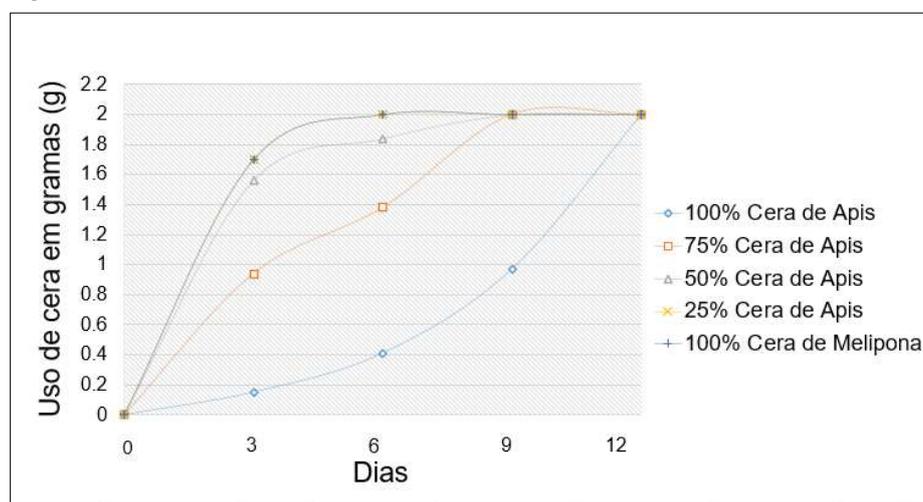
**Tabela 1 – Diferença do ganho de peso entre as colônias recém multiplicadas de *Melipona scutellaris* em três tratamentos: Mistura de 1/3 de cerume de Meliponini e cera *Apis*; cera pura de *Apis*; e caixas controle, sem tratamento com cera.**

H	6,5868			
Graus de Liberdade	2			
(p) Kruskal-Wallis	0,0371			
<b>COMPARAÇÕES</b>	<b>Dif. dos postos</b>	<b>Z calculado</b>	<b>Z crítico</b>	<b>p</b>
Mistura e Cera de <i>Apis</i>	1,750	0,7462	2,394	ns
Mistura e Controle	4,625	1,8258	2,394	ns
Cera de <i>Apis</i> e Controle	6,375	2,5167	2,394	<0,05

Quanto a preferência pelo tipo de mistura de cera, nas colônias observadas, as abelhas utilizaram completamente tanto a cera pura quanto as diferentes misturas fornecidas ao fim dos 12 dias de observação. Entretanto, claramente há uma preferência das abelhas por utilizar primeiro as misturas com maiores concentrações de cerume, uma vez que os blocos com misturas menores de cera de *Apis* foram utilizados mais rapidamente, até a proporção de 25%. (Figura 2).

Ao terceiro dia de observação (Tabela 2), vê-se que houve diferença estatística no uso de ceras com altas concentrações de *Apis* em relação as ceras com altas concentrações de *Melipona*, como pode ser observado na comparação dos postos médios das concentrações de 100% de cera de *Apis* com 50% e 25% de cera de *Apis*, bem como entre 100% de cera de *Apis* com 100% de cerume (H= 43,5524; p < 0,05). Todavia, não há diferença significativa entre o uso de cera de concentrações próximas umas às outras, como observa-se nas

**Figura 2. Uso das diferentes concentrações de cera ofertadas ao longo das observações**



comparações, por exemplo, dos postos médios entre 100% e 75% de cera de *Apis*

**Tabela 2 - Comparação do uso das diferentes concentrações de cera ao 3º dia**

COMPARAÇÕES	Dif. dos postos	Z calculado	Z crítico	p
100% Cera de <i>Apis</i> e 75% Cera de <i>Apis</i>	10,45	1,6030	2,807	ns
100% Cera de <i>Apis</i> e 50% Cera de <i>Apis</i>	26,9	4,1263	2,807	<0,05
100% Cera de <i>Apis</i> e 25% Cera de <i>Apis</i>	31,7	4,8626	2,807	<0,05
100% Cera de <i>Apis</i> e 100% Cerume	30,95	4,7475	2,807	<0,05
75% Cera de <i>Apis</i> e 50% Cera de <i>Apis</i>	16,45	2,5233	2,807	ns
75% Cera de <i>Apis</i> e 25% Cera de <i>Apis</i>	21,25	3,2596	2,807	<0,05
75% Cera de <i>Apis</i> e 100% Cerume	20,5	3,1446	2,807	<0,05
50% Cera de <i>Apis</i> e 25% Cera de <i>Apis</i>	4,8	0,7363	2,807	ns
50% Cera de <i>Apis</i> e 100% Cerume	4,05	0,6212	2,807	ns
25% Cera de <i>Apis</i> e 100% Cerume	0,75	0,1150	2,807	ns

Ao sexto dia de observação (Tabela 3), o uso de cera pelas abelhas permanece semelhante ao que foi visto no terceiro dia, porém, ao nono dia de observação (Tabela 4) o quadro muda, observando diferença significativa do uso de cera pura de *Apis* em relação às demais concentrações ofertadas pelas abelhas ( $H= 48,2283$ ;  $p<0,05$ ), indicando que o consumo de cera de *Apis* é mais tardio, e, ao nono dia de observações, as demais concentrações de cera ofertadas já haviam sido consumidas.

**Tabela 3 - Comparação do uso das diferentes concentrações de cera ao 6º dia**

COMPARAÇÕES	Dif. dos postos	Z calculado	Z crítico	p
100% Cera de <i>Apis</i> e 75% Cera de <i>Apis</i>	11,1	1,7027	2,807	ns
100% Cera de <i>Apis</i> e 50% Cera de <i>Apis</i>	23,9	3,6661	2,807	<0,05
100% Cera de <i>Apis</i> e 25% Cera de <i>Apis</i>	32,5	4,9853	2,807	<0,05
100% Cera de <i>Apis</i> e 100% Cerume	32,5	4,9853	2,807	<0,05
75% Cera de <i>Apis</i> e 50% Cera de <i>Apis</i>	12,8	1,9634	2,807	ns
75% Cera de <i>Apis</i> e 25% Cera de <i>Apis</i>	21,4	3,2826	2,807	<0,05
75% Cera de <i>Apis</i> e 100% Cerume	21,4	3,2826	2,807	<0,05
50% Cera de <i>Apis</i> e 25% Cera de <i>Apis</i>	8,6	1,3192	2,807	ns
50% Cera de <i>Apis</i> e 100% Cerume	8,6	1,3192	2,807	ns
25% Cera de <i>Apis</i> e 100% Cerume	0	0	2,807	ns

**Tabela 4 - Comparação do uso das diferentes concentrações de cera ao 9º dia**

COMPARAÇÕES	Dif. dos postos	Z calculado	Z crítico	p
-------------	-----------------	-------------	-----------	---

<b>100% Cera de <i>Apis</i> e 75% Cera de <i>Apis</i></b>	25	3,8348	2,807	<0,05
<b>100% Cera de <i>Apis</i> e 50% Cera de <i>Apis</i></b>	25	3,8348	2,807	<0,05
<b>100% Cera de <i>Apis</i> e 25% Cera de <i>Apis</i></b>	25	3,8348	2,807	<0,05
<b>100% Cera de <i>Apis</i> e 100% Cerume</b>	25	3,8348	2,807	<0,05
<b>75% Cera de <i>Apis</i> e 50% Cera de <i>Apis</i></b>	0,0	0,0	2,807	ns
<b>75% Cera de <i>Apis</i> e 25% Cera de <i>Apis</i></b>	0,0	0,0	2,807	ns
<b>75% Cera de <i>Apis</i> e 100% Cerume</b>	0,0	0,0	2,807	ns
<b>50% Cera de <i>Apis</i> e 25% Cera de <i>Apis</i></b>	0,0	0,0	2,807	ns
<b>50% Cera de <i>Apis</i> e 100% Cerume</b>	0,0	0,0	2,807	ns
<b>25% Cera de <i>Apis</i> e 100% Cerume</b>	0,0	0,0	2,807	ns

Ao décimo segundo dia de observação, todos os blocos de cera foram completamente utilizados. Em todas as observações, o uso de blocos com mistura de 50% e 75% de cerume não diferiram estatisticamente dos blocos com 100% de cerume, indicando que a partir destas concentrações, as abelhas não apresentam preferência para o cerume puro.

## 5 DISCUSSÃO

A importância dos resultados dessa pesquisa para a criação racional de abelhas sem ferrão deve ser reconhecida. Freitas (2020) aponta uma carência de técnicas que possibilitem o aumento do número e qualidade de colônias de meliponíneos, o que pode ser considerado um empecilho para o desenvolvimento amplo da meliponicultura, e um gargalo frente ao crescente aumento da demanda do mercado por ninhos para criação racional e uso na polinização de culturas agrícolas.

Embora técnicas de multiplicação e para aumentar a qualidade dos ninhos tenham sido pesquisadas (VENTURIERI *et al* 2012; 2015, VILAS-BOAS 2012), ainda pouco é feito para melhoria e padronização de técnicas de multiplicação artificial e produção maciça de colônias (JAFFÉ *et al* 2015; revisão em VOLLET-NETO *et al* 2018). Vilas-Boas (2012), por exemplo, testou diferentes concentrações de xarope como suplementação alimentar de colônias multiplicadas e verificou que o fornecimento de xarope de açúcar em concentrações próximas à 50% aumenta a sobrevivência e qualidade dos ninhos de *M. scutellaris*. Entretanto esse trabalho não testou a doação de cera para as colônias recém multiplicadas.

O uso de cera e cerume na multiplicação de ninhos de meliponíneos vem sendo estudado por décadas (NOGUEIRA-NETO, 1953; 1997). Em manuais de criação para meliponicultores, o uso de cera é recomendado para a construção de entradas artificiais em caixas racionais, bem como a construção de pilares a serem utilizados entre os discos de cria movidos para as melgueiras, a fim de permitir a circulação de operárias entre o fundo da caixa e os discos de cria (CARVALHO-ZILSE, 2005, VILAS-BOAS, 2012). Entretanto essa é a primeira vez que a cera foi sistematicamente testada em multiplicações.

Os resultados desse trabalho mostram que o fornecimento de cera no início da vida de colônias multiplicadas, apesar de não diminuir significativamente o risco de morte dos ninhos, tem um efeito positivo, uma vez que as colônias tratadas apresentaram ganho de peso duas vezes maior do que o observado no grupo controle.

É fácil compreender que o fornecimento deste material é útil para as colônias, isso porque trata-se de um produto metabolicamente caro. As abelhas precisam consumir muito mel e pólen para produzir pequenas quantidades de cera e somente abelhas recém emergidas são produtoras desse material (CRUZ-LANDIM, 1967). Nas colônias tratadas a energia gasta para a produção de cera pode ter sido utilizada para outras atividades, como reprodução e estocagem de alimento, proporcionando um ganho de qualidade das colônias com poucos dias de multiplicação.

As rainhas recém estabelecidas nas colônias têm rapidamente a possibilidade de oviposição em células de cria, e a quantidade de cera aparentemente não limitou a construção de novos discos no período observado. Além disso, com a cera doada logo no início do desenvolvimento colonial, torna-se possível construir mais rapidamente estruturas de armazenamento de alimento, essenciais para o ganho de peso e qualidade das colônias.

A construção de discos de cria proporcionou maior possibilidade de oviposição da rainha. Isso também implica em ganho de tempo para o meliponicultor, que conseguirá ninhos maiores e mais fortes em menos tempo. Já tendo cera dentro dos ninhos, para ser utilizada pelas abelhas, garante que esse recurso tão caro já possa ser prontamente utilizado pelas abelhas. É importante ressaltar que o fornecimento de cera e cerume pode, em alguns

casos, ser prejudicial ao desenvolvimento do ninho. Paulo Nogueira-Neto (1997) chama atenção para o fato de que tal fornecimento pode facilitar a transmissão de enfermidades entre colônias, sendo assim, importante que o produtor não forneça cera ou cerume *in natura* para suas colônias.

A técnica aqui descrita que utilizou o derretimento da cera e sua liquefação em alta temperatura, e pincelagem na madeira das caixas mostrou-se bastante efetiva, uma vez que elimina possíveis patógenos e gera um selamento da madeira (revestimento) o que diminui a probabilidade da entrada na colônia especialmente das moscas de Phoridae (*Pseudohyocera kertezi*), tão temidas pelos produtores e considerada a principal praga da atividade (Jaffe et al 2015). Além disso a pincelagem da cera nas caixas gera uma superfície ampla para a raspagem da cera pelas abelhas, gerando a possibilidade de uso rápido.

Nosso experimento de preferência por diferentes misturas de cera mostra claramente que as abelhas de *M. scutellaris* preferiram usar sua própria cera em detrimento à cera pura de *Apis*. Os resultados mostram que rapidamente os blocos de cerume puro e com concentração de cera de *Apis* até 50%, foram utilizados, em detrimento ao uso da cera pura de *Apis*.

Duas possibilidades para o resultado encontrado podem ser discutidas. O cerume puro de Meliponini é muito mais maleável que a cera de *Apis*, que apresenta uma rigidez muito maior. Isso possivelmente restringiu o uso nos primeiros dias da cera de *Apis*. Provavelmente as abelhas levam mais tempo para manipular a cera pura de *Apis* que sua própria cera. Misturas com menores concentração de cera de *Apis* gradativamente também apresentam maior maleabilidade, o que poderia explicar também seu uso mais rápido. A segunda é que as abelhas preferem sua própria cera por características químicas e odoríferas intrínsecas da mesma,

Nossos resultados mostram que o uso de mistura de cera de *Apis* a partir de 50% é praticamente o mesmo da cera pura de Meliponini e a mistura com 75% de cera de *Apis* tem seu uso em tempo intermediário. Salienta-se que o cerume de abelhas sem ferrão é um produto muito caro não somente para as abelhas, mas também economicamente para o produtor, variando entre 200 e 400 reais, já a cera de *Apis* é negociada entre 40 e 70 reais por quilo. Isso explica

o porquê escolhemos uma mistura de 2/3 de cera de *Apis* e 1/3 de cera de *Melipona* para o experimento de multiplicação artificial. Foi o que consideramos economicamente mais viável para o produtor, visando o maior ganho econômico possível. Salienta-se, entretanto, que mesmo preferindo sua própria cera, as abelhas irão utilizar a cera pura de *Apis* em poucos dias, que será misturada a sua própria cera e servirá para a construção das estruturas do ninho.

Mais estudos são necessários para entendermos qual a melhor forma de fornecimento de cera às abelhas, mas nosso estudo claramente demonstra sua importância no aumento de qualidade dos ninhos recentemente multiplicados. Indicamos que ao multiplicar artificialmente os ninhos, os produtores pinchem cera derretida sobre a parte interna da colônia, seja misturada ou não com cerume de abelhas sem ferrão. Nossos resultados podem ser estendidos para outras espécies não somente do gênero *Melipona*, mas também outros gêneros criados, como *Plebeia*, *Scaptotrigona*, *Frieseomellita*, entre outros.

Observações empíricas e não sistemáticas feitas por diversos criadores e estudiosos das abelhas sem ferrão mostram que o fornecimento de cera em finas camadas ou em pequenos pedaços é muito importante para aumentar a qualidade dos ninhos (Dirk Koedam, Francisco das Chagas, Rodrigo Carvalho, informação pessoal).

Embora já esteja há muito presente na literatura especializada (NOGUEIRA-NETO, 1997), o presente estudo representa a primeira tentativa sistemática de entender as preferências do uso de cera por abelhas sem ferrão. Para o manejo de *Apis mellifera*, o manejo de cera é reconhecidamente importante para aumento de produtividade desde o advento da caixa *langstroth* no século 19 (WIESE, 2005). Entender o uso e fornecimento de cera para abelhas sem ferrão é um passo importante para o aumento de produtividade, quantidade e qualidade das multiplicações artificiais feitas pelos produtores.

## 6 CONCLUSÕES

Concluimos, com este trabalho, que a probabilidade de morte das colônias tratadas com cera e (ou) cerume não é significativamente diferente daquelas não tratadas e, ninhos que receberam cera e (ou) cerume, tiveram um melhor desenvolvimento que aqueles que não receberam o tratamento, indicando que o fornecimento desses materiais aumenta a qualidade dos enxames recém formados. Indicamos usar essa técnica para *M. scutellaris* e para outras espécies de abelhas sem ferrão. Observamos ainda que as abelhas têm preferência por cerume da própria espécie, em detrimento da cera pura de *Apis*, porém, misturas acima de 50% de cerume não diferem do cerume puro, ou seja, as abelhas usam tais misturas no mesmo tempo que cerume puro.

## REFERÊNCIAS

BARBIÉRI, Celso; FRANCOY, Tiago Mauricio. Modelo teórico para análise interdisciplinar de atividades humanas: A meliponicultura como atividade promotora da sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, 2020.

BEGO, L. R. On some aspects of bionomics in *Melipona bicolor bicolor* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 1983.

BLOMQUIST, Gary J.; ROUBIK, David W.; BUCHMANN, Stephen L. Wax chemistry of two stingless bees of the *Trigonisca* group (Apidae: Meliponinae). **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry**, v. 82, n. 1, p. 137-142, 1985.

BREED, Michael D. Recognition pheromones of the honey bee. **Bioscience**, v. 48, n. 6, p. 463-470, 1998.

BUCHWALD, Robert; BREED, Michael D.; GREENBERG, Alan R. The thermal properties of beeswaxes: unexpected findings. **Journal of Experimental Biology**, v. 211, n. 1, p. 121-127, 2008.

CAMARGO, João MF; PEDRO, Silvia RM. Mutualistic Association between a Tiny Amazonian Stingless Bee and a Wax-Producing Scale Insect1. **Biotropica**, v. 34, n. 3, p. 446-451, 2002.

CARDINAL, Sophie; DANFORTH, Bryan N. Bees diversified in the age of eudicots. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 280, n. 1755, p. 20122686, 2013.

CARVALHO-ZILSE, Gislene Almeida et al. **Criação de abelhas sem ferrão**. ProVárzea/Ibama: Inpa, 2005.

CAVALCANTE, Vagner Melo; OLIVEIRA, Vagner Tadeu Paes de; CRUZ-LANDIM, Carminda da. Comparative study of wax glands in four Meliponini bees (Hymenoptera, Apidae) producing different quantities of wax. **Iheringia. Série Zoologia**, n. 89, p. 193-198, 2000.

DA CRUZ LANDIM, Carminda. Estudo comparativo de algumas glândulas das abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e respectivas implicações evolutivas. **Arquivos de Zoologia**, v. 15, n. 3, p. 177-290, 1967.

LANDIM, Carminda da Cruz. Evaluation of the wax and scent glands in the Apinae (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the New York Entomological Society**, p. 2-13, 1963.

DRORY, Edouard. Nouvelles observations sur les Melipones. **Le Rucher du Sud-Ouest**, v. 1, p. 59-61, 1873.

ENGELS, Wolf; IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L. Caste development, reproductive strategies, and control of fertility in honey bees and stingless bees. In: **Social insects**. Springer, Berlin, Heidelberg, 1990. p. 167-230.

FREITAS, B. M.; PEREIRA, JOP. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture: The international response. In: **A contribution to the International Workshop on solitary bees and their role in pollination held in Berberibe, Cerara, Brazil. Solitary bees: Conservation, rearing and management for pollination**. 2004.

FREITAS, Breno Magalhães; NUNES-SILVA, Patrícia. Polinização agrícola e sua importância no Brasil. **Vera Lúcia Imperatriz-Fonseca; Dora Ann Lange Canhos; Denise de Araújo Alves**, p. 103-118, 2012.

DE FREITAS, Paulo Vitor Divino Xavier et al. Noções básicas para criação de abelhas nativas: alimentação e multiplicação. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, p. 15, 2020.

GARIBALDI, Lucas A. et al. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. **science**, v. 339, n. 6127, p. 1608-1611, 2013.

HEARD, Tim A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual review of entomology**, v. 44, n. 1, p. 183-206, 1999.

HEBLING, Nilton José; KERR, Warwick E.; KERR, F. S. Divisão de trabalho entre operárias de *Trigona* (*Scaptotrigona*) *xanthotricha* Moure. **Papéis Avulsos de Zoologia, São Paulo**, v. 16, p. 115-127, 1964.

**Hepburn, R. H.** (1986). *Honeybees and Wax*. Berlin: Springer-Verlag.

IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lucia et al. Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. **São Paulo: EDUSP**, 2012.

JAFFÉ, Rodolfo et al. Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. **PloS one**, v. 10, n. 3, p. 11, 2015.

KERR, Warwick Estevam et al. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 20-41, 2010.

KERR, W. E. Extincao de especies: a grande crise biologica do momento e como afeta os meliponineos. **Anais do V encontro sobre abelhas**, p. 4-9, 2002.

KERR, Warwick Estevam; ZILSE, Gislene Almeida Carvalho; NASCIMENTO, Vania Alves. *Abelha urucu: biologia, manejo e conservação*. 1996.

KERR, Warwick E.; DE LELLO, Edy. Sting glands in stingless bees: a vestigial character (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the New York Entomological Society**, p. 190-214, 1962.

KOEDAM, D. et al. Production of wax by virgin queens of the stingless bee *Melipona bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Insectes sociaux**, v. 49, n. 3, p. 229-233, 2002.

KURSTJENS, S. P. et al. The conversion of wax scales into comb wax by African honeybees. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 156, n. 1, p. 95-102, 1985.

MESQUITA, Thatiana Martins dos Santos et al. Diversidade de abelhas solitárias (Hymenoptera, Apoidea) que nidificam em ninhos-armadilha em áreas de Cerrado, MG. 2009.

MICHENER, C. D. *The Bees of the World*. Baltimore, **The John Hopkins University Press**, 2007.

MICHENER, Charles D. The meliponini. In: **Pot-honey**. Springer, New York, NY, 2013. p. 3-17.

MMA, ICMBio et al. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VII - Invertebrados. 2018.

NOGUEIRA NETO, Paulo. Criação de abelhas indígenas sem ferrão (Meliponinae). 1953.

NOGUEIRA NETO, Paulo. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. Nogueirapis, 1997.

OLLERTON, Jeff; WINFREE, Rachael; TARRANT, Sam. How many flowering plants are pollinated by animals?. **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321-326, 2011.

PINHEIRO, Mardiore et al., POLINIZAÇÃO POR ABELHAS. *In*: RECH, A. R. et al. **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. p.205-234.

POTTS, Simon G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in ecology & evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

POTTS, Simon G. et al. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. **Nature**, v. 540, n. 7632, p. 220-229, 2016.

QUEIROZ, Ana Carolina M. et al. Stingless bees fed on fermented soybean-extract-based diet had reduced lifespan than pollen-fed workers. **Sociobiology**, v. 66, n. 1, p. 107-112, 2019.

DE SOUZA ROSA, Annelise et al. Consumption of the neonicotinoid thiamethoxam during the larval stage affects the survival and development of the stingless bee, *Scaptotrigona aff. depilis*. **Apidologie**, v. 47, n. 6, p. 729-738, 2016.

RÖSCH, G. A. Über die Bautätigkeit im Bienenvolk und das Alter der Baubienen. **Zeitschrift für vergleichende Physiologie**, v. 6, n. 2, p. 264-298, 1927.

RÖSCH, G. A. Untersuchungen über die Arbeitsteilung im Bienenstaat. II. Teil: Die Tätigkeiten der Arbeitsbienen unter experimentell veränderten Bedingungen. **Zeitschrift für vergleichende Physiologie**, v. 12, p. 1-71, 1930.

SANDEMAN, De; TAUTZ, J.; LINDAUER, M. Transmission of vibration across honeycombs and its detection by bee leg receptors. **Journal of Experimental Biology**, v. 199, n. 12, p. 2585-2594, 1996.

SLAA, Ester Judith et al. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 293-315, 2006.

SNODGRASS, Robert E. **Anatomy of the honey bee**. Cornell University Press, 1956.

STREHLE, M. A. et al. Raman spectroscopic study of spatial distribution of propolis in comb of *Apis mellifera carnica* (Pollm.). **Biopolymers: Original Research on Biomolecules**, v. 72, n. 4, p. 217-224, 2003.

TABARELLI, MARCELO et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.

TEIXEIRA, Joyce et al. Soy extract as protein replacement to feed *Melipona flavolineata* Friese (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Journal of Apicultural Research**, v. 59, n. 1, p. 104-114, 2020.

TULLOCH, Alexander Patrick. Beeswax—composition and analysis. **Bee World**, v. 61, n. 2, p. 47-62, 1980.

VENTURIERI, G. C. et al. Meliponicultura no Brasil: situação atual e perspectivas futuras para o uso na polinização agrícola. **Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**, p. 213-236, 2012.

VENTURIERI, G. C.; BAQUERO, P. L.; COSTA, L. Formação de minicolônias de uruçú-cinzenta [*Melipona fasciculata* Smith 1858 (Apidae, Meliponini)]. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2015.

VILAS BOAS, Hélio Conceição. Multiplicação induzida de colmeias de abelhas *Melipona seminigra* Friese, 1903 (Hymenoptera, Apidae) submetidas a diferentes tipos de alimentação complementar, em Manaus—AM. 2012.

VILLANUEVA-G, Rogel; ROUBIK, David W.; COLLI-UCÁN, Wilberto. Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatán peninsula. **Bee World**, v. 86, n. 2, p. 35-41, 2005.

VOLLET-NETO, A. et al. Recent advances in reproductive biology of stingless bees. **Insectes sociaux**, v. 65, n. 2, p. 201-212, 2018.

WHITCOMB, W. Feeding bees for comb production. **Gleanings in Bee Culture**, v. 74, n. 4, p. 198-202, 1946.

WIESE, Helmuth. **Apicultura: novos tempos**. Porto Alegre: Agrolivros, 2005.

WILLE, Alvaro; MICHENER, Charles D. The nest architecture of stingless bees with special reference to those of Costa Rica (Hymenoptera, Apidae). **Revista de biologia tropical**, 1973.

WOLOWSKI, M. et al. Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil. **Editores Cubo, São Carlos**, 2019.

YOUNG, Carlos Eduardo F. et al. Desmatamento e desemprego rural na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, v. 13, n. 2, p. 75-88, 2012.