



Estudos aplicados às

ABELHAS NÃO SEMIARIDÃO

RÔMULO MAGNO
OLIVEIRA DE FREITAS

FRANCISCO VIEIRA
SALES JÚNIOR
(Orgs.)



editoraifrn

Estudos aplicados às

ABELHAS N̄O SEMIARID̄O

**RÔMULO MAGNO
OLIVEIRA DE FREITAS**

**FRANCISCO VIEIRA
SALES JÚNIOR**
(Orgs.)



editoraifrn

Natal, 2024

Presidente da República
Luiz Inácio Lula da Silva

Ministro da Educação
Camilo Santana

Secretário de Educação Profissional e Tecnológica
Marcelo Bregagnoli



INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande do Norte

Reitor

José Arnóbio de Araújo Filho

Pró-Reitor de Pesquisa,
Pós-graduação e Inovação

Avelino Aldo de Lima Neto

Coordenador da Editora IFRN

Magda Renata Marques Diniz

Rodrigo Luiz Silva Pessoa

Conselho Editorial do IFRN

Alba Valéria Saboia Teixeira Lopes

Alison Pereira Batista

Alana Drizê Gonzatti dos Santos

Albérís Eron Flávio de Oliveira

Airton Araújo de Souza Júnior

Avelino Aldo de Lima Neto

Amilde Martins da Fonseca

Bruno Balbino Aires da Costa

Cedrick Cunha Gomes da Silva

Cláudia Battestin

Elisabete Pianco de Sousa

Ênio Fernandes Amorim

Francinaide de Lima Silva Nascimento

Jobson Martins da Silva Maranhão

Joicy Suely Galvão da Costa

José Everaldo Pereira

José Geraldo Bezerra Galvão Júnior

José Soares Batista Lopes

Julie Thomas

Kaline Andreza de França Correia Andrade

Leonardo Alcântara Alves

Luciana Maria Araújo Rabelo

Magda Renata Marques Diniz

Marilson Donizetti Silvino

Paulo Augusto de Lima Filho

Pedro Felipe de Lima Henrique

Paula Ivani Medeiros dos Santos

Ramón Evangelista dos Anjos Paiva

Raúl Humberto Veliz Chávez

Rômulo Magno Oliveira de Freitas

Tacicleide Dantas Vieira

Vanilton Pereira da Silva

Projeto gráfico, diagramação e capa

Hanna Andreza Fernandes Sobral

Revisão linguística:

Giovana Victoria Fernandes Mascarenhas

Prefixo editorial: Editora IFRN

Linha editorial: Acadêmica

Disponível para *download* em:

<http://memoria.ifrn.edu.br>



Contatos

Rua Dr. Nilo Bezerra Ramalho, 1692, Tirol, Natal-RN, CEP: 59015-300

Telefones: (84) 4005-0763 | (84) 4005-0863 | E-mail: editora@ifrn.edu.br

Estudos aplicados às

ABELHAS ^{N̄O} SEMIARID̄O

RÔMULO MAGNO
OLIVEIRA DE FREITAS

FRANCISCO VIEIRA
SALES JÚNIOR
(Orgs.)



Os textos assinados, no que diz respeito tanto à linguagem quanto ao conteúdo, não refletem necessariamente a opinião do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. As opiniões são de responsabilidade exclusiva dos respectivos autores. É permitida a reprodução total ou parcial desde que citada a fonte.

E81 Estudos aplicados às abelhas no semiárido [livro eletrônico] / Rômulo Magno Oliveira de Freitas, Francisco Vieira Sales Júnior (organizadores). Natal : IFRN, 2024.
359 p. : il. ; PDF

ISBN: 978-85-8333-333-3

1. Abelha - Estudos. 2. Abelhas nativas. 3. Apicultura. 4. Produtos apícolas. I. Freitas, Rômulo Magno Oliveira de. II. Sales Júnior, Francisco Vieira. III. Título.

IFRN/SIBi

CDU 638.12

Divisão de Serviços Técnicos
Catalogação da publicação na fonte elaborada pela Bibliotecária
Marise Lemos Ribeiro – CRB-15/418

Esta obra foi submetida e selecionada por meio de edital específico para publicação pela Editora IFRN, tendo sido analisada por pares no processo de editoração científica.

APRESENTAÇÃO

Apresentamos a você um livro com uma abordagem profissional e embasada em estudos científicos realizados por pesquisadores do Instituto Federal do Rio Grande do Norte nas áreas de ciências agrárias e ambientais, que certamente despertará curiosidade naqueles que desejam se aprofundar no mundo das abelhas e explorar os benefícios que elas podem trazer para a nossa sociedade.

Com uma abordagem profissional embasada em estudos científicos, o livro “Estudos aplicados às abelhas no semiárido” abrange uma gama de tópicos em seus 16 capítulos relacionados à apicultura e às abelhas nativas. Desde a formulação e avaliação da qualidade de produtos apícolas alimentícios e não-alimentícios e a utilização de mel, pólen e própolis, até a conservação das abelhas no semiárido, cada capítulo oferece uma riqueza de informações valiosas e práticas.

O livro “Estudos aplicados às abelhas no semiárido” é fonte de conhecimento para apicultores, meliponicultores e entusiastas da natureza, que desejam compreender a importância socioambiental e econômica desses animais fascinantes no semiárido.

Sumário

Capítulo 1 Abelhas solitárias (*Hymenoptera; Apidae*) que nidificam em cavidades artificiais em áreas cultivadas com aceroleiras na região do Semiárido Potiguar **9**

Capítulo 2 Dinâmica de ocupação e comportamento de nidificação de abelhas e vespas solitárias que nidificam em ninhos-armadilha na região de Martins – RN **32**

Capítulo 3 Utilização de ninhos-armadilha por abelhas e vespas solitárias na região serrana de Portalegre/RN **76**

Capítulo 4 Avaliação do desenvolvimento colonial da abelha partamona seridoensis (*Hymenoptera Apidae*) em caixa racional na Caatinga **100**

Capítulo 5 Análise da influência dos fatores abióticos na atividade de voo da abelha Jandaíra (*Melipona Subnitida*) **118**

Capítulo 6 Comportamento de pastejo e recurso coletado por abelhas *Apis Mellifera* nas flores do Juazeiro (*Ziziphus Joazeiro*) **141**

Capítulo 7 Influência dos fatores ambientais na defensividade das colônias de abelhas *Apis Mellifera* l. No município de Pau dos Ferros, RN **155**

Capítulo 8 Adequação do método “quechers” para preparação de amostras de mel abelha *Apis Mellifera* l contaminadas experimentalmente com imidacloprid l., utilizando espectrofotometria UV-Visível **173**

Capítulo 9 Pólen apícola na fabricação de alimentos sustentáveis **196**

Capítulo 10 Características físico-químicas da própolis em função do método de produção, período de colheita e tempo de armazenamento no estado do Rio Grande do Norte **220**

Capítulo 11 A influência do aumento da temperatura na descristalização do mel de abelhas (*Apis Mellifera*) através de uma máquina artesanal utilizando parâmetros de cor, acidez, PH, umidade e HMF (hidroximetilfurfural) **237**

Capítulo 12 Produção de um descristalizador de mel de abelhas *Apis Mellifera*: buscando baixo custo na sua confecção e garantia da identidade e qualidade do mel de abelhas **259**

Capítulo 13 Estudo de possíveis adulterações em amostras de mel de abelha *Apis Mellifera* comercializadas na microrregião do Vale do Açu **284**

Capítulo 14 Análise físico-química de mel de abelha *Apis Mellifera* enriquecido com própolis verde e essência de tutti-frutti **305**

Capítulos 15 Formulação, análise química e teste de estabilidade de sabonetes íntimos glicerinados com mel de abelhas **321**

Capítulo 16 Avaliação da digestibilidade e toxicidade da farinha de coco para abelhas *Apis Mellifera* **343**

CAPÍTULO

01

Abelhas solitárias
(HYMENOPTERA; APIDAE) que
nidificam em cavidades artificiais
em áreas cultivadas com aceroleiras
na região do semiárido potiguar

ANTONIA CARMEN BENTO LEITE
DANIEL DE FREITAS BRASIL
MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES BRASIL

INTRODUÇÃO

As espécies de abelhas sociais são, em geral, as mais utilizadas para a polinização de cultivos agrícolas comerciais, sobretudo, pela alta densidade de indivíduos que podem ser mantidos em uma determinada área (Cruz; Campos, 2009) e pela facilidade de serem manejadas em caixas racionais ou em colmeias padronizadas que possibilitam o transporte seguro dessas colônias aos cultivos agrícolas (Imperatriz-Fonseca, 2004). Embora as abelhas sociais possuam grande habilidade de polinizar uma vasta diversidade de espécies vegetais, existem algumas restrições na utilização dessas abelhas como polinizadores eficientes para todas as culturas, devido, principalmente, à grande diversidade de morfologias florais e síndromes de polinização especializadas que fazem com que uma única espécie de abelha não seja capaz de explorar e polinizar toda essa diversidade (Westerkamp; Gottsberger, 2000).

No Brasil, pesquisas comprovam que as abelhas solitárias possuem um papel importante e eficaz na polinização de algumas culturas agrícolas, como o maracujá amarelo (*Passiflora edulis*) (Siqueira *et al.*, 2009), murici (*Byrsonima* sp.) (Rêgo *et al.*, 2006), maracujá doce (*Passiflora alata*) (Gaglianone *et al.*, 2010), caju (*Anacardium occidentale*) (Freitas; Paxton, 1998), entre outras.

A aceroleira (*Malpighia emarginata*) é outro exemplo de cultura agrícola que é eficientemente polinizada pelas abelhas solitárias, embora também seja visitada por outros grupos de insetos (Freitas *et al.*, 1999, Vilhena; Augusto, 2007; Oliveira; Schlindwein, 2009; Magalhães; Freitas, 2013). Essa planta pertence à família Malpighiaceae e é cultivada comercialmente por possuir frutos com elevado teor de ácido ascórbico (vitamina

C), os quais são utilizados para a alimentação na forma natural, transformados em doces, sucos, sorvetes e na fabricação de produtos farmacêuticos e de cosméticos (Costa; Andrade, 2003; Mendonça; Medeiros, 2011; Embrapa, 2012; Souza, 2015). No que diz respeito à questão ambiental, a produção de acerola permite recuperar áreas que sofreram degradação e controlar processos erosivos (Homma, 2011). Ela pode florescer e frutificar diversas vezes durante o ano, podendo chegar até a nove safras/ano (Musser, 1995; Costa; Andrade, 2003).

A maioria dos gêneros da família Malpighiaceae desenvolveram elaióforos florais e disponibilizam óleos em lugar de néctar aos seus polinizadores (Buchmann, 1987; Vogel, 1990). Por disponibilizar pólen e óleo como recursos aos visitantes florais, essa família atrai polinizadores especializados na coleta de óleo, principalmente fêmeas de abelhas da tribo Centridini, o grupo mais diversificado de abelhas coletoras de óleos (Neff; Simpson, 1981; Ramalho; Silva, 2002).

Ao visitar as inflorescências da aceroleira para coletar óleos florais, a região ventral do corpo das espécies de Centridini entram em contato com as anteras e estigmas, o que faz dessas abelhas os polinizadores efetivos de plantas dessa espécie (Vilhena; Augusto, 2007). Algumas espécies de Centridini, como as abelhas do gênero *Centris*, aceitam, com facilidade, nidificar em cavidades artificiais ofertadas pelo homem, podendo nidificar em abundância nesses substratos e serem instaladas em pomares, como nos de acerola (Oliveira; Schindwein, 2009; Magalhães; Freitas, 2013).

Com a expansão das áreas agrícolas, a carência de polinizadores tem sido relatada como um dos fatores limitantes da produtividade em muitas culturas (Cordeiro, 2009). Nos pomares de acerola, tem sido observado frequentemente baixos índices

de frutificação, mesmo no período de florescimento abundante, quando os polinizadores não estão na área de cultivo. Isso acontece em consequência da aceroleira ser uma espécie vegetal dependente de polinização cruzada para a produção satisfatória de frutos e do déficit de polinizadores nativos que apresentam menor abundância, principalmente, no período seco (Ritzinger *et al.*, 2004; Guedes *et al.*, 2011; Oliveira *et al.*, 2015).

Sabendo que a presença dos polinizadores em determinadas culturas influencia diretamente na produtividade, no peso, no número de sementes e na qualidade dos frutos (Siqueira *et al.*, 2009; Souza *et al.*, 2009) e que as abelhas potenciais polinizadoras da aceroleira, como as abelhas do gênero *Centris*, aceitam, com facilidade, nidificar em cavidades artificiais ofertadas pelo homem (Oliveira; Schlindwein, 2009; Magalhães; Freitas, 2013), este trabalho tem como objetivo estudar os aspectos do comportamento de nidificação de abelhas solitárias que nidificam em ninhos-armadilha introduzidos em pomares de acerola (*Malpighia emarginata*), visando aumento dos polinizadores e da produtividade das aceroleiras nas estações seca e chuvosa. Para tanto, foram verificados a ocupação, emergência, composição, riqueza, abundância e preferência por diâmetros de abelhas que nidificam em ninhos-armadilha.

METODOLOGIA

Localização da pesquisa

A pesquisa foi conduzida em dois pomares de aceroleiras localizados em uma propriedade rural no município de Doutor Severiano, Rio Grande do Norte, no período de agosto de 2020 a março de 2021.

Caracterização da área de estudo

O município de Doutor Severiano está situado no Alto Oeste do estado do Rio Grande do Norte na mesorregião do Oeste Potiguar entre as coordenadas 06°05'40" de latitude sul e 36°22'29" de longitude oeste, com uma altitude média de 370 m. O clima característico do município é o tropical chuvoso, apresentando temperaturas médias anuais de 28,1°C, umidade média relativa do ar de 66% e período chuvoso concentrado nos meses de janeiro a junho. A vegetação predominante é a caatinga hiperxerófila, que apresenta um caráter mais seco com grande quantidade de cactáceas e plantas de porte mais baixo, e a floresta caducifólia, que apresenta espécies caducas que perdem as folhas no período seco (IDEMA, 2008).

As plantas de ambos os pomares eram oriundas de mudas enxertadas adquiridas de viveiristas credenciados, com espaçamento de 4x4 m, estavam em produção há cerca de 7 anos e eram irrigadas no período seco por gotejamento. Um dos pomares possuía 1500 plantas, o outro continha 1000 plantas. Ambos os pomares estão distantes entre si cerca de 200 m. No entorno do cultivo, havia outras plantas de interesse agrícola, como a mangueira (*Mangifera indica*), goiabeira (*Psidium guajava*) e umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e não havia presença de mata nativa nas proximidades dos pomares.

Amostragem de abelhas nos ninhos-armadilha

Para a amostragem de abelhas solitárias foram confeccionados seis ninhos-armadilha produzidos em blocos de madeira fixados em um caibro de sustentação (Figura 1).



Figura 1 – Ninho-armadilha produzidos em blocos de madeira fixados em um caibro de sustentação

Fonte: elaboração própria.

Dois ninhos-armadilha vazios foram instalados em um dos pomares de acerola em outubro de 2019, visando a nidificação das cavidades disponibilizadas a fim de contribuir com a multiplicação das populações de abelhas para essa pesquisa. Após a produção dos ninhos de madeira, foram confeccionados tubos de cartolina preta, fechados com fita adesiva em uma das extremidades com diâmetros de 6, 7, 8, 9 e 10 mm e comprimento variando de 5 a 9 cm. Esses foram inseridos nos orifícios produzidos nos blocos de madeira.

Depois de finalizados, os ninhos-armadilha foram distribuídos em dois pomares de aceroleiras, contabilizando, assim, três ninhos em cada pomar (dois vazios e um nidificado que já estava na área).

Após as vistorias dos ninhos com o intuito de verificar a ocupação dos substratos, os tubos de cartolina nidificados foram coletados, identificados e substituídos por outros novos de igual diâmetro, a fim de manter a mesma quantidade de ninhos na estação. Posteriormente, os tubos nidificados foram inseridos, individualmente, em mangueiras plásticas transparentes com pequenos furos para permitir a

oxigenação, mantidos à temperatura ambiente e vistoriados diariamente até a emergência dos indivíduos.

A identificação dos espécimes foi realizada por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Análise de dados

Para a avaliação da ocupação dos ninhos-armadilha na área de estudo, os dados foram dispostos em tabela, em que foi mostrado a quantidade de ninhos fundados por cada espécie e sua frequência relativa.

A representação da frequência relativa na distribuição dos ninhos das espécies foi determinada pelo número de ninhos de uma determinada espécie em relação ao número total de ninhos construídos por espécies fundadoras, representada pela fórmula:

$$f = (n_i / N) \times 100$$

Em que:

f - frequência relativa;

n_i - número de ninhos fundados de uma dada espécie;

N - número total de ninhos construídos por espécies fundadoras.

O tempo de emergência das espécies começou a ser contabilizado a partir do dia em que os ninhos finalizados foram coletados no campo. Os dados foram apresentados através de tabelas com médias e desvio padrão.

Para verificar a existência da preferência por diâmetro entre as espécies de abelhas e vespas solitárias, foi utilizado o método de porcentagem feito no *Excel*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocupação dos ninhos-armadilhas

Nas duas áreas de pomar de aceroleiras foram ocupados um total de 107 ninhos-artificiais do total de 538 oferecidos mensalmente, uma vez que, a cada coleta, era realizada a reposição dos ninhos. Desse total de ninhos, em 34 foram registradas emergências de indivíduos, sendo 21 de abelhas, 8 de vespas e em 5 ninhos só emergiram espécies parasitas, não sendo possível identificar a espécie fundadora. No restante dos ninhos, em 73 houve mortalidade total dos ocupantes. A Tabela 1 apresenta a lista das espécies ocupantes nas duas áreas estudadas.

Tabela 1 – Espécies de abelhas e vespas e número de ninhos de indivíduos observados nas duas áreas de estudo no município de Doutor Severiano, Rio Grande do Norte, Brasil

Espécie	Número de ninhos		Total	Frequência %
	Pomar 1	Pomar 2		
Abelhas				
<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith, 1874	1	10	11	37,93
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> Fabricius, 1804	0	4	4	13,79
<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug, 1810	2	4	6	20,69
Total de espécies ocupantes (abelhas)	3	18	21	
Vespas				
<i>Trypoxylon</i> sp.1	0	6	6	20,69
<i>Trypoxylon</i> sp.2	0	2	2	6,90
<i>Chrysididae</i>	0	5*		
Total de espécies ocupantes (vespas)	0	8	8	
Moscas (Díptera)				
Bombiliidae	0	2*		
Total de ninhos com emergência			34	

*Espécies parasitas, como não são fundadoras, não entram na porcentagem de número de ninhos fundados. **Fonte:** elaboração própria.

Foram coletadas cinco espécies de abelhas e vespas nidificantes, distribuídas em três gêneros (*Centris*, *Tetrapedia* e *Trypoxylon*). Além das espécies de vespas e abelhas consideradas fundadoras, foi registrada uma espécie cleptoparasita pertencente à família Chrysididae (gênero indeterminado) e uma espécie de mosca pertencente à família Bombyliidae (Díptera).

Das espécies de abelhas fundadoras, a *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874 foi a espécie mais frequente, ocupando 37,93% dos ninhos-armadilha, seguida pela *Tetrapedia diversipes* Klug, 1810 (20,69%) e *Centris (Heterocentris) analis* Fabricius, 1804 (13,79%). Já em relação às espécies fundadoras de vespas, a *Trypoxylon* sp.1 foi a espécie mais frequente (20,69%), seguida por *Trypoxylon* sp. 2 (6,90%). Além das espécies de vespas e abelhas consideradas fundadoras, foi registrada uma espécie cleptoparasita pertencente à família Chrysididae (gênero indeterminado), cujos indivíduos ocuparam cinco ninhos e uma de espécie mosca pertencente à família Bombyliidae (Díptera), cujos indivíduos ocuparam dois ninhos.

Alguns estudos realizados com essa mesma metodologia afirmam que as espécies do gênero *Centris* são frequentemente as que mais ocupam ninhos-armadilha artificiais (Viana *et al.*, 2001; Aguiar; Martins, 2002; Aguiar *et al.*, 2005; Aguiar *et al.*, 2013), o que corrobora com os resultados deste trabalho e constata que esta metodologia pode ser aplicada a programas de polinização de plantas visitadas por essas abelhas, como em cajueiros e em pomares de aceroleiras (Oliveira; Schilindwein, 2009; Maia-Silva *et al.*, 2012; Magalhães; Freitas, 2013; Souza, 2019).

Diversos estudos têm destacado a importância de espécies de abelhas Centridini, especialmente as abelhas incluídas no

gênero *Centris*, na polinização da aceroleira (Vilhena; Augusto, 2007; Oliveira; Schilindwein, 2009; Magalhães; Freitas, 2013; Souza, 2019). Devido à aceroleira necessitar da atuação das abelhas da tribo Centridini, é de suma importância que, além da inserção de ninhos-armadilha em áreas de pomares de aceroleiras, se faça a preservação e manutenção do meio ambiente, para que essas abelhas consigam nidificar ao redor das áreas de cultivo. Essa ação irá colaborar na permanência dessas visitantes, trazendo assim, benefícios para a espécie vegetal (Magalhães; Freitas, 2012).

Emergência dos indivíduos

Do total de ninhos registrados com emergência foram obtidos 50 indivíduos, sendo 34 abelhas, 14 vespas e 2 moscas (Diptera). As emergências das abelhas foram mais intensas nos meses de dezembro de 2020 e janeiro de 2021.

Dos ninhos que foram nidificados por abelhas, a *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874 foi a espécie fundadora mais abundante, totalizando 14 indivíduos emergidos, seguida pela *Tetrapedia diversipes* Klug, 1810 com 11 indivíduos e *Centris (Heterocentris) analis* Fabricius, 1804 com 9 indivíduos emergidos. Já com relação aos ninhos fundados por vespas, a espécie mais abundante foi a *Trypoxylon* sp.1 com sete indivíduos emergidos, seguida pela *Trypoxylon* sp. 2 com dois indivíduos emergidos. Com relação às espécies parasitas, emergiram cinco indivíduos da família Chrysididae e dois indivíduos da família Bombyliidae (Díptera) (Tabela 2).

Tabela 2 – número de indivíduos emergidos e tempo de emergência (dias) das espécies de abelhas e vespas solitárias nidificantes na região serrana de Dr. Severiano, Rio Grande do Norte

Espécie	Número de indivíduos emergidos		Tempo de emergência (dias)
	Pomar 1	Pomar 2	
Abelhas			
<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith, 1874	1	13	16,64 ± 12,98
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> Fabricius, 1804	0	9	23,33 ± 11,91
<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug, 1810	7	4	26,18 ± 10,51
Subtotal	8	26	
Vespas			
<i>Trypoxylon</i> sp.1	0	7	27,85 ± 5,72
<i>Trypoxylon</i> sp.2	0	2	33,50 ± 12,02
Chrysididae	0	5	29,4 ± 7,86
Subtotal	0	14	
Moscas (Díptera)			
Bombiliidae	0	2	38 ± 0
Total de indivíduos emergidos	8	42	

Fonte: elaboração própria.

O tempo decorrido para a emergência dos indivíduos variou entre as espécies de abelhas, vespas e moscas. No grupo das abelhas, as *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874 levaram em média 16,64 ± 12,98 dias para emergir, *Centris (Heterocentris) analis* Fabricius, 1804 levou em média 23,33 ± 11,91 dias e a *Tetrapedia diversipes* Klug, 1810 uma média de 26,18 ± 10,51 dias. No grupo das vespas, a espécie *Trypoxylon* sp.1 levou uma média de 27,85 ± 5,72 dias para emergir, enquanto a

Trypoxylon sp.2 levou, em média, $33,50 \pm 12,02$ dias. As espécies parasitas da família Chrysididae levaram, em média, $29,4 \pm 7,86$ dias para emergir e as moscas da família Bombiliidae 38 ± 0 dias (Tabela 2).

As abelhas do gênero *Centris* foram as espécies de abelhas mais abundantes em nidificações, assim como no número de indivíduos produzidos no presente trabalho. Estudos realizados com ninhos-armadilha demonstram que as espécies do gênero *Centris* são comumente as dominantes na ocupação desses ninhos e têm sido também abundantes em diversos trabalhos feitos no Nordeste brasileiro (Viana *et al.*, 2001; Aguiar; Martins, 2002; Aguiar *et al.*, 2005; Melo; Zanela, 2012; Aguiar *et al.*, 2013). Durante o trabalho, não foi observado o período de diapausa nas espécies de *Centris*, mesmo tendo conhecimento que isso aconteça na época seca, sendo uma estratégia para sobreviver e livrar-se das condições desfavoráveis da estação (Aguiar; Garófalo, 2004).

Alguns autores sugerem que essa espécie tem preferência em nidificar em áreas quentes e ensolaradas (Aguiar; Garófalo, 2004), o que corrobora com as características das áreas de estudo do presente trabalho, que recebem incidência solar principalmente no período seco, favorecendo a nidificação dessa espécie. Essas podem ser características importantes e favoráveis para o manejo das espécies de *Centris* nos programas de polinização de culturas agrícolas (Aguiar *et al.*, 2013).

As espécies do gênero *Tetrapedia* costumam emergir quando há uma riqueza de alimento maior e um bom local para nidificação e extração de óleo. Algumas abelhas levaram mais tempo para emergir, quando comparadas com as outras de mesma espécie (Cordeiro, 2009).

Preferência por diâmetros

Houve nidificação de espécimes em todos os diâmetros ofertados. No entanto, os diâmetros preferidos para a fundação dos ninhos foram os de 8 mm e 9 mm (Tabela 3).

As abelhas *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874 manifestaram uma preferência pelos orifícios que medem 8 mm e 9 mm, porém também construíram ninhos nos diâmetros de 6 mm e 7 mm. Já as abelhas da espécie *Centris (Heterocentris) analis* Fabricius, 1804 preferiram os orifícios que mediam 8 mm, apesar de terem fundado um ninho em um orifício de 7 mm. As abelhas do gênero *Tetrapedia diversipes* Klug, 1810 demonstraram preferência pelos diâmetros de 8 mm e 10 mm.

Se tratando do grupo das vespas, a *Trypoxylon* sp.1 teve seis ninhos fundados, sendo três ninhos em cavidades de 8 mm e três ninhos em cavidades de 9 mm, demonstrando uma certa preferência por diâmetros maiores. A *Trypoxylon* sp.2 fundou apenas dois ninhos, em orifícios com diâmetro de 8 mm. Com relação as espécies parasitas, a Chrysididae emergiu em sua maioria dos ninhos com diâmetros de 8 mm, porém emergiu também de orifícios de 7 e 9 mm. Os dois indivíduos de Bombiliidae emergiram de ninhos com 8 mm de diâmetro (Tabela 3).

Tabela 3 – preferência de diâmetro por ninho de abelhas e vespas solitárias que nidificaram na região serrana de Dr. Severiano, Rio Grande do Norte

Espécie	Diâmetros				
	6mm	7mm	8mm	9mm	10mm
Abelhas					
Centris (Heterocentris) terminata Smith, 1874	1	1	4	5	0
Centris (Heterocentris) analis Fabricius, 1804	0	1	3	0	0
Tetrapedia diversipes Klug, 1810	0	0	3	0	3
Vespas					
Trypoxylon sp.1	0	0	3	3	0
Trypoxylon sp.2	0	0	2	0	0
Chrysididae	0	1	3	1	0
Moscas (Díptera)					
Bombiliidae	0	0	2	0	0

Fonte: elaboração própria.

Diversos fatores podem influenciar as abelhas e vespas na escolha do diâmetro de seus ninhos, tais como: recursos para provisionamento das células, disponibilidade de cavidades adequadas e os tamanhos das fêmeas (Aguiar; Garófalo, 2004; Krombein, 1967; Aguiar; Garófalo, 2005; Jesus; Garófalo, 2000). As abelhas geralmente escolhem diâmetros que apresentam medidas semelhantes, mas sempre levando em consideração o tamanho das espécies e como a célula e seu corpo se ajustam na cavidade, sendo importante destacar que orifícios maiores exigem uma maior demanda de trabalho e de material a ser utilizado na construção do ninho, além do alto gasto energético da abelha para coletar e acomodar os materiais utilizados

(Aguiar; Martins, 2002). Já as espécies de vespas *Trypoxylon* apresentam hábitos que costumam variar a preferência por diâmetros (Krombien, 1967; Danks, 1970; Fricke, 1991; Garcia e Adis, 1995), tendo em vista fatores como o tamanho das vespas e das presas que elas levam para o ninho.

Informações sobre a preferência de diâmetros são importantes, pois podem ser utilizadas para confecção de ninhos-armadilha personalizados com o diâmetro preferido por cada espécie de abelha, sendo fundamental para a atração da espécie desejada, e por conseguinte, utilizados para polinização de diversas espécies de plantas, como por exemplo, as abelhas do gênero *Centris*, que são fundamentais na polinização das aceroleiras (Sazan *et al.*, 2014; Klein *et al.*, 2020).

Após a inserção dos ninhos das áreas de cultivo, observou-se um aumento na taxa de nidificação nos ninhos vazios, um aumento intenso no número de abelhas polinizando as flores das aceroleiras e um aumento na taxa de produção de frutos, principalmente no período seco, depois que foram inseridos os ninhos de abelhas nas áreas de cultivo, quando comparado ao ano anterior sem abelhas na plantação.

As aceroleiras possuem índices muitos baixos de frutificação, mesmo tendo florescimento excessivo (Ritzinger *et al.*, 2004), o que se explica pela dependência de polinizadores para terem uma taxa de frutificação satisfatória (Guedes *et al.*, 2011). Por essa razão, fica evidente que a frutificação efetiva em aceroleiras é elevada a partir da polinização cruzada, principalmente quando comparada à autopolinização (Freitas *et al.*, 1999; Lopes *et al.*, 2001; Guedes *et al.* 2011; Oliveira *et al.* 2015). O estudo de Martins *et al.* (1999) mostra que os índices de frutificação da aceroleira podem atingir valores de até 53%, de acordo com a abundância de polinizadores nos pomares.

CONCLUSÕES

Cinco espécies de abelhas e vespas fundadoras de ninhos, distribuídas em três famílias, nidificaram nos ninhos-armadilha.

Das espécies de abelhas fundadoras a *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874 foi a espécie mais frequente na ocupação dos ninhos e na quantidade de indivíduos emergidos.

O tempo decorrido para a emergência dos indivíduos variou entre as espécies de abelhas e vespas.

O diâmetro preferido para nidificação das espécies foi o de 8 mm.

Após a inserção dos ninhos-armadilha nos pomares, observou-se um aumento no número de abelhas polinizando as flores das aceroleiras e nas taxas de frutificação da cultura, principalmente no período seco.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. J. C.; MARTINS, C. F. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanaguape, Paraíba, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 1, p. 101-116, 2002.

AGUIAR, C. M. L.; DOREA, M. C.; FIGUEROA, L. E. R.; LIMA, L. C. L.; SANTOS, F. A. R. Nidificação de abelhas coletoras de óleo (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha em uma área de Caatinga. **Revista Magistra**, v. 25, p. 80-83, 2013.

AGUIAR, C.M.L.; GARÓFALO, C.A.; ALMEIDA, G.F. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que nidificam em ninhos-armadilha em áreas de floresta semi-decídua e caatinga, Bahia, Brasil. **Rev. Bras. Zool.** 22: 1030-1038, 2005.

AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 3, p. 477-486, 2004.

BUCHMANN, S. L. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology and Systematics**. v. 18, p. 343-369, 1987.

CORDEIRO, G. D. **Abelhas solitárias nidificantes em ninhos-armadilha em quatro áreas de Mata Atlântica do Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP, Ribeirão Preto. p. 78, 2009.

COSTA, F. A.; ANDRADE, W. D. C. **A cultura da acerola no Brasil e no Pará: aspectos estruturais de produção e mercado.** Belém: ADS/Amazônia, 2003.

CRUZ, D. O; CAMPOS, L. A. O. Polinização por abelhas em cultivos protegidos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.15, n.1-4, p. 5-10, 2009.

DANKS, H. V. Biology of some stem-nesting aculeate Hymenoptera. **Trans. Royal Entomol. Soc. London**, v. 122, p. 323-329, 1970.

EMBRAPA. **A cultura da acerola**, 3. ed. rev. e ampli. Brasília, DF, 2012.

FREITAS, B. M.; ALVES, J. E.; BRANDAO, G. F.; ARAUJO, Z. B. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, Centris bees, in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 133, p. 303-311, 1999.

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, n. 1, p. 109-121, 1998.

FRICKE, J. M. Trap-nest bore diameter preferences among sympatric *Passaloecus* spp. (Hymenoptera: Shcedidae). **Great Lakes Entomol.** (Michigan), v. 24, p. 123-125, 1991.

GAGLIANONE, M. C., ROCHA, H. H. S., BENEVIDES, C. R., JUNQUEIRA, C. N., & AUGUSTO, S. C. Importância de Centri-

dini (Apidae) na polinização de plantas de interesse agrícola: o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) como estudo de caso na região sudeste do Brasil. **Oecologia Australis**, 14(1), 152-164. 2010.

GARCIA, M.V.B. & ADIS, J. Comportamento de nidificação de *Trypoxylon (Trypargilium) rogenhoferi* Kohl (Hymenoptera, Sphecidae) em uma floresta inindável de várzea na Amazônia Central. **Amazoniana, Plon**, v. 13, p. 259-282, 1995.

GUEDES, R.S., ZANELLA, F.C.V., MARTINS, C.F., SCHLINDWEIN, C. Déficit de polinização da aceroleira no período seco no semiárido paraibano. **Rev. Bras. Frutic.** 33(2), 465-471, 2011.

HOMMA, A. K. O. Utilização de espécies frutíferas de uso múltiplo na recomposição de reservas legais e áreas degradadas. *In: Frutal Amazônia*, 6.; Semana da fruticultura, floricultura e agroindústria; Flor Pará, 11., 2011, Belém, PA. **Anais**. Belém, PA: Instituto Frutal, 2011.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil de seu município**: Pau dos Ferros. Natal, 2008.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização**, 2004.

JESUS, B.M.V.; C.A. GARÓFALO. Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie** 31: p. 503-515, 2000.

KROMBEIN, K. V. **Trap-nesting wasps and bees: Life histories, nests and associates.** Washington: Smithsonian Press, p. 569-570, 1967.

KLEIN, A. M.; FREITAS, B. M.; BOMFIM, I. G. A.; BOREUX, V.; FORNOFF, F.; OLIVEIRA, M. O. A Polinização Agrícola por Insetos no Brasil: Um Guia para Fazendeiros, Agricultores, Extensionistas, Políticos e Conservacionistas. **Freiburg: Nature Conservation and Landscape Ecology, Albert-Ludwigs University Freiburg, 2020.**

LOPES, R. *et al.* Repetibilidade de características do fruto de aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 3, p. 507-513, 2001.

MAGALHÃES, C. B.; FREITAS, B. M. Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. **Apidologie**: p.1-6, 2013.

MAGALHÃES, C. B. *et al.* **Introdução da abelha coletora de óleo *Centris (Heterocentris) analis* para polinização e aumento de produtividade de cultivos comerciais de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.).** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, 2012.

MAIA-SILVA, C.; SILVA, C.I.; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R.T.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. **Guia de plantas visitadas por abelhas na caatinga.** Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 1ª ed., p. 195, 2012.

MARTINS, C.G.M.; LORENZON, M.C.A.; BAPTISTA, J.L. Eficiência de tipos de polinização em acerola. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 12, n. 1, p. 55-59, 1999.

MELO, R. R.; ZANELA, F. C. V. Dinâmica de Fundação de Ninhos por Abelhas e Vespas Solitárias (Hymenoptera, Aculeta) em Área de Caatinga na Estação Ecológica do Seridó. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** v. 7, n. 4, p. 657-662, 2012.

MENDONÇA, V.; MEDEIROS, L. F. **Culturas da aceroleira e do maracujazeiro**. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semiárido, Departamento de Ciências Vegetais. (Boletim Técnico, v. 4), 2011.

MUSSER, R. S. Tratos culturais na cultura da acerola. *In*: SÃO JOSÉ, A.R.; ALVES, R.E. (Eds.). **Acerola no Brasil**: produção e mercado. Vitória da Conquista: UESB, p. 47-52, 1995.

NEFF, J.L.; SIMPSON, B.B. Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): morphology, function, and use in systematics. **Journal of the Kansas Entomological Society** 54:95-123, 1981.

OLIVEIRA, J. E. M.; NICODEMO, D.; OLIVEIRA, F. F. Contribuição da polinização entomófila para a produção de frutos de aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, mar, 2015.

OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. Searching for a Manageable Pollinator for Acerola Orchards: The Solitary Oil-Collecting Bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Journal of Economic Entomology**. v.102, n.1, p. 265-273, 2009.

RAMALHO, M.; SILVA, M. Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v. 2, n. 1/2, p. 34-43, 2002.

RÊGO, M.; ALBUQUERQUE, P.; RAMOS, M.; CARREIRA, L. Aspectos da biologia de nidificação de *Centris flavifrons* (Friese) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos principais polinizadores do murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae) no Maranhão. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, p. 579-587, 2006.

RITZINGER, R.; SILVA, L. C. V.; ALVES, M. G. V. Polinização da aceroleira. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. **Acerola em foco**, n. 7, 2004.

SAZAN, MORGANA S.; QUEIROZ, E. P.; CALIMAN, M. J. F.; HINIJOZA, A. P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SILVA, C. I.; GAROFALO, C. A. Manejo dos Polinizadores da Aceroleira. **Holos**, 1. ed. Ribeirão Preto, 54p., 2014.

SIQUEIRA, K. M. M.; KIILL, L. H. P.; MARTINS, C. F.; LEMOS, I. B.; MONTEIRO, S. P.; FEITOZA, E. A. Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na Região do Vale do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 1-12, 2009.

SOUZA, G. D. S.; SOUZA, P. S. S.; DE ARAÚJO, K. L. G.; REBOUÇAS, P. L. O.; KIILL, L. (2019). Nidificação de espécies de *Centris* em ninhos-armadilha para incremento dos serviços de polinização em aceroleiras. *In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. *In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*

DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 14., 2019, Petrolina. **Anais**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019.

SOUZA, MYLENA PAZINATO DE. **Estudo de compostos naturais de acerola (Malpighiaemarginata D.C.) para cosméticos**. Defesa realizada em 2015. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Química – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

SOUZA, R. M. *et al.* Requerimentos de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú-CE-Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p.238-242, 2009.

VIANA, B. F.; SILVA, F. O.; KLENERT, A. M. P. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no nordeste do Brasil. **Neotrop. Entomol.** v. 30, p. 245-251, 2001.

VILHENA, A. M. G. F; AUGUSTO, S. C. Polinizadores da aceroleira *Malpighiaemarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 14-23, 2007.

VOGEL, S. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. **Memoirs of the New York Botanical Garden**. v. 55, p. 130-142, 1990.

WESTERKAMP, C.; GOTTSBERGER, G. Diversity pays in Crop Pollination. **Crop Science**. v.40, p.1209-1222, 2000.

CAPÍTULO 02

Dinâmica de ocupação e
comportamento de nidificação
de abelhas e vespas solitárias que
nidificam em ninhos-armadilha na
região de Martins-RN

JOÃO VICTOR TEIXEIRA DE FREITAS
DANIEL DE FREITAS BRASIL
MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES-BRASIL

INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é considerada um dos biomas mais diversos da Terra (MMA, 2000), já chegando a abranger uma área total de 1,3 milhões de km² dividida em 17 estados brasileiros, todavia, com a degradação causada pelo homem, resta apenas 7% de sua cobertura original (Primack; Rodrigues, 2001; MMA, 2012). As áreas cobertas pela vegetação da Mata Atlântica ainda sofrem com a ação antrópica, e por isso, perdem grande parte da diversidade da fauna e da flora nela existente (Morellato; Haddad, 2000; Cullen *et al.*, 2009; MMA, 2012).

Atuando na conservação de diversos biomas, as abelhas e vespas são os principais insetos polinizadores na maioria dos ecossistemas mundiais (Biesmeijer; Slaa, 2006), sendo fundamentais para a manutenção de diversas espécies de plantas (Constaza *et al.*, 1997; Cordeiro, 2009; Imperatriz-Fonseca; Nunes-Silva, 2010).

Estima-se que cerca de 85% das abelhas e 90% das vespas conhecidas possuem comportamento solitário (Evans; Ebehard, 1970; Batra, 1984). Esse comportamento é caracterizado pela independência da fêmea que, após emergir e ser fecundada, busca algum local para nidificar, construir o ninho, aprovisionar as células de cria, pôr os ovos e, caso seja necessário, proteger o ninho de inimigos. Todas essas tarefas são realizadas sem a ajuda de uma abelha da mesma geração ou grau de parentesco (mãe e filha). Geralmente, após cumprirem essas tarefas, elas morrem sem nem mesmo conhecer a próxima geração (Alves-dos-Santos *et al.*, 2002; Michener, 2007; Silva *et al.*, 2014).

As abelhas e vespas solitárias possuem diversos hábitos de nidificação (Lima, 2016). A maioria das espécies constroem

seus ninhos no solo, madeiras ou em cavidades preexistentes (ninhos abandonados de outros animais, abertura em árvores, ou galeria construídas em madeira por outros insetos ou pelo homem) (Krombein, 1967; Silveira *et al.*, 2002; Garófalo *et al.*, 2004).

As abelhas constroem seus ninhos a partir de folhas, pétalas, areia, barro ou resinas, variando de material de acordo com a espécie (Jayasingh; Freeman, 2014), enquanto os ninhos de vespas são construídos principalmente de barro, em alguns casos, com a utilização de celulose. Uma das diferenças entre abelhas e vespas no hábito de nidificação é o fato das vespas levarem insetos para os ninhos para alimentação de suas crias, já as abelhas alimentam sua prole com néctar e pólen (O'Neill, 2001; Krombein, 1967).

O fato dessas abelhas e vespas nidificarem em cavidades preexistentes faz com que as fêmeas sejam atraídas a ocuparem cavidades artificiais oferecidas pelo homem, denominadas de ninhos-armadilha (Krombein, 1967; Garófalo *et al.*, 2012). A utilização de tais ninhos ajuda a fornecer várias informações sobre o processo de nidificação. Algumas delas são: arquitetura dos ninhos; o material utilizado por cada espécie de abelha para a construção desse ninho; as formas imaturas; os recursos alimentares utilizados para alimentação das células; período de nidificação; razão sexual; tempo de desenvolvimento dos insetos; inimigos naturais e mortalidade, dentre outras (Martins; Pimenta, 1993; Camarotti-de-Lima; Silva *et al.*, 2014).

Com essa técnica, é possível amostrar espécies que vivem em um determinado local, evitando aquelas que estejam apenas transitando pela região (Camillo *et al.*, 1995; Tscharncke *et al.*, 1998; Morato; Campos, 2000; Gazola; Garófalo, 2009), como

também, comprovar a eficiência de algumas espécies de abelhas com potencial polinizador e que nidificam em cavidades preexistentes, podendo vir a ser utilizadas em programas de manejo de polinização de culturas e em serviços ambientais (Rêgo et al., 2006; Oliveira; Schlindwein, 2009; Gaglianone et al., 2010; Magalhães; Freitas, 2013; Giannini et al., 2013).

Entretanto, ainda é necessário a realização de muitas pesquisas para que esses insetos sejam utilizados em escala comercial e na conservação de ambientes. Desse modo, a possibilidade de se obter e estudar os ninhos artificiais dessas espécies artificialmente é o primeiro passo para que a criação desses indivíduos em larga escala seja assegurada (Cordeiro, 2009; Garófalo et al., 2012).

Dessa forma, o objetivo deste estudo é avaliar os aspectos de nidificação das abelhas e vespas que nidificam em cavidades preexistentes na Serra de Martins, Rio Grande do Norte. De modo mais específico, analisar a composição, abundância, riqueza e tempo de emergência das espécies; preferência por diferentes tipos de diâmetros; estrutura e arquitetura dos ninhos; razão sexual, parasitismo e mortalidade.

METODOLOGIA

Localização do experimento

A pesquisa foi realizada em um fragmento de Mata Atlântica localizado na cidade de Martins, interior do Rio Grande do Norte, mais precisamente no Hotel Serrano, entre os meses de março/2016 a fevereiro/2018. A área de estudo está localizada entre as coordenadas geográficas 06°05'278" S e 37°54'557" W e a aproximadamente 700 metros de altitude.

Caracterização da área de estudo

O município de Martins está localizado em uma região serrana, totalizando uma área de 169,47 km², com precipitação anual de 800 mm (Gurgel, 2012). O clima da área é tropical chuvoso (sub-úmido) e possui temperatura média anual de 22,7°C, tendo um período chuvoso de janeiro a junho e seco de julho a dezembro (Santos, 2016).

A vegetação predominante no município é a Caatinga hiperxerófila e os brejos de altitudes. A caatinga é caracterizada pela fácil adaptação a climas quentes e escassez e a má distribuição de chuvas, como na região do semiárido (SEPLAN, 2013). Já os brejos de altitudes, vegetação onde foram realizadas as coletas do referido estudo, também conhecidos como matas úmidas, são encontradas em altitudes elevadas, onde pode se constatar a existência de uma floresta sub-perenifólia com condições ideais para que haja o desenvolvimento de uma flora composta por resquícios de Caatinga e Mata Atlântica, se destacando ao redor das matas que possuem um caráter mais seco (Neres, 2014).

Amostragem das abelhas com ninhos-armadilha

As espécies de abelhas e vespas solitárias foram amostradas por meio de ninhos-armadilha, utilizando-se de tubos de cartolina preta, tendo uma das extremidades fechada com fita adesiva e colocados em orifícios predeterminados na madeira, os quais foram sustentados por um caibro e cobertos com uma telha de fibrocimento para proteger de chuvas e sol. No experimento, foram disponibilizados dois ninhos-armadilha, cada um com 126 orifícios para nidificação com variação de diâmetros entre 5, 6, 9 e 10 mm e com comprimento de 8 cm, segundo a metodologia apresentada por Camillo *et al.* (1995) (Figura 2).



Figura 2 – A e B: vista frontal dos ninhos-armadilha dispostos na área de estudo, evidenciando os canudos confeccionados com cartolina preta dispostos em blocos de madeira – Martins, Rio Grande do Norte, Brasil

Fonte: Elaboração própria.

Coleta de dados

As coletas foram feitas mensalmente, com o objetivo de visualizar a evolução de nidificação dos tubos. Quando os tubos estavam com a parede completamente selada, indicando que o ninho havia sido finalizado, eram retirados, identificados e levados ao laboratório.

Após estarem nidificados, os tubos eram substituídos por novos com o mesmo diâmetro, para assim, dar oportunidade a novas nidificações. No momento da coleta, caso fosse observado abelha em atividade em algum dos tubos, esse era identificado e retirado na coleta posterior, independentemente de estar selado ou não, pois caso não estivesse, era sinal que o ninho havia sido abandonado.

Os tubos foram colocados em garrafas *pet* de 250 ml ou em mangueiras transparentes, ambas com pequenos furos que permitem a oxigenação e fechadas com fita adesiva. As amostras foram armazenadas no laboratório localizado em Pau dos Ferros/RN e observadas diariamente por um período de cinco meses após a data da coleta.

Após a emergência dos indivíduos, os ninhos foram abertos, fotografados e analisados com relação ao número de células de cria,

comprimento do ninho construído, material utilizado para a nidificação (areia, folhas vegetais e resina) e mortalidade dos indivíduos. Quando o ninho não apresentava nenhuma emergência, eram abertos e analisados de acordo com os fatores citados anteriormente.

Os indivíduos emergidos foram sacrificados em câmara mortífera sob vapor do acetato de etila, montados em alfinetes entomológicos, colocados em estufa a 40°C por 24 horas e devidamente etiquetados. A identificação dos indivíduos foi feita pelo Mestre Thiago Mahlmann do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Análise dos dados

Para a avaliação da ocupação dos ninhos-armadilha na área de estudo, os dados foram dispostos em tabela, em que foi mostrada a quantidade de ninhos fundados por cada espécie e sua frequência relativa.

A representação da frequência relativa na distribuição dos ninhos das espécies foi determinada pelo número de ninhos de uma determinada espécie em relação ao número total de ninhos construídos por espécies fundadoras. Representada pela fórmula:

$$f = (n_i / N) \times 100$$

Na qual:

f - frequência relativa;

n_i - número de ninhos fundados de uma dada espécie;

N - número total de ninhos construídos por espécies fundadoras.

O tempo de emergência das espécies começou a ser contabilizado a partir do dia em que os ninhos finalizados foram coletados no campo. Portanto, o tempo em que foi observado

a emergência das espécies de abelhas e vespas solitárias pode não corresponder exatamente ao desenvolvimento, já que as coletas foram feitas apenas uma vez ao mês. Os dados foram apresentados através de tabelas com médias e desvio padrão.

Para verificar a existência da preferência por diâmetro entre as espécies de abelhas e vespas solitárias, foi utilizado o método de porcentagem feito no *Excel*.

A média dos comprimentos encontrados nos ninhos ocupados ($M = \sum c / N$) foi realizada através da fórmula:

$$M = \frac{\sum c}{N}$$

Na qual: M - média;

$\sum c$ - somatória dos comprimentos dos ninhos;

N - ninhos ocupados.

Os dados dos comprimentos dos ninhos foram submetidos ao programa Excel e foram usadas as equações de média e desvio padrão. A razão sexual foi calculada através da proporção do número de machos emergidos pelo de fêmeas, dividindo o número de fêmeas pelo número de machos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocupação dos ninhos-armadilha

Durante os vinte e quatro meses de coleta, foram ocupados 305 ninhos. Desses, foi possível identificar as espécies de 251 (82,30%) (Tabela 1), por meio dos indivíduos emergidos. Nos demais ninhos, em 32 (10,50%) houve mortalidade total dos indivíduos e em 22 (7,20%) não foi possível fazer a identificação dos indivíduos emergidos.

Tabela 1 – Número e frequência relativa dos ninhos fundados na região serrana de Martins, Rio Grande do Norte

Família / Espécie	Número de ninhos	Frequência %
Abelhas		
Apidae		
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> Fabricius, 1804	115	46,56%
<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith, 1874	5	2,03%
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	4	1,62%
<i>Tetrapedia</i> sp.1	92	37,25%
<i>Mesocheira bicolor</i> Fabricius, 1804	*	
Megachilidae		
<i>Megachile</i> sp.2	1	0,40%
Anthidiini sp. (Gênero indeterminado)	1	0,40%
Halictidae		
<i>Augochlora</i> sp.1	1**	0,40%
Subtotal	218	88,26%
Vespas		
Crabronidae		
<i>Trypoxylon</i> sp.1	4	1,62%
<i>Trypoxylon</i> sp.2	6	2,43%
<i>Trypoxylon lactitarse</i>	18	7,29%
<i>Trypoxylon punctivertex</i>	1	0,40%
Chrysididae	*	
Subtotal	29	11,74%
Moscas (Díptera)		
Bombyliidae		
	*	
Subtotal	-	-
Total	247	100%

*Espécies parasitas, como não são fundadoras, não entram na porcentagem de número de ninhos fundados. **A *Augochlora* sp.1 emergiu em um único ninho junto com um indivíduo da *Trypoxylon lactitarse*, e por isso não entra nos cálculos.

Fonte: elaboração própria.

Dos 251 ninhos ocupados e com indivíduos identificados, foi possível identificar as espécies fundadoras em 247 (Tabela 1), pois nos 4 restantes só emergiram indivíduos parasitas.

Foram amostrados 218 ninhos ocupados pelas abelhas pertencentes a oito espécies nidificantes distribuídas em três famílias (Apidae, Megachilidae e Halictidae), cinco gêneros (*Centris*, *Tetrapedia*, *Mesocheira*, *Megachile*, e *Augochlora*) e uma tribo (Anthidiini). Em relação às vespas, foram registrados 29 ninhos pertencentes a cinco espécies, sendo quatro pertencentes ao gênero *Trypoxylon* da família Crabonidae e uma sem gênero identificado pertencente à família Chrysididae. Além de abelhas e vespas, foi identificada uma espécie de mosca (Díptera), pertencente à família Bombyliidae (Tabela 1).

Das espécies de abelhas fundadoras, a *Centris (Heterocentris) analis* Fabricius, 1804 foi a espécie mais frequente, ocupando 46,56% dos ninhos-armadilha, seguida pelas *Tetrapedia* sp.1 (37,25%), *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874 (2,03%), *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 (1,62%), *Megachile* sp.2 (0,40%), Anthidiini sp. (0,40%) e *Augochlora* sp.1 (0,40%). Já em relação às espécies fundadoras de vespas, a *Trypoxylon lactitarse* foi a mais frequente (7,29%), seguida por *Trypoxylon* sp. 2 (2,43%), *Trypoxylon* sp.1 (1,62%) e *Trypoxylon punctivertex* (0,40%) (Tabela 1). Além das espécies de vespas e abelhas consideradas fundadoras, foram registradas três espécies cleptoparasitas pertencentes às famílias Apidae (*Mesocheira bicolor* Fabricius, 1804) e Chrysididae (Gênero indeterminado), cujos indivíduos ocuparam dois e quatro ninhos, respectivamente, e uma espécie de mosca pertencente à família Bombyliidae (Díptera), cujos indivíduos ocuparam sete ninhos.

A grande diversidade de espécies coletadas neste trabalho pode estar relacionada à localização da área onde os ninhos foram instalados. Gathmann *et al.* (1994) afirmam que a maior diversidade de abelhas está relacionada à diversidade e abundância de recursos florais. Como a área estudada apresenta resquícios de mata atlântica e é bem preservada, ela apresenta uma grande diversidade floral, o que pode ter propiciado uma maior diversidade e abundância de abelhas nos ninhos-armadilha.

Outro fator que pode ter contribuído para o grande número de espécies coletadas foi o cheiro deixado pelas abelhas nos ninhos-armadilha durante os dois anos de coleta. O fato das abelhas possuírem mais de 3.000 cavidades olfativas faz com que elas sejam atraídas pelo cheiro deixado por outras abelhas que nidificaram nos ninhos ofertados, levando assim, a um maior número de nidificações.

Alguns estudos realizados com a mesma metodologia afirmam que as espécies do gênero *Centris* são frequentemente as que mais ocupam esses ninhos (Viana *et al.*, 2001; Aguiar; Martins, 2002; Aguiar *et al.*, 2005; Aguiar *et al.*, 2013), o que corrobora com o referido estudo no qual houve três espécies nidificantes, sendo a *Centris (Heterocentris) analis* a mais abundante. Isso faz com que essa metodologia possa ser aplicada a programas de polinização de plantas visitadas por essas abelhas, como em cajueiros, aroeiras, carnaubeiras, entre outras (Maia-Silva *et al.*, 2012).

Apesar do grande número de espécies coletadas, a diversidade de espécies capturadas neste trabalho foi menor quando comparada ao encontrado por Morato e Campos (2000) em áreas de floresta de terra firme da Amazônia Central e inferior ao encontrado por Camillo *et al.* (1995) em áreas de Cerrado.

Por outro lado, o número de espécies coletadas foi superior ao estudo realizado por Viana *et al.* (2001) em Dunas Litorâneas. Os trabalhos foram realizados durante o mesmo período de tempo (24 meses) e apesar da relativa padronização do método dos ninhos-armadilha, a diversidade de espécies de cada região, como também a riqueza e a heterogeneidade de plantas com recursos florais, podem influenciar na diversidade de espécies nidificantes encontradas em cavidades preexistentes (Aguiar; Martins, 2002; Viana *et al.*, 2001; Cordeiro, 2009; Stefan-Dewenter, 2002).

Emergência

Do total de ninhos coletados o número de indivíduos emergidos foram 653, sendo 578 abelhas, 67 vespas e 8 moscas (Díptera).

Dos ninhos construídos por abelhas, *Centris (Heterocentris) analis* Fabricius, 1804 foi a espécie fundadora mais abundante somando 297 indivíduos emergidos, seguida pela *Tetrapedia* sp.1 com 259 indivíduos; *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874 com 11 indivíduos; *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 com 6 indivíduos; *Megachile* sp.2, *Augochlora* sp.1 e *Anthidiini* sp. ambas com um indivíduo emergido (Tabela 2). Dos ninhos de vespas, a *Trypoxylon lactitarse* foi a mais abundante com 38 indivíduos emergidos, seguida pela *Trypoxylon* sp.2 com 12 indivíduos emergidos; *Trypoxylon* sp.1 com 11 indivíduos e *Trypoxylon punctivertex* com apenas 1 indivíduo emergido (Tabela 2).

Tabela 2 – número de indivíduos emergidos e tempo de emergência (dias) das espécies de abelhas e vespas solitárias nidificantes na região serrana de Martins, Rio Grande do Norte

Família / Espécie	Número de indivíduos	Tempo de emergência (dias)
Abelhas		
Apidae		
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> Fabricius, 1804	297	21 ± 8,61
<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith, 1874	11	39,18 ± 32,56
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	6	30,5 ± 33,48
<i>Tetrapedia</i> sp.1	259	44,09 ± 22,29
<i>Mesocheira bicolor</i> Fabricius, 1804	2	24 ± 0
Megachilidae		
<i>Megachile</i> sp.2	1	8
Anthidiini sp. (Gênero indeterminado)	1	91
Halictidae		
<i>Augochlora</i> sp.1	1	4
Subtotal	578	
Vespas		
Crabronidae		
<i>Trypoxylon</i> sp.1	11	17,36 ± 15,14
<i>Trypoxylon</i> sp.2	12	25,91 ± 6,27
<i>Trypoxylon lactitarse</i>	38	32,81 ± 31,02
<i>Trypoxylon punctivertex</i>	1	176
Chrysididae	5	32,4 ± 24,84
Subtotal	67	
Moscas (Díptera)		
Bombyliidae		
	8	43,12 ± 28,41
Subtotal	8	
Total	653	-

Fonte: elaboração própria.

O tempo decorrido para a emergência variou entre as espécies de abelhas, vespas e moscas. Nas abelhas, a *Centris (Heterocentris) analis* Fabricius, 1804 levou em média de $21 \pm 8,61$ dias; *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874 com média de $39,18 \pm 32,56$; *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 com média de $30,5 \pm 33,48$ dias; *Tetrapedia sp.1* com média de $44,09 \pm 22,29$ dias. *Megachile sp.2*, *Anthidiini sp.* e *Augochlora sp.1* apresentaram apenas um indivíduo e levaram 8, 91 e 4 dias para emergirem, respectivamente. O indivíduo da espécie cleptoparasita *Mesocheira bicolor* Fabricius, 1804 levou 24 dias para emergir (Tabela 2).

Nas vespas, a *Trypoxylon sp.1* levou em média de $17,36 \pm 15,14$ dias para emergir; a *Trypoxylon sp.2* uma média de $25,91 \pm 6,27$ dias; a *Trypoxylon lactitarse* uma média de $32,81 \pm 31,02$ e a *Trypoxylon punctivertex* uma média de 176 dias. A Crysidae, única espécie de vespa parasita encontrada, levou em média de $32,4 \pm 24,84$ dias para emergir (Tabela 2).

A única espécie de mosca encontrada, a Bombyliidae, levou em média de $43,12 \pm 28,41$ dias para emergir.

Centris (Heterocentris) analis foi a espécie de abelha mais abundante em nidificações, assim como no número de indivíduos produzidos no presente trabalho, o que diverge do que foi amostrado por Drumond (2003). Fêmeas de *Centris* já foram vistas coletando pólen em diversas espécies de plantas de diferentes famílias botânicas (Oliveira; Schlindwein, 2009; Santos *et al.*, 2013) e, por conseguinte, elas estarão presentes em diversas regiões, já que haverá uma maior quantidade de recursos florais. Essa espécie é amostrada em trabalhos realizados tanto no Brasil como no México, o que demonstra uma ampla distribuição geográfica (Moure, 1960), e tem sido também abundante

em diversos trabalhos feitos no nosso país (Camillo *et al.*, 1995; Aguiar; Martins, 2002; Buschini, 2006; Gazola; Garófalo, 2009; Mesquita; Augusto, 2011; Pina; Aguiar, 2011; Martins *et al.*, 2012).

Não foi observado o período de diapausa nas espécies de *Centris*, ainda que Aguiar e Garófalo (2004) mostrem a ocorrência de diapausa na estação seca como um modo de sobrevivência para superar condições desfavoráveis desse período.

A *Tetrapedia* costuma emergir quando existe uma maior riqueza de alimento, local para nidificação e extração de óleo. Alguns indivíduos dessa espécie tiveram o tempo de emergência relativamente longo quando comparado a outras abelhas da mesma espécie (Cordeiro, 2009).

Em relação às vespas, a dominância do gênero *Trypoxylon* foi observada também em levantamentos realizados em outras reservas florestais do nordeste de São Paulo (Camillo *et al.*, 1995) e em Minas Gerais (Assis; Camillo, 1997).

Preferência por diâmetros

No geral, tanto as espécies de abelhas como as de vespas e de moscas nidificaram em todos os diâmetros ofertados, todavia, as espécies identificadas apresentaram preferências distintas entre si.

Com relação às abelhas, espécies como *Anthidiini* sp. (Gênero indeterminado), *Megachile* sp. e *Augochlora* sp.1 demonstraram preferência pelos orifícios com 6 mm, 10 mm e 6 mm de diâmetro (100%), respectivamente. Para fundação de seus ninhos, a *Tetrapedia* sp. também demonstrou maior preferência pelo diâmetro de 6 mm (54,35%), porém também construiu seus ninhos em cavidades que possuíam o diâmetro de 5 mm (45,65%); a *Centris* (*Heterocentris*) *analis* Fabricius, 1804 teve

uma maior preferência pelo diâmetro de 5 mm (57,39%), mas também nidificou em orifícios com diâmetro de 6 mm (37,39%) e em menor proporção nos orifícios de 10 mm (5,22%); a *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874 demonstrou um favoritismo pelo diâmetro de 10 mm (60%), contudo também usufruiu do diâmetro de 6 mm (40%); a *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 nidificou em apenas dois dos quatro diâmetros ofertados, tendo preferência por 10 mm (75%), e em menor proporção 9 mm (25%); a *Mesocheira bicolor* Fabricius, 1804 teve uma mesma proporção em diâmetros de 9 mm (50%) e 10 mm (50%) (Tabela 3).

Com relação às vespas, a *Trypoxylon punctivertex* teve apenas um ninho fundado, com diâmetro de 6 mm (100%); a *Trypoxylon* sp.2 nidificou em três dos diâmetros ofertados, porém demonstrando maior preferência pelo de 5 mm (50%), em seguida o de 6 mm (33,33%) e, por fim e em menor proporção, pelo de 10 mm (16,67%); a *Trypoxylon lactitarse* nidificou em grande escala nos tubos que tinham o diâmetro de 10 mm (83,33%), seguido dos que possuíam 9 mm (11,11%) e em menor parcela no de 6 mm (5,56%); a Chrysididae ocupou três dos quatro diâmetros ofertados, tendo preferência pelo de 6 mm (50%) e em mesma proporção pelos de 9 (25%) e 10 mm (25%). A *Trypoxylon* sp.1 foi a única espécie de vespas que nidificou em apenas dois dos quatro orifícios, tendo preferência pelo diâmetro de 6 mm (75%), seguido em menor escala no diâmetro de 5 mm (25%) (Tabela 3). Já as moscas encontradas no referido estudo ocuparam todos os diâmetros ofertados, tendo preferência pelos de 5 mm (42,86%), seguido de 6 mm (28,58%) e, em menor escala e mesma proporção, nos diâmetros de 9 mm (14,28%) e 10 mm (14,28%) (Tabela 3).

Tabela 3 – preferência de diâmetro por ninho de abelhas e vespas solitárias que nidificaram na região serrana de Martins, Rio Grande do Norte

Espécie		Diâmetros			
Abelhas		5mm	6mm	9mm	10mm
Apidae	<i>Centris (Heterocentris) analis</i> Fabricius, 1804	66 (57,39%)	43 (37,39%)	-	6 (5,22%)
	<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith, 1874	2 (40%)	-	-	3 (60%)
	<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	-	-	1 (25%)	3 (75%)
	<i>Tetrapedia</i> sp. 1	42 (45,65%)	50 (54,35%)	-	-
	<i>Mesocheira bicolor</i> Fabricius, 1804	-	-	1 (50%)	1 (50%)
	Megachilidae <i>Megachile</i> sp.2	-	-	-	1 (100%)
	Anthidiini sp.*	-	1 (100%)	-	-
Halictidae	<i>Augochlora</i> sp.1	-	1 (100%)	-	-
Vespas					
Crabronidae	<i>Trypoxylon</i> sp.1	1 (25%)	3 (75%)	-	-
	<i>Trypoxylon</i> sp.2	3 (50%)	2 (33,33%)	1 (16,67%)	-
	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	-	1 (5,56%)	2 (11,11%)	15 (83,33%)
	<i>Trypoxylon punctivertex</i>	-	1 (100%)	-	-
Chrysididae	Chrysididae*	-	2 (50%)	1 (25%)	1 (25%)
Moscas (Diptera)					
Bombyliidae	Bombyliidae	3 (42,86%)	2 (28,58%)	1 (14,28%)	1 (14,28%)

*Gêneros não identificados.

Fonte: elaboração própria.

Foi observado, de uma maneira geral, que as espécies de abelhas apresentaram uma preferência pelos ninhos com 5 mm (49,8%) e 6 mm (43%), ou seja, por diâmetros menores, no entanto, ainda nidificaram em menor quantidade nos diâmetros de 9 mm (0,9%) e 10 mm (6,3%). Ao contrário das abelhas, as vespas revelaram uma preferência pelas cavidades que possuíam diâmetro de 10 mm (48,4%), em seguida pelo de 6 mm (27,2%) e em uma mesma proporção quanto à preferência por diâmetros de 5 e 9 mm (12,2%).

Tais informações podem ser utilizadas para confecção de ninhos-armadilha personalizados com o diâmetro preferido por cada espécie de abelha, assim, será propício para a atração da espécie desejada e, por conseguinte, utilizados para polinização de diversas espécies de plantas, como por exemplo, as abelhas do gênero *Centris*, que são fundamentais na polinização das aceroleiras.

São diversos os fatores que podem influenciar na escolha por determinado diâmetro, como: abundância de recursos tróficos para provisionamento das células, disponibilidade de cavidades adequadas e tamanho das fêmeas (Aguiar; Garófalo, 2004; Krombein, 1967; Jesus; Garófalo, 2000). As classes de diâmetros disponíveis para as abelhas na área podem também ter limitado o número de espécies coletadas (Jesus; Garófalo, 2000).

Segundo Aguiar e Martins (2002), as abelhas tendem a apresentar preferência por diâmetros parecidos, o que vai depender de diversos fatores, como o tamanho da abelha e em como se dá o ajuste do seu corpo com a célula, levando em consideração que orifícios maiores exigem uma maior demanda de trabalho e de material a ser utilizado na construção do ninho, além do alto gasto energético da abelha para coletar e acomodar os materiais utilizados.

As espécies de vespas de *Trypoxylon* costumam ter uma preferência variada quanto aos diâmetros, como dito por Krombein (1967), Danks (1970), Fricke (1991), Garcia e Adis (1995), além disso, fatores como o tamanho da vespa e o tamanho das presas que essas vespas levam até o ninho influenciam nessa escolha.

Estrutura dos ninhos

Nos 247 ninhos em que ocorreu emergência de abelhas ou vespas e que foi possível fazer a identificação da espécie fundadora, verificou-se a variação do material constituinte de acordo com a família, gênero e/ou espécie.

As abelhas da espécie *Centris (Heterocentris) analis* fundaram 115 ninhos, porém só foi possível fazer a análise de 106 deles, que, juntos, continham 395 células em cavidades predeterminadas. O material utilizado para a construção dos ninhos dessa espécie foi em grande parte areia, ocorrendo em alguns casos a presença de barro e óleo floral não identificado. A maioria dos ninhos eram constituídos por misturas desses materiais como areia e óleo, por exemplo. As cores predominantes das células eram amarelo e marrom, mas também foram encontrados ninhos com coloração branca e preta. As células, em sua maioria, apresentaram textura interna e externa áspera e estavam dispostas horizontalmente em série linear. Em 13 dos ninhos fundados, verificou-se presença de células vestibulares, que equivale a um espaço vazio entre a última célula do ninho e a parede que fecha. Os tamanhos dos ninhos variaram de 1,1 a 8,2 cm com média de $4,97 \pm 1,55$ cm (Tabela 4). O número de células construídas em cada ninho variou de um a sete, com média de 0,88 cm de comprimento por célula.

Tabela 4 – tamanho dos ninhos em cm ($X \pm DP$), substrato usado na constituição do ninho, número de células vestibulares por espécie e cor dos ninhos das espécies de abelhas e vespas solitárias nidificantes na região serrana de Martins, Rio Grande do Norte

Família / Espécie	Tamanho do ninho (X ± DP)	Tipo de substrato usado na construção	Células vestibulares	Cor
Abelhas				
Apidae				
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> Fabricius, 1804	4,97 ± 1,55	Areia/Barro/Óleo	13	Amarelo/Marrom
<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith, 1874	4,96 ± 1,05	Areia/Barro	0	Marrom
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	2,76 ± 1,46	Areia/Óleo	0	Marrom
<i>Tetrapedia</i> sp.1	3,66 ± 1,41	Areia/Barro/Óleo	2	Marrom/Preto
Megachilidae				
<i>Megachile</i> sp.2	6,5	Folha	0	Verde
<i>Anthidiini</i> sp. (Gênero indeterminado)	5	Areia/Resina	0	Verde
Halictidae				
<i>Augochlora</i> sp.1	5,1	Óleo	0	Preto
Vespas				
Crabronidae				
<i>Trypoxylon</i> sp.1	5 ± 1,97	Areia	0	Marrom
<i>Trypoxylon</i> sp.2	6,05 ± 0,92	Areia/Barro	1	Cinza/Marrom
<i>Trypoxylon lactitarse</i>	5,50 ± 1,57	Areia/Barro	2	Branco/Marrom
<i>Trypoxylon punctivertex</i>	5,7	Barro	0	Branco

Fonte: elaboração própria.

Centris (Heterocentris) terminata fundou 5 ninhos, sendo possível fazer a análise de apenas 3, com uma média de 4 células por ninho. O material utilizado variou entre o barro e a areia, com predominância da cor marrom. As células apresentaram textura interna e externa tanto áspera quanto lisa e estavam dispostas horizontalmente em série linear. Além disso, foi encontrado uma lagarta morta em um dos ninhos analisados. O tamanho dos ninhos variou de 3,9 a 6 cm com média de $4,96 \pm 1,05$ cm (Tabela 4). As células construídas mediram cerca de 0,98 cm de comprimento.

Centris (Hemisiella) tarsata fundou um total de 4 ninhos, sendo analisado apenas 3 desses, com média de 2 células por ninho, variando de 1 a 3, a qual deram origem a 6 indivíduos. Todos os ninhos possuíam cor marrom e foram construídos com areia, todavia em um deles foi constatada a presença de um óleo não identificado. As células apresentaram textura interna e externa áspera com tonalidades mais claras e estavam dispostas horizontalmente em forma linear. Os ninhos possuíam tamanho médio $2,76 \pm 1,46$ cm, variando de 1,2 a 4,1 cm (Tabela 4). As células analisadas possuíam em média 1,08 cm de comprimento.

Enquanto o pólen é utilizado somente para a alimentação das larvas, o óleo pode ser usado tanto na construção do ninho como também servir de alimento para as larvas (Aguiar; Garófalo, 2004; Aguiar *et al.*, 2006; Alves-dos-Santos *et al.*, 2007). Segundo Mesquita *et al.* (2009), a ocorrência da nidificação dessas espécies que nidificam em ninhos-armadilha e que utilizam óleo na constituição de seus ninhos realça a possibilidade de utilizá-las em programas de polinização, mostrando, assim, eficácia para a propagação do gênero *Centris*.

As abelhas do gênero *Tetrapedia* sp.1 fundaram 92 ninhos em cavidades preexistentes, dos quais emergiram 259 indivíduos. Dos 92 ninhos fundados, só foi possível fazer a análise de 84 desses. Os materiais constituintes dos ninhos foram areia, barro, pólen e uma substância oleosa não identificada. A maioria dos ninhos era constituídos por misturas desses materiais, como areia e óleo, por exemplo. As células possuíam formato ovalado com as extremidades pontiagudas. Quando encontradas as células, ou vestígios delas, possuíam textura interna e externa áspera, com a cor predominante variando entre marrom e preto, porém, também foram encontrados alguns ninhos com cor amarelada. Houve a presença de 2 células vestibulares. Quase unicamente todas as células, ou restos dessas, encontravam-se dispostas horizontalmente no canudo em série linear, todavia, um ninho apresentou células dispostas de forma oblíqua. O número de células presentes nos ninhos variou de 1 a 7, com tamanho médio de 0,63 cm; o tamanho desses ninhos possuiu uma variação de 0,6 a 8,2 cm com média de $3,66 \pm 1,41$ cm (Tabela 4). Nos ninhos desse gênero, ocorreu de nidificarem no mesmo ninho em períodos diferentes, o que deve-se ao fato de apresentarem mais de uma geração por ano (Campos, 2014; Alves-dos-Santos *et al.*, 2007). A presença de substância oleosa nos ninhos de *Tetrapedia* sp. coincide com o potencial polinizador de plantas coletoras de óleo, como discutido por Teixeira (2011).

A espécie de abelha *Megachile* sp.2 fundou apenas um ninho, do qual emergiu um indivíduo. O material que constituía o ninho era apenas folhas já secas, mas ainda verdes, cortadas em formato elíptico e enroladas uma à outra de modo a ocupar quase todo o espaço que equivale ao comprimento do canudo.

A célula encontrava-se no interior das folhas, possuía textura, tanto interna como externa áspera; possuindo uma cor verde mais clara que as folhas que a revestia; média 1,3 cm; possuía uma extremidade, o fundo arredondado. A célula estava disposta horizontalmente e o tamanho do ninho equivalia a 6,5 cm (Tabela 4). *Megachile* sp.2, assim como outras abelhas desse gênero, é conhecida como “cortadora de folhas”, pois utilizam essas, às vezes inteiras, na constituição de seus ninhos. (Marques; Gaglianone, 2013; Teixeira *et al.*, 2011).

A *Augochlora* sp.1 ocupou um ninho que também foi ocupado pela *Trypoxylon lactitarse*, portanto nasceu um indivíduo de cada espécie e não se sabe a espécie fundadora. O ninho era construído por um óleo floral não identificado, com coloração preta. Possuía comprimento de 5,1 cm sem a presença de células vestibulares.

Anthidiini sp. fundou apenas um ninho com emergência de um indivíduo. O ninho era constituído de areia, composto resinoso não identificado e pólen. Possuía também uma cor esverdeada e escura, contando com 5 cm de comprimento e 4 células, das quais duas estavam vazias, dispostas horizontalmente e em série linear. Tanto os materiais quanto a arquitetura e os vestígios de células, principalmente das duas células vazias, características da tribo – pois utilizam como estratégia para proteger as células que portam indivíduos, encontrados no ninho de *Anthidiini* sp., são semelhantes aos resultados obtidos por Alves dos Santos (2004). A presença de composto resinoso na construção das células também foi constatada no estudo de Camarotti-de-lima e Martins (2005) (Tabela 4).

As vespas do gênero *Trypoxylon* fundaram juntas 29 ninhos em cavidades preexistentes, dos quais emergiram 62 indivíduos.

O material utilizado para a construção do ninho foi quase unicamente areia e barro, ocorrendo casos de areia ou barro misturado ao pólen e a um óleo não identificado. A cor das células no interior do ninho variava entre marrom, branco e cinza numa tonalidade clara. Em alguns ninhos foram encontrados restos mortais de aranhas. As células, ou resto de células encontradas, apresentavam, em sua maioria, textura interna e externa lisa e algumas vezes brilhante. As células estavam dispostas horizontalmente e em série linear em ambos os gêneros (Tabela 4).

A presença de vestígios de aranhas é comum em ninhos fundados por esses gêneros, uma vez que as utilizam como alimento para suas larvas. Além disso, o barro é um dos componentes mais presente da constituição do ninho, encontrado em ninhos do gênero por outros autores (Santoni; Lama, 2007; Almeida; Lama, 2007; Santoni *et al.*, 2009). A existência de células vestibulares nos ninhos de *Trypoxylon* é essencial para a sua preservação, haja vista que oferecem proteção contra parasitoides (Almeida; Lama, 2007; Santoni *et al.*, 2009).

Os ninhos pertencentes ao gênero *Trypoxylon* sp.1 apresentaram variação no número de células nos ninhos e no comprimento dos ninhos. O número de células variou de 3 a 5, com tamanho médio de 0,83 cm. No que confere a variação de comprimento do ninho, esse variou de 2,1 cm a 6,3 cm com média de $5 \pm 1,97$ cm.

Os ninhos fundados por *Trypoxylon* sp. 2 apresentaram variação tanto no número de célula como no tamanho dos ninhos. O número de células oscilou entre 2 e 4 com tamanho médio 0,83 e apresentou uma célula vestibular; já os comprimentos dos ninhos variaram entre 4,5 cm e 7 cm, em média $6,05 \pm 0,92$ cm.

Os ninhos do gênero *Trypoxylon lactitarse* apresentaram variação quanto ao número de células e ao comprimento dos ninhos. No que tange ao número de células, variou de, no mínimo, 1, a no máximo, 5, tendo em média 1,09 cm e foi notado a presença de duas células vestibulares; quanto ao comprimento dos ninhos, variou de 1,5 cm até 7,5 cm, em média $5,50 \pm 1,57$ cm.

A *Trypoxylon punctivertex* fundou apenas um ninho, com um único indivíduo emergido. O ninho possuía três células, duas com 0,8 cm e uma com 0,9 cm. Ao todo, o ninho teve 5,7 cm e nenhuma célula vestibular.

A quantidade de células nos ninhos depende de diversos fatores, como o material utilizado para construção e as diferenças nos padrões de arquiteturas, determinadas pelo diâmetro e comprimento dos ninhos (Ramos *et al.*, 2010; Jesus; Garófalo, 2000; Ferreira, 2010). No presente estudo, o número de células foi maior em ninhos com maior comprimento e maior diâmetro, o que indica a otimização das abelhas e vespas na utilização de substratos para nidificação. Possivelmente, esse resultado está relacionado ao custo energético na busca de novos locais para a construção dos ninhos e a disponibilidade dos recursos utilizados para provisionamento larval (Rosa, 2005).

Razão sexual

Com relação à razão sexual, observou-se que nas espécies *Centris (Heterocentris) analis*, *Megachile* sp.2, *Anthidiini* sp. e *Trypoxylon* sp.2, o número de fêmeas foi maior que o número de machos e nas demais espécies o número de machos foi predominante (Tabela 5). A razão sexual de uma mesma espécie pode variar devido à disponibilidade de recursos (néctar, pólen e óleos) ou a fatores locais (Marques; Gaglianone, 2013).

Tabela 5 – número de machos e fêmeas emergidos com razão sexual das espécies de abelhas e vespas solitárias nidificantes na região serrana de Martins, Rio Grande do Norte

Família / Espécie	N° de machos (♂)	N° de fêmeas (♀)	Razão sexual (♂/♀)
Abelhas			
Apidae			
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> Fabricius, 1804	137	160	1:1,16
<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith, 1874	8	3	1:0,37
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	6	0	-
<i>Tetrapedia</i> sp.1	132	127	1:0,96
Megachilidae			
<i>Megachile</i> sp.2	0	1	-
Anthidiini sp. (Gênero indeterminado)	0	1	-
Halictidae			
<i>Augochlora</i> sp.1	*	*	
Subtotal	283	292	
Vespas			
Crabronidae			
<i>Trypoxylon</i> sp.1	*	*	
<i>Trypoxylon</i> sp.2	2	10	1:5
<i>Trypoxylon lactitarse</i>	*	*	
<i>Trypoxylon punctivertex</i>	*	*	
Subtotal	2	10	
Total	285	302	

*Sexo não identificado pelo taxonomista.

Fonte: elaboração própria.

Na maioria das populações animais, o investimento parental é igual para ambos os sexos, embora Silva *et al.* (2001), Peruquetti; Del Lama (2003) e Ferreira (2010) tenham encontrado um maior número de indivíduos do sexo feminino, o que corrobora com o resultado deste trabalho, no qual o número de fêmeas amostradas foi maior que o número de machos. Diversos são os fatores que podem influenciar na razão sexual de abelhas e vespas, destacando: comprimento e diâmetro do ninho, capacidade de forrageamento e disponibilidade de recursos para as fêmeas (Aguiar; Martins, 2002; Mendes; Rêgo, 2007; Gazola; Garófalo, 2009; Carvalho, 2011).

Em relação à razão sexual de *Centris (Heterocentris) analis*, alguns autores mostraram que há uma tendência de emergir um maior número de machos nos ninhos (Jesus; Garófalo, 2000; Aguiar; Martins, 2002; Morato *et al.*, 1999; Alonso *et al.*, 2012; Hirotsu, 2013), o que diverge do resultado encontrado neste trabalho, em que o número de fêmeas foi superior.

Mortalidade e parasitismo

Dos 305 ninhos coletados, em 126 houve mortalidade de indivíduos imaturos e/ou maduros e, desses, houve mortalidade total dos indivíduos em 32 canudos. O fato de terem sido encontrados indivíduos ocupantes mortos se deve, possivelmente, a fatores abióticos como fatores climáticos e bióticos, como inimigos naturais, além de possíveis danos mecânicos, tal qual manuseio inadequado dos ninhos recém-fundados (Bosch; Kemp, 2001).

Em relação ao parasitismo, três espécies parasitas foram encontradas. A *Mesocheira bicolor* que parasitou dois ninhos com dois indivíduos, nos quais não foi possível identificar a

espécie fundadora dos ninhos, pois não houve emergência de abelhas ou vespas. A Chrysididae que parasitou quatro ninhos com cinco indivíduos, sendo um ninho de *Trypoxylon lactitarse* com dois indivíduos parasitas; um ninho de *Trypoxylon* sp.2; um ninho de *Tetrapedia* sp.1 e o outro não houve emergência de nenhuma espécie fundadora. E, também, uma espécie de mosca (díptera) da família Bombyliidae que parasitou sete ninhos com oito indivíduos, sendo quatro ninhos de *Tetrapedia* sp.1; um de *Centris (Hemisiella) tarsata*; um de *Centris (Heterocentris) analis* e dois indivíduos parasitaram um ninho no qual não houve a identificação da espécie fundadora.

Quando comparado ao estudo realizado por Cordeiro (2009), em que houve presença de parasitas, o resultado encontrado foi semelhante, no qual a frequência de ninhos parasitados foi maior em *Tetrapedia* sp.1. Neste trabalho, não foi possível identificar as espécies de Chrysididae e Bombyliidae que atacaram os ninhos, semelhante ao observado por Aguiar e Martins (2002) em que não foi possível identificar as espécies de Chrysididae.

CONCLUSÃO

Foram coletadas e identificadas oito espécies de abelhas, sendo as: *Centris (Heterocentris) analis* Fabricius, 1804; *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874; *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874; *Tetrapedia* sp.; *Megachile* sp.; Anthidiini sp. (Gênero indeterminado); *Augochlora* sp.1 e uma espécie cleptoparasita (*Mesocheira bicolor* Fabricius, 1804) distribuídas em três famílias (Apidae, Megachilidae e Halictidae) e uma tribo (Anthidiini). Quanto às vespas, foram cinco espécies coletadas: *Trypoxylon*

sp.1; *Trypoxylon* sp.2; *Trypoxylon lactitarse*; *Trypoxylon punctivertex* e uma cleptoparasita Crabonidae (Gênero indeterminado) divididas em duas famílias (Cabronidae e Chrysididae).

Dentre as abelhas e vespas, as que mais apresentaram abundância foram a *Centris (Heterocentris) analis* Fabricius, 1804 (abelha) e a *Trypoxylon lactitarse* (vespa).

A emergência variou entre as espécies, com destaque para a *Tetrapedia* sp.1 com média de $44,09 \pm 22,29$ dias e *Trypoxylon lactitarse* com média de $32,81 \pm 31,02$.

As abelhas e vespas solitárias, de maneira geral, demonstraram preferência pelo diâmetro de 5 mm (44,8%), seguido pelo de 6 mm (40,6%), 9 mm (11,9%) e, por fim, 10 mm (2,7%) com menor preferência.

O tamanho do ninho das abelhas variou entre as espécies de abelhas e vespas, a *Centris analis* apresentou a maior média entre as abelhas com $4,97 \pm 1,55$ cm, seguido da *Centris terminata* com $4,96 \pm 1,05$ cm, *Tetrapedia* sp.1 com $3,66 \pm 1,41$ cm e *Centris tarsata* com $2,76 \pm 1,46$ cm. As espécies de abelhas *Anthidiini* sp., *Megachile* sp.2 e *Augochlora* sp.1 nidificaram em apenas um ninho cada, os quais mediam 5, 6,5 e 5,1 cm, respectivamente. As vespas da espécie *Trypoxylon* sp.2 apresentaram a maior média, com $6,05 \pm 0,92$ cm, seguidos da *Trypoxylon lactitarse* com $5 \pm 1,97$ cm e *Trypoxylon* sp.1 com $5,50 \pm 1,57$ cm de comprimento. A espécie de vespa *Trypoxylon punctivertex* nidificou em apenas um ninho, com comprimento total de 5,7 cm.

De forma geral, em relação à razão sexual, foi constatada uma predominância de indivíduos fêmeas (302 indivíduos) se comparado ao número de machos (285 indivíduos).

O índice de mortalidade dos indivíduos coletados foi baixo, se comparado ao número de abelhas e vespas emergidas e em

relação ao parasitismo. Três espécies foram encontradas (*Mesocheira bicolor* e Chrysididae), sendo uma delas uma espécie de mosca (Díptera: Bombyliidae).

As informações coletadas neste trabalho poderão ser utilizadas para auxiliar na manutenção e conservação da fauna e insetos dessa região, assim como traçar serviços de polinização de plantas nativas e agrícolas. Entretanto, são necessários mais estudos que abordem a biologia de nidificação dessas espécies para o desenvolvimento de um bom manejo.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. J. C.; MARTINS, C. F. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Maman-guape, Paraíba, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.1, p.101-116, 2002.

AGUIAR, C. M. L.; DOREA, M. C.; FIGUEROA, L. E. R.; LIMA, L. C. L.; SANTOS, F. A. R. Nidificação de abelhas coletoras de óleo (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha em uma área de Caatinga. **Revista Magistra**, v. 25, p. 80-83, 2013.

AGUIAR, C.M.L.; GARÓFALO, C.A.; ALMEIDA, G.F. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que nidificam em ninhos-armadilha em áreas de floresta semi-decídua e caatinga, Bahia, Brasil. **Rev. Bras. Zool**, v. 22, p. 1030-1038, 2005.

AGUIAR, C.M.L.; GARÓFALO, C.A.; ALMEIDA, G.F. Biologia da nidificação de *Centris (Hemisiella) trigonoides* Lepelletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 323-330, 2006.

AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 3, p. 477-486, 2004.

ALMEIDA, J. C.; LAMA, M. A. Biologia de nidificação e estrutura sociogenética intranidal de *trypoxylon albitarse* (hymenoptera: crabronidae) na região de são carlos-sp. In: VIII Congresso de ecologia do Brasil, 8., 2007, Caxambu - Mg. **Anais do VIII**

Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu - Mg: Seb Ecologia, p. 1-2, 2007.

ALONSO, J.D.S.; SILVA, J.F.; GARÓFALO, C.A. The effects of cavity length on the nest size, sex ratio and mortality of *Centris* (*Heterocentris*) analis (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apiologie**, v. 43, p. 436-448, 2012.

ALVES-DOS-SANTOS, I. A vida de uma abelha solitária. *Ciência Hoje*, São Paulo, n. 179, p.1-6, jan. 2002.

ALVES-DOS-SANTOS, I. Biologia de Nidificação de *Anthodiocetes megachiloides* Holmberg (Anthidiini, Megachilidae, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia**, [S.l.], v. 21, n. 4, p. 739-744, dez. 2004.

ALVES-DOS-SANTOS, I.; MACHADO, I. C.; GAGLIANONE, M.C. História natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 544-557, 2007.

ALVES-DOS-SANTOS, I.; MELO, G. A. R.; ROZEN, J. G. Biology and immature stages of the bee tribe Tetrapediini (Hymenoptera: Apidae). **American Museum Novitates**, n. 3377, p. 1-45, 2002.

ASSIS, J. M. F.; CAMILLO, E. Diversidade, sazonalidade e aspectos biológicos de vespas solitárias (Hymenoptera: Sphecidae: Vespidae) em ninhos-armadilha na região de Ituiutaba. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 26, p. 335-347, 1997.

BATRA, S. W. Solitary bees. **Scientific American**, v. 250, p. 86-93, 1984.

BIESMEIJER, J.C.; SLAA, E.J. The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 240-258, 2006.

BOSCH, J.; KEMP, W. P. How to manage the blue orchard bee as an orchard pollinator. **Sustainable Agriculture Network**, National Agricultural Library; Beltsville, 2001. 88 p.

BUSCHINI, M.L.T. Species diversity and community structure in trap-nesting bees in Southern Brazil. **Apidologie**, v. 37, p. 58-66, 2006.

CAMAROTTI-DE-LIMA, M. F.; MARTINS, C. F. Biologia de nidificação e aspectos ecológicos de *Anthodiocetes lunatus* (Smith) (Hymenoptera: Megachilidae, Anthidiini) em área de tabuleiro nordestino, PB. **Neotropical entomology**, v. 34, n. 3, p. 375-380, 2005.

CAMILLO, E.; GARÓFALO, C. A.; SERRANO, J. C.; MUCCILLO, G. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilhas (Hymenoptera: Apocrita: Aculeata). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 39, p. 459-470, 1995.

CAMPOS, E. S. **Biologia da nidificação de *Tetrapedia Curvitaris* Friese (Apidae, Tetrapediini)**: fenologia, estrutura dos ninhos e nicho alimentar. 2014. 56 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais, Ciências Biológicas, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

CANE, J.H.; MINCKLEY, R.L.; KERVIN, L.; ROULSTON, T.H. Complex responses within a desert bee guild (Hymenoptera:

Apiformes) to urban habitat fragmentation. **Ecological Application**, v. 16, p. 632-644, 2006.

CARVALHO, S. M. **Diversidade de abelhas e vespas solitárias (Hymenopteras, Apoidea) que nidificam em ninhos-armadilhas disponibilizados em áreas de cerrado e fragmentos próximos de mata estacional semidecidual – MG.** 63 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) –Universidade Federal de Uberlândia, UFU, 2011.

CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; BELT, M. V. D. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 283-387, may, 1997.

CORDEIRO, G. D. **Abelhas solitárias nidificantes em ninhos-armadilha em quatro áreas de Mata Atlântica do Estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP, Ribeirão Preto. 2009. 78 p.

CULLEN, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. **Métodos de estudos em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre.** 2º. Ed. Editora UFPR. 2009. 652 p.

DANKS, H. V. Biology of some stem-nesting aculeate Hymenoptera. **Trans. Royal Entomol. Soc. London**, v. 122, p. 323-329, 1970.

DRUMOND, P.D.M. **Abelhas e vespas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes em fragmentos urbanos de Mata Secundária em Salvador, Bahia.** Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia. 2003. 102 p.

EVANS, H.E.; EBERHARD, M.J.W. **The Wasps.** Ann Arbor: University of Michigan Press, 265p. 1970.

FERREIRA, B. **O efeito do contexto da paisagem e da estrutura de habitat sobre abelhas e vespas silvestres em fragmentos de cerrado.** 98f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas-Zoologia) – Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro, 2010.

FORTEL, L.; HENRY, M.; GUILBAUD, L.; GUIRAO, A.L.; KUHLMANN, M. Decreasing Abundance, Increasing Diversity and Changing Structure of the Wild Bee Community (Hymenoptera: Anthophila) along an Urbanization Gradient. **PLoS ONE**, v. 9, p. 104-679, 2014.

FRICKE, J. M. Trap-nest bore diameter preferences among sympatric *Passaloecus* spp. (Hymenoptera: Sphecidae). **Great Lakes Entomol. (Michigan)**, v. 24, p. 123-125, 1991.

GAGLIANONE, M. C.; ROCHA, H. H. S.; BENEVIDES, C. R.; JUNQUEIRA, C. N.; AUGUSTO, S. C. Importância de Centridini (Apidae) na polinização de plantas de interesse agrícola: o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) como estudo de caso na região sudeste do Brasil. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 152-164, 2010.

GARCIA, M.V.B.; ADIS, J. Comportamento de nidificação de *Trypoxylon (Trypargilium) rogenhoferi* Kohl (Hymenoptera, Sphecidae) em uma floresta inindável de várzea na Amazônia Central. **Amazoniana, Plon**, v. 13, p. 259-282, 1995.

GARÓFALO, C. A.; MARTINS, C. F.; AGUIAR, C. M. L.; DEL LAMAR M. A.; SANTOS, I. A. As abelhas solitárias e perspectivas para seu uso na polinização no Brasil. *In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; LANGE CANHOS, D.A.; ARAÚJO ALVES, D.; SARAIVA, A.M. (Org.). Polinizadores no Brasil: Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais.* São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap.1, p. 25-45, 2012.

GARÓFALO, C. A.; MARTINS, C.F.; ALVES-DOS-SANTOS, I. The Brazilian solitary bee species caught in trap nests. *In: International Workshop on solitary bees and their role in pollination, Beberibe, CE. Solitary Bees: conservation, rearing and management for pollination.* Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p. 77-84, 2004.

GATHMANN, A.; GREILER, H. J.; TSCHARNTKE, T. Trap-nesting bees and wasps colonizing set-asidefields: succession and body size, management by cutting and sowing. **Oecologia**, v. 98, p. 8-14, 1994.

GAZOLA, A. L.; GARÓFALO, C. A. Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) in forest fragments of the State of São Paulo, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 8, p. 607-622, 2009.

GIANNINI, T. C.; ACOSTA, A. L.; SILVA, C. I.; OLIVEIRA, P. E. A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M. Identifying the areas to preserve passion fruit pollination service in Brazilian Tropical Savannas under climate change. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 171, p. 39-46, 2013.

GURGEL, S. P. P. **Evolução Morfotectônica do Maciço Estrutural do Pereiro, Província Borborema**. 189 f. Tese (Doutorado em Geodinâmica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

HINNERS, S.J. **Pollinators in an urbanizing landscape**: effects of suburban sprawl on a grassland bee assemblage. PhD Dissertation, University of Colorado, 2008. 24 p.

HIROTSU, C.M. **Seleção de cavidades para nidificação, tamanho da progênie por ninho, razão sexual e mortalidade de imaturos e adultos de Centris (Hetrocentris) analis (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Apidae, Centridini)**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, p. 79, 2013.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 59-62, 2010.

JAYASINGH, D. B.; FREEMAN, B. E. The Comparative Population Dynamics of Eight Solitary Bees and Wasps (Aculeata; Apocrita; Hymenoptera) Trap-Nested in Jamaica. 2014. 7 f. Tese (Doutorado) – Curso de Zoologia, University Of The West.

JESUS, B. M. V.; GARÓFALO, C. A. 2000. Riqueza e abundância sazonal de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) na Mata da Virgínia, Matão, São Paulo. *In: Encontro sobre abelhas*, 4o. Ribeirão Preto, 2000. **Anais...**, Ribeirão Preto: USP, v. 4, p. 239-245, 2000.

JESUS, B.M.V.; GARÓFALO, C.A. Nesting behavior of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie**, v.31, p. 503-515, 2000.

KROMBEIN, K. V. **Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates**. Washington, DC, Smithsonian Institution Press, 1967. il. 576 p. Disponível em: <https://archive.org/details/trapnestingwasps00krom>. Acesso em: 16 de maio de 2024.

LIMA, R. **Abelhas e vespas solitárias (Hymenoptera, Aculeata) ocupando ninhos-armadilha e recursos alimentares utilizados por *Centris (Heterocentris) analis* e *Centris (Heterocentris) terminata* (Hymenoptera, Centridini) em um fragmento de Mata Atlântica na zona urbana de Salvador, Bahia, Brasil**. Dissertação (Pós-graduação em Entomologia) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016. 109 p.

MAIA-SILVA, C.; SILVA, C.I.; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R.T.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Guia de plantas visitadas por abelhas na caatinga. Fortaleza: **Fundação Brasil Cidadão**, 1ª ed., 2012. 195 p.

MAGALHÃES, C. B.; FREITAS, B. M. Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. **Apidologie**, v. 44, p. 1-6, 2013.

MARQUES, M. F.; GAGLIANONE, M. C. Biologia de nidificação e variação altitudinal na abundância de megachile (melanosarus) nigripennis spinola (hymenoptera, megachilidae) em um inselbergue na mata atlântica, Rio de Janeiro. **Bioscience Journal**, v. 29, p.198-208, 2013.

MARTINS, C.F.; FERREIRA, R.P.; CARNEIRO, L.T. Influence of the orientation of nest entrance, shading, and substrate on sampling trap-nesting bees and wasps. **Neotropical Entomology**, v. 41, p. 105-111, 2012.

MARTINS, R. P.; PIMENTA, H.R. Ecologia e comportamento de vespas solitárias predadoras. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro, v. 15, n. 90, p. 14-19, 1993.

MATTESON, K.C.; ASCHER, J.S.; LANGELLOTTO, G.A. Bee richness and abundance in New York City urban gardens. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 101, p. 140-150, 2008.

MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, p. 382-388, 2007.

MESQUITA, T.M.S.; AUGUSTO, S.C. Diversity of trap-nesting bees and their natural enemies in the Brazilian savanna. **Tropical Zoology**, v. 24, p.127-144, 2011.

MESQUITA, T. M. S.; VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO, S. C. Ocupação de ninhos-armadilha por *Centris (Hemisiella) tar-*

sata Smith, 1874 e *Centris* (*Hemisiella*) *vittata* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Centridini) em áreas de cerrado. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, p. 124-132, 2009.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. 2. Ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2007. 992 p.

MMA. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. **Ministério do Meio Ambiente**. Brasília, Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, 2000.

MMA. **Biomás brasileiros**: Mata Atlântica. 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomass/mata-atlantica>. Acesso em: 14 de maio de 2024.

MORATO, E. F.; CAMPOS, L. A. O. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 429-444, 2000.

MORATO, E.F.; GARCIA, M.V.B.; CAMPOS, L.A.O. Biologia de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthoporidae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.16, p. 1213-1222, 1999.

MORELLATO, L.P.C.; HADDAD, C.F.B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, p. 786-792, 2000.

MOURE, J.S. Notes on the types of the neotropical bees described by Fabricius (Hymenoptera: Apoidea). **Stud. Entomol.**, v. 3, p. 97-160, 1960.

NERES, S. C. T. **Nascentes da região serrana de Martins e Portalegre, Rio Grande do Norte**: Aspectos hidrodinâmicos e macroscópicos como subsídio à conservação. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN. 2014. 167 p.

O'NEILL, K. M. Solitary wasps: behaviour and natural history. **Comstock Publishing Associates**, New York, 2001. 406 p.

OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. Searching for a Manageable Pollinator for Acerola Orchards: The Solitary Oil-Collecting Bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 1, p. 265-273, 2009.

PERUQUETTI, R. C.; LAMA, M. A. Notas sobre a socialidade e a biologia de nidificação de *Trypoxylon* (*Trypoxylon*) *asuncicola* Strand, 1910 (Hymenoptera, Sphecidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, [S. I.], v. 2, n. 47, p. 297-301, 30 jun. 2003.

PINA, W.C.; AGUIAR, C.M.L. Trap-nesting Bees (Hymenoptera: Apidae) in Orchards of Acerola (*Malpighia emarginata*) in a Semiarid Region of Brazil. **Sociobiology**, v. 58, p. 379-392, 2011.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. 2001. **Biologia da Conservação**. Londrina, E. Rodrigues, 328 p. Pulawski, W.J. Catalog of Sphecidae sensu lato. 2016. Disponível em: <https://www.cala->

cademy.org/scientists/projects/catalog-of-sphexidae. Acesso em: 14 de maio de 2024.

RAMOS, M.; ALBUQUERQUE, P.; RÊGO, M. Nesting Behavior of *Centris (Hemisiella) vittala* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae) in an Area of the Cerrado in the Northeast of the State of Maranhão, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 3, p. 379-383, 2010.

RÊGO, M.; ALBUQUERQUE, P.; RAMOS, M.; CARREIRA, L. Aspectos da biologia de nidificação de *Centris flavifrons* (Friese) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos principais polinizadores do murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, p. 579-587, 2006.

ROSA, A.F.B. Manejo de Colônias de *Melipona quadrifasciata*. **Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu-MG, Brasil, 2005.

SANTONI, M. S.; LAMA, M.A. Nesting biology of the trap-nesting Neotropical wasp *Trypoxylon (Trypargilum) aurifrons* Shuckard (Hymenoptera, Crabonidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, p. 369-376, 2007.

SANTONI, M. M.; BRCOVIT, A. D.; DEL LAMA, M. A. Ocupação diferencial do habitat por vespas do gênero *Trypoxylon (Tripargilum)* Latreille (Hymenoptera, Crabonidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 53, n. 1, p. 107-114, 2009.

SANTOS, R. C. V. **Compartimentação morfoestrutural da serra dos Martins - RN**. Trabalho de Conclusão de Curso (Ba-

charelado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, 2016.

SANTOS, R. C. V. dos. **Compartimentação Morfoestrutural da Serra dos Martins-RN**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

SANTOS, R.M.; AGUIAR, C.M.L.; DÓREA, M.C.; ALMEIDA, G.F.; SANTOS, F.A.R.; AUGUSTO, S.C. The larval provisions of the pollinator *Centris analis* pollen spectroand tropic niche breadt in agroecosistem. **Apidologie**, v. 44, p. 630-641, 2013.

SEPLAN - SECRETARIA DO ESTADO DO PLANEJAMENTO E DAS FINANÇAS DO RIO GRANDE DO NORTE. **Perfil do Rio Grande do Norte**, 2013. Disponível em: <http://www.seplan.rn.gov.br/arquivos/download/PERFIL%20DO%20RN.pdf>. Acesso em março de 2018.

SILVA, C. I.; ALEIXO, K. P.; NUNES-SILVA, B.; FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Guia Ilustrado de Abelhas Polinizadoras no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, v.1, 2014. 50 p.

SILVA, F.O.; VIANA, B.F.; NEVES, E.L. Biologia e arquitetura de ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 541-545, 2001.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. 1. ed. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, 2002. 253 p. il.

STEFAN-DEWENTER, I. Landscape context affects trap-nesting bees, wasps, and their natural enemies. **Ecological Entomology**, v. 27, p. 631-637, 2002.

TEIXEIRA, F. M. **Aculeata (insecta, hymenoptera) em ninhos-armadilha em diferentes tipos fitofisionômicos de mata atlântica no estado do Rio de Janeiro**. 2011. 125 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (Uenf, Campos dos Goytacazes), cap. 2, 2011.

TEIXEIRA, F. M.; SCHWARTZ, T. A. C.; GAGLIANONE, M. C. Biologia da Nidificação de *Megachile (Moureapis) benigna* Mitchell. **Entomobrasilis**, Mata Atlântica - Brasil, v. 4, n. 3, p. 92-99, set./dez, 2011.

TSCHARNITKE T.; GATHMANN, A.; STEFFAN-DEWENTER, I. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions, **J. Appl. Ecol.**, v. 35, p. 708-719, 1998.

VIANA, B. F.; SILVA, F. O.; KLENERT, A. M. P. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no nordeste do Brasil. **Neotrop. Entomol.**, v. 30, p. 245-251, 2001.

ZANETTE, L.R.S.; MARTINS, R.P.; RIBEIRO, S.P. Effects of urbanization on Neotropical wasp and bee assemblages in a Brazilian metropolis. **Landscape and Urban Planning**, v. 71, p.105-121, 2005.

CAPÍTULO 03

Utilização de ninhos-armadilha
por abelhas e vespas solitárias na
região serrana de Portalegre/RN

BÁRBARA ESTEFANE HOLANDA MEDEIROS
MÁRCIA BEATRIZ VAZ PEREIRA
DANIEL DE FREITAS BRASIL
MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES BRASIL

INTRODUÇÃO

As abelhas e vespas solitárias se destacam como seres fundamentais para a manutenção da diversidade de espécies vegetais de vários biomas, conseguindo também operar como sensíveis indicadores biológicos da qualidade e conservação dos habitats (Tscharntke *et al.*, 1998). Sejam sociais ou solitárias, as abelhas são largamente reconhecidas como um dos principais provedores dos serviços de polinização, por causa da dependência que elas possuem em relação às flores para que possam adquirir recursos alimentares para sua própria sobrevivência e de suas crias. Essa atividade exercida pelas abelhas assegura um componente indispensável para a reprodução das plantas, assegurando a manutenção da diversidade vegetal de plantas silvestres e cultivadas, além de possibilitar uma maior produtividade e qualidade dos alimentos para humanos e animais (Tscharntke *et al.*, 1998; Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva, 2010; Garófalo *et al.*, 2012; Freitas; Nunes-Silva, 2012; Aleixo *et al.*, 2014).

Já as vespas, diferentemente das abelhas que nutrem sua prole com néctar e pólen, alimentam suas crias com presas do grupo dos *Arthropoda* (Krombein, 1967; Evans; Eberhard, 1970). Isso comprova que, além de serem importantes polinizadoras, também possuem grande importância na regulação da população de invertebrados, muitos desses vistos como importantes pragas agrícolas (O'Neill, 2002; Fernandes *et al.*, 2009).

A maioria desses insetos que possuem hábito de nidificação solitário optam por nidificar em cavidades pré-determinadas, como também nas ofertadas pelo homem. Ambas podem variar no que diz respeito ao material e ao local de nidificação (Peruquetti; Lama, 2003). Sendo assim, a biologia de nidificação de vespas e

abelhas solitárias que nidificam em cavidades pré-determinadas pode ser estudada por meio da utilização de ninhos-armadilha (Krombein, 1967). As pesquisas realizadas com essa técnica oferecem um combo de informações que podem ser utilizadas para comparação de vários habitats, interações ecológicas, tais como o tipo de alimento fornecido, taxas de sobrevivência, parasitismo, tempo de forrageio das fêmeas para localizar os recursos alimentares para o provisionamento dos ninhos e a existência de competição por locais de nidificação (Aguiar *et al.*, 2005). Em meios degradados, onde os locais de nidificação estão insuficientes, o uso de ninhos-armadilha representa uma oportunidade de recuperação das espécies que precisam de cavidades naturais para nidificar (Morato; Campos, 2000; Loyola; Martins, 2006).

Em geral, as áreas serranas ofertam uma grande diversidade de recursos e condições ambientais importantes para a sobrevivência e desenvolvimento de várias espécies de abelhas e vespas solitárias (Myers *et al.*, 2000), principalmente aquelas cuja vegetação é caracterizada como resquícios de Mata Atlântica rodeada por vegetação hiperxerófila, (Beltrão *et al.*, 2005) como na Mata da Bica localizada na região serrana de Portalegre no Rio Grande Norte. De acordo com São-Mateus *et al.* (2013), os locais com vestígios de Mata Atlântica do estado do Rio Grande do Norte, do ponto de vista da flora e da fauna, têm sido pouco estudados e, portanto, os relatos sobre a flora e a biologia de abelhas solitárias nessas regiões também são muito escassos.

Assim, o desenvolvimento de novas pesquisas pode ser importante para a compreensão da estrutura da comunidade das espécies de vespas e abelhas solitárias para que esses insetos possam ser utilizados em escala comercial, na conservação e no uso sustentável dos ecossistemas naturais relacionados.

Nessa perspectiva, o objetivo deste estudo é analisar os aspectos de nidificação das abelhas e vespas que nidificam em cavidades pré-determinadas na Mata da Bica, Serra de Portalegre, Rio Grande do Norte. Para tal, foram verificadas a ocupação, emergência e a preferência por diferentes tipos de diâmetros dos ninhos de abelhas e vespas.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

A pesquisa foi conduzida entre o período de março a dezembro de 2017 em uma área bem preservada da região serrana do município de Portalegre, Rio Grande do Norte (Figura 1), localizado mais precisamente na Mata da Bica, onde encontram-se resquícios de Mata Atlântica com interação da Caatinga. A área de estudo está localizada entre as coordenadas 06°01'26,4" de latitude sul e 37°59'16,8" de longitude oeste com uma altitude média de 642 m (IDEMA, 2008) e pertence a uma área de reserva legal.

Caracterização da área de estudo

O município de Portalegre está situado na mesorregião do Oeste Potiguar sobre um Maciço Cristalino, possui uma área territorial de 110,054 Km² (IBGE, 2014) o que equivale a cerca de 0,21% do território do estado (IBGE, 2010). Apresenta um conjunto paisagístico com características climáticas excepcionais, que corresponde à influência do relevo do fluxo atmosférico. Em um capeamento sedimentar no topo da serra, entre 630 m e 700 m, ocorre a absolvição de águas pluviais que se redistribuem formando setores abrejados no terço superior das vertentes (Medeiros, 2015).

A vegetação da microbacia da Mata da Bica é caracterizada por ser brejo de altitude, um local úmido em meio ao Semiárido, e é o mais conhecido do município, estando disposta sobre a vertente norte, na qual faz parte da bacia do Rio Apodi Mossoró e está submetida ao regime climático Semiárido e às características fitogeográficas do Bioma Caatinga (Ibidem, 2015). A vegetação destaca-se pelos seus atributos naturais, representados pelas nascentes perenes que se posicionam no entorno da área urbana, o que torna as condições ambientais mais exclusivas (Silveira; Carvalho, 2016).

Amostragem das abelhas com ninhos-armadilha

As espécies de abelhas e vespas foram coletadas através da utilização de ninhos-armadilha, confeccionados com tubos de cartolina preta de diferentes diâmetros que variam de 5, 6, 9 e 10 mm, ambos com 8 cm de comprimento, com uma de suas extremidades vedadas com fita adesiva. Esses tubos foram introduzidos em orifícios produzidos em blocos de madeira fixados em um caibro de sustentação, cada bloco com 120 orifícios para nidificação, segundo metodologia apresentada por Camillo *et al.* (1995). Foi utilizada telha de acrílico para proteger da chuva. Os ninhos estavam posicionados distantes a 1 m do solo (Figura 1).



Figura 1 – vista da parte frontal dos dois ninho-armadilha dispostos na área de estudo

Fonte: elaboração própria.

Coleta de dados

Os ninhos foram inspecionados mensalmente com o objetivo de verificar sua ocupação. Foram coletados os tubos de cartolina que estavam nidificados, sendo substituídos por outros novos com o mesmo diâmetro, para que mantivessem a mesma quantidade de ninhos ofertados todos os meses.

Caso, no momento da coleta, fosse observado abelhas em atividade de nidificação em um determinado ninho, este era identificado, deixado no mesmo local e coletado na vistoria posterior. Posteriormente, os ninhos nidificados foram levados para o laboratório de abelhas do Instituto Federal do Rio Grande do Norte, campus Pau dos Ferros. No laboratório, os tubos retirados foram introduzidos, individualmente, em mangueiras transparentes com pequenos furos para que ocorresse a oxigenação, preservados à temperatura ambiente e vistoriados diariamente até que os indivíduos emergissem.

Todas as espécies coletadas foram armazenadas em potes plástico colocados na geladeira para a conservação e depois montadas em alfinetes entomológicos, sendo, em seguida, colocadas em estufa a 40°C por 24 horas e corretamente etiquetadas. A identificação taxonômica do material coletado (abelhas e vespas) foi executada pelos taxonomistas do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Análise dos dados

Para a avaliação da ocupação dos ninhos-armadilha na área de estudo, os dados foram dispostos em tabela, na qual foi mostrada a quantidade de ninhos fundados por cada espécie e sua frequência relativa.

A representação da frequência relativa na distribuição dos ninhos das espécies foi determinada pelo número de ninhos de uma determinada espécie em relação ao número total de ninhos construídos por espécies fundadoras. Representada pela fórmula:

$$f = (n_i / N) \times 100$$

Em que:

f = frequência relativa;

n_i = número de ninhos fundados de uma dada espécie;

N = número total de ninhos construídos por espécies fundadoras.

Os dados de tempo de emergência foram contabilizados a partir do dia da coleta e apresentados através de tabelas contendo média e desvio padrão. Para verificar a existência da preferência por diâmetro entre as espécies de abelhas e vespas solitárias, foi utilizado o método de porcentagem feito no *Microsoft Excel*.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ocupação dos ninhos-armadilha

No decorrer de dez meses de coleta, as abelhas e vespas solitárias ocuparam 50 ninhos. Desses, em 21 foi possível identificar as espécies de abelhas e vespas fundadoras ocupantes por meio dos indivíduos emergidos. Outros 5 ninhos foram ocupados pela vespa cleptoparasita da família Chrysididae, que não entra na porcentagem por não serem vespas fundadoras. Em 4 ninhos, houve morte total dos indivíduos. No restante (20 ninhos), não houve emergência das espécies até o momento da escrita desses resultados.

Foram apresentados seis ninhos ocupados por abelhas pertencentes a três espécies nidificantes, distribuídas em uma só família (Apidae) e dois gêneros (*Centris* e *Tetrapedia*). Já em relação às vespas, foram registrados 15 ninhos ocupados pertencentes a quatro espécies, sendo três do gênero *Trypoxylon* da família Crabronidae, uma do gênero *Brachygastra* da família Vespidae e cinco ninhos ocupados pela vespa cleptoparasita pertencente à família Chrysididae que não entra na porcentagem do número de ninhos fundados (Tabela 1).

Tabela 1 – Número e frequência relativa dos ninhos fundados na região serrana de Portalegre, Rio Grande do Norte

Família / Espécie	Número de ninhos	Frequência (%)
Abelhas		
Apidae		
<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith, 1874	2	9,52%
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	1	4,76%
<i>Tetrapedia</i> sp.1	3	14,29%
Total	6	28,57%
Vespas		
Vespidae		
<i>Brachygastra</i> sp.1	7	33,33%
Crabronidae		
<i>Trypoxylon</i> sp.1	2	9,52%
<i>Trypoxylon</i> sp.2	5	23,81%
<i>Trypoxylon lactitarse</i>	1	4,76%
Chrysididae	*	
Total	15	71,43%
Total geral (Abelhas e vespas)	21	100,00%

*Espécies parasitas, como não são fundadoras, não entram na porcentagem de número de ninhos fundados.

Fonte: elaboração própria.

Das espécies de abelhas fundadoras, a *Tetrapedia* sp.1 foi a espécie mais frequente ocupando 14,29% dos ninhos-armadilha, seguida pela *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874 (9,52%) e a *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 (4,76%). Já em relação às espécies fundadoras de vespas, a *Brachygastra* sp.1 foi a mais comum (33,33%); seguida por *Trypoxylon* sp. 2 (23,81%); *Trypoxylon* sp.1 (9,52%) e *Trypoxylon lactitarse* (4,76%). Além das espécies de vespas e abelhas consideradas fundadoras, foram registradas dez vespas da espécie cleptoparasita pertencentes à família Chrysididae, cujos indivíduos ocuparam seis ninhos que não foram contabilizados na tabela de ocupação de ninhos, pois não são considerados espécie fundadora, ou seja, ocupam ninhos de outras espécies (Tabela 1).

De acordo com nossa pesquisa, observamos que o número de vespas e abelhas que preferiram os ninhos artificiais ofertados foi pouco e existem vários fatores que podem explicar essa ocorrência. A metodologia de ninhos-armadilha, proposto por Aguiar; Martins (2002); Garófalo (2008); Drummont *et al.* (2008), sugere que o tempo de pesquisa seja em média de 24 meses ou de no mínimo um ano para que possa obter dados numerosos, o que nos mostra que o tempo de coleta, no caso dez meses, influenciou o baixo número de ocupação.

Outro fator pode ter sido a oferta de apenas um tipo de ninho-armadilha, já que o que foi observado em outros estudos é que, além dos ninhos de tubos de cartolina, também são utilizados gomos de bambu seco, caixas racionais, dentre outros (Mesquita *et al.*, 2009; Garófalo, 2008; Krug; Alves-dos-Santos, 2008; Guimarães-Brasil, 2015).

A altura dos ninhos pode ter sido outro fator relevante, pois os ninhos encontravam-se a uma altura de, aproximada-

mente, um metro acima do solo. Segundo Viana *et al.* (2001), o baixo índice de ocupação pode estar relacionado ao habitat ou alturas mais altas, logo, a altura de um metro pode ter excluído espécies com preferência de nidificação mais próximo ao solo ou alturas superiores a um metro.

Além disso, o fato da área de estudo ser considerada bem preservada, ofertando muitos recursos para nidificação e, provavelmente, dispondo de um número maior de cavidades pré-determinadas naturais, com riqueza de plantas e recursos florais existentes nos resquícios de Mata Atlântica, pode ter tornado os ninhos artificiais menos atraentes (Viana *et al.*, 2001; Potts *et al.*, 2005; Cordeiro, 2009).

Apesar da padronização dos ninhos, estudos já realizados mostram a variação da metodologia no tipo de madeira utilizada, na utilização ou não de tubo de cartolina e o número de ninhos-armadilha ofertados. Esses fatores podem ocasionar diferenças na diversidade encontrada em cada área, como também, na diversidade de espécies de abelhas que nidificam em cavidades pré-determinadas, além das diferenças de composição e abundância (Aguiar; Martins, 2002).

Emergência

Do total de ninhos coletados emergiram 70 indivíduos, sendo 9 abelhas e 61 vespas (10 cleptoparasitas). Dos ninhos construídos por abelhas, *Tetrapedia* sp.1 foi a espécie fundadora mais abundante, somando seis indivíduos emergidos, seguida pela *Centris* (*Heterocentris*) *terminata* Smith, 1874 com dois indivíduos e *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith, 1874 com um indivíduo emergido (Tabela 2).

Dos ninhos de vespas fundadoras, a *Brachygastra* sp.1 foi a mais abundante com 34 indivíduos emergidos, seguida pela

Trypoxylon sp.2 com 13 indivíduos emergidos, a cleptoparasita Chrysididae com 10 indivíduos, a *Trypoxylon* sp.1 com três indivíduos e a *Trypoxylon lactitarse* com apenas um (Tabela 2).

Tabela 2 – Número de indivíduos emergidos e tempo de emergência (dias) das espécies de abelhas e vespas solitárias nidificantes na região serrana de Portalegre, Rio Grande do Norte

Família / Espécie	Indivíduos emergidos	Tempo de emergência (dias)
Abelhas		
Apidae		
<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith, 1874	2	18,5 ± 9,19
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	1	27 ± 0
<i>Tetrapedia</i> sp.1	6	60,5 ± 23,88
Total	9	
Vespas		
Vespidae		
<i>Brachygastra</i> sp.1	34	13,64 ± 3,07
Crabronidae		
<i>Trypoxylon</i> sp.1	3	42,33 ± 19,62
<i>Trypoxylon</i> sp.2	13	25,15 ± 11,63
<i>Trypoxylon lactitarse</i>	1	64 ± 0
Chrysididae		
	10	26,4 ± 15,29
Total	70	

Fonte: elaboração própria.

O tempo para a emergência variou entre as espécies. Nas abelhas, a *Tetrapedia* levou em média de 60,5 ± 23,88 dias; a *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874, 27 ± 0 dias e a *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874 em média de 18,5 ± 9,19 dias.

Nas vespas, a *Trypoxylon lactitarse* levou em média de 64 ± 0 dias para emergir, em seguida, a *Trypoxylon* sp.1 levou em média $42,33 \pm 19,62$ dias; a cleptoparasita Crhysididae levou em média de $26,4 \pm 15,29$ dias; a *Trypoxylon* sp.2 $25,15 \pm 11,63$ dias e a *Brachygastra* sp.1, com a menor média, levou $13,64 \pm 3,07$ dias (Tabela 2).

O tempo de desenvolvimento das espécies de abelhas e vespas solitárias começou a ser avaliado a partir do dia da coleta, visto que o tempo de emergência variou entre os indivíduos.

A *Tetrapedia* costuma emergir quando existe uma maior riqueza de alimento, local para nidificação e extração de óleo. Alguns indivíduos dessa espécie tiveram o tempo de emergência relativamente longo quando comparado a outras abelhas da mesma espécie (Cordeiro, 2009).

Em outros estudos realizados para a espécie de gênero *Centris*, o período de desenvolvimento das espécies fundadoras encontra-se dentro dos padrões avaliados (Mendes; Rêgo, 2007). Estudos realizados com ninhos-armadilha comprovam que as espécies do gênero *Centris* são frequentemente as que mais ocupam esses ninhos, em especial, a *Centris (Hemisiella) tarsata* que se verifica com maior densidade em alguns locais do Nordeste brasileiro (Viana *et al.*, 2001; Aguiar; Martins, 2002; Aguiar *et al.*, 2005; Melo; Zanela, 2012; Aguiar *et al.*, 2013).

Durante a realização da pesquisa não foi observado indício de diapausa nas espécies, mesmo sabendo que as espécies de *Centris* costumam praticar diapausa na estação seca como uma técnica para sobreviver a condições desfavoráveis (Aguiar; Garófalo, 2004).

Preferência por diâmetro

As abelhas e vespas solitárias apresentaram diferenças consideráveis em relação à preferência pelos diâmetros ofertados. As abelhas da espécie *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874, com dois indivíduos, possuem total preferência pelo diâmetro de 6 mm (100%), assim como a *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874, com apenas um indivíduo emergido, pelo de 5 mm (100%) e a *Tetrapedia* sp.1, com seis indivíduos, total preferência, também, pelo diâmetro de 5 mm (100%).

As vespas, de forma geral, nidificaram em todos os diâmetros disponibilizados. A *Trypoxylon lactitarse* teve preferência completa pela fundação de ninhos em cavidades com diâmetros de 10 mm (100%); a *Trypoxylon* sp.2 nidificou em dois orifícios ofertados, porém demonstrando maior preferência pelo de 6 mm (69,23%), em seguida o de 5 mm (30,77%); a *Trypoxylon* sp.1 também nidificou em dois orifícios com preferência no de 6 mm (66,67%) e no de 5 mm (33,33%); a *Brachygastra* sp.1 nidificou em três orifícios, tendo preferência pelo de 10 mm (47,06%), em seguida pelo de 9 mm (44,12%) e pelo de 6 mm (8,82%) e, por fim, a vespa cleptoparasita Crhysididae que nidificou nos quatro orifícios, tendo preferência pelo de 5 mm e 9 mm, os dois com 30%, seguido por 6 mm e 10 mm, os dois com 20% (Tabela 3).

Tabela 3 – preferência de diâmetro por ninho de abelhas e vespas solitárias que nidificam na região serrana de Portalegre, Rio Grande do Norte

Família	Espécie	Diâmetros			
		5mm	6mm	9mm	10mm
Abelhas Apidae	<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith, 1874	*	2 (100%)	*	*
	<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	1 (100%)	*	*	*
	<i>Tetrapedia</i> sp.1	6 (100%)	*	*	*
Total		7	2	*	*
Vespas Vespidae Crabronidae	<i>Brachygastra</i> sp.1	*	3 (8,82%)	15 (44,12%)	16 (47,06%)
	<i>Trypoxylon</i> sp.1	1 (33,33%)	2 (66,67%)	*	*
	<i>Trypoxylon</i> sp.2	4 (30,77%)	9 (69,23%)	*	*
	<i>Trypoxylon lactitarse</i>	* (100%)	*	*	1
Chrysididae		3 (30%)	2 (20%)	3 (30%)	2 (20%)
Total		8	16	18	19
Total geral (Vespas e abelhas)		15	18	18	19

Fonte: elaboração própria.

Observando a preferência das espécies de vespas e abelhas de uma maneira geral, constatamos que as três espécies de abelhas identificadas nidificaram em somente dois dos quatro diâmetros fornecidos, apresentando uma preferência pelos ninhos com 5 mm (77,78%) e 6 mm (22,22%), ou seja, por diâmetros menores. Já as vespas nidificaram em todos os tipos de diâmetros fornecidos, revelando uma preferência pelas cavidades que possuíam diâmetro de 10 mm (31,15%); em seguida pelo de 9 mm (29,51%); depois o de 6 mm (26,23%) e por último pelo de 5 mm (13,11%), ou seja, sempre com preferência pelos maiores diâmetros, diferentemente das abelhas, que preferiram os canudos de diâmetro menor.

Existem muitos fatores que influenciam na escolha de abelhas e vespas por um determinado diâmetro, como: abundância de recursos tróficos para provisionamento das células no local, disponibilidade de cavidades adequadas e tamanhos das fêmeas (Aguiar; Garófalo, 2004; Krombein, 1967; Aguiar; Garófalo, 2005; Jesus; Garófalo, 2000).

As espécies de abelhas normalmente preferem tubos que apresentam diâmetros parecidos entre eles, ainda assim, relaciona-se ao tamanho das abelhas e como seu corpo e a célula se ajustam na cavidade, tendo em consideração que orifícios maiores que seu corpo irá exigir uma maior demanda de trabalho e de material utilizado na construção do ninho, além do alto gasto energético para coletar e acomodar os materiais em uma cavidade maior (Aguiar; Martins, 2002).

As classes de diâmetros disponíveis para as abelhas na área podem também ter limitado o número de espécies coletadas (Garófalo *et al.*, 1989; Jesus; Garófalo, 2000), já que a quantidade de diâmetros ofertados foi mínima.

A escolha do tamanho da cavidade para a nidificação de vespas indica tanto a sua preferência por diâmetro, quanto a disponibilidade dele em ambientes de mata (Coville, 1982). As espécies de vespas *Trypoxylon* costumam ter uma preferência variada quanto aos diâmetros, como dito por Krombein (1967), Danks (1970), Fricke (1991), Garcia e Adis (1995). Tal qual as abelhas, fatores como a estrutura e o tamanho das vespas influenciam nessa escolha, como, também, o tamanho das presas que elas levam até o ninho.

CONCLUSÃO

Foram coletadas e identificadas três espécies de abelhas: *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874; *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874; *Tetrapedia* sp.1, todas pertencente apenas a uma família (Apidae). Já as vespas foram quatro espécies: *Brachygastra* sp.1; *Trypoxylon* sp.1; *Trypoxylon* sp.2; *Trypoxylon lactitarse* distribuídas em três famílias (Vespidae, Crabronidae e Crhysididae).

Dentre as abelhas e vespas coletadas, as que apresentaram maior abundância foram a *Brachygastra* sp.1 (vespa) e a *Trypoxylon* sp. 2 (vespa).

A emergência diferiu entre as espécies, com destaque para a *Trypoxylon lactitarse* com média de 64 ± 0 dias e a *Brachygastra* sp.1 com média de $13,64 \pm 3,07$ dias.

Com relação à preferência por diâmetro, as abelhas, de maneira geral, demonstraram maior preferência pelos menores diâmetros, o de 5 mm (77,78%) seguindo com o de 6 mm (22,22%). Já as vespas preferiram os maiores diâmetros, o de 10 mm (31,11%) e em seguida o de 9 mm

(29,51%), depois o de 6 mm (26,23%) e, de menor proporção, o de 5 mm (13,11%).

Portanto, o desenvolvimento de novas pesquisas nas áreas de Mata Atlântica torna-se importante para a compreensão da estrutura da comunidade das espécies de vespas e abelhas solitárias. Dessa forma, esses insetos poderão ser utilizados em escala comercial, na conservação e no uso sustentável dos ecossistemas naturais relacionados.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. J. C.; MARTINS, C. F. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.1, p.101-116, 2002.

AGUIAR, C. M. L.; DOREA, M. C.; FIGUEROA, L. E. R.; LIMA, L. C. L.; SANTOS, F. A. R. Nidificação de abelhas coletoras de óleo (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha em uma área de Caatinga. **Revista Magistra**, v. 25, p. 80-83, 2013.

AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A.; ALMEIDA, G. F. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que nidificam em ninhos-armadilha em áreas de floresta semi-decídua e caatinga, Bahia, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, v. 22, p. 1030-1038, 2005.

AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 3, p. 477-486, 2004.

ALEIXO, K. P.; FARIA, L. B.; GROPPPO, M.; CASTRO, M. M. N.; SILVA, C. I. Spatiotemporal distribution of floral resources in a Brazilian city: implications for the maintenance of pollinators, especially bees. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 1, p. 1-8, 2014.

BELTRÃO, B. A. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado do Rio Grande do Norte: diagnóstico do município de Martins**. Recife: Ministério de Minas e Energia Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, 2005. 22 p.

CAMILLO, E.; GARÓFALO, C. A.; SERRANO, J. C.; MUCCILLO, G. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilhas (Hymenoptera: Apocrita: Aculeata). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 39, p. 459-470, 1995.

CORDEIRO, G. D. **Abelhas solitárias nidificantes em ninhos-armadilha em quatro áreas de Mata Atlântica do Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP, Ribeirão Preto, 2009. 78 p.

COVILLE, R. E. **Wasps of the Genus Trypoxylon Subgenus Trypargilium in the North America**. University of California Press, Berkeley, 1982. 147 p.

DANKS, H. V. Biology of some stem-nesting aculeate Hymenoptera. **Trans. Royal Entomol. Soc. London**, v. 122, p. 323-329, 1970.

DRUMMONT, P.; SILVA, F. O.; VIANA, B. F. Ninhos de *Centris (Heterocentris) terminata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini) em Fragmentos de Mata Atlântica Secundária, Salvador, BA. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 3, p. 239-246, 2008.

EVANS, H.E.; EBERHARD, M.J.W. **The Wasps**. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1970. 265 p.

FERNANDES, F.L.; MANTOVANI, E.C.; NETO, H.B.; NUNES, V.V. Efeitos de variáveis ambientais, irrigação e vespas predadoras sobre *Leucoptera coffeella* (GuérinMénéville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no cafeeiro. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 410-417, 2009.

FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. Polinização Agrícola e sua Importância no Brasil *In*: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; LANGE CANHOS, D.A.; ARAÚJO ALVES, D.; SARAIVA, A.M. (Org.). **Polinizadores no Brasil**: Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap. 4, p. 103-118, 2012.

FRICKE, J. M. Trap-nest bore diameter preferences among sympatric *Passaloecus* spp. (Hymenoptera: Sphecidae). **Great Lakes Entomol** (Michigan), v. 24, p. 123-125, 1991.

GARCIA, M.V.B.; ADIS, J. Comportamento de nidificação de *Trypoxylon (Trypargilium) rogenhoferi* Kohl (Hymenoptera, Sphecidae) em uma floresta inindável de várzea na Amazônia Central. **Amazoniana, Plon**, v. 13, p. 259-282, 1995.

GARÓFALO, C. A. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) Nidificando em Ninhos-Armadilha na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Anais do VIII Encontro sobre abelhas**, Ribeirão Preto-SP, p. 208-217, 2008.

GARÓFALO, C.A.; E. CAMILLO; J.C. SERRANO. Espécies de abelhas do gênero *Centris* (Hymenoptera, Anthophoridae) nidificando em ninhos-armadilha. **Ci. Cult.**, v. 41, p. 799, 1989.

GARÓFALO, C. A.; MARTINS, C. F.; AGUIAR, C. M. L.; DEL LAMAR M. A.; SANTOS, I. A. As abelhas solitárias e perspectivas para seu uso na polinização no Brasil *In*: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; LANGE CANHOS, D.A.; ARAÚJO ALVES, D.; SARAIVA,

A.M. (Org.). **Polinizadores no Brasil**: Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap.1, p. 25-45, 2012.

GUIMARÃES-BRASIL, M. O. G. **Aspectos da biologia de nidificação de abelhas solitárias no maciço de Baturité, Ceará**. 2015. 116 f. Tese (Doutorado) – Curso de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico de 2010**. Portalegre: IBGE, 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/populacao.php?lang=&cod-mun=241020&search=rio-grandedo-norte|portalegre>. Acesso em: 22 de maio de 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações Completas de Portalegre-RN**. IBGE, 2014. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&cod-mun=241020>. Acesso em: 22 de maio de 2018.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN. **Perfil do Seu Município**: Portalegre. 2008. Disponível em: http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/socio_economicos/arquivos/Perfil%202008/Portalegre.pdf. Acesso em: 12 jul. 2018.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 59-62, 2010.

JESUS, B.M.V.; C.A. GARÓFALO. Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie**, v. 31, p. 503-515, 2000.

KROMBEIN, K. V. **Trap-nesting wasps and bees: Life histories, nests and associates**. Washington: Smithsonian Press, p. 569-570, 1967.

KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em Floresta Ombrófila mista em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 265-278, 2008.

LOYOLA, R.D.; MARTINS, R.P. Trap-nest occupation by solitary wasps and bees (Hymenoptera: Aculeata) in a Forest Urban remanent. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 1, p. 41-48, 2006.

MEDEIROS, S. R. N. **Análise da viabilidade socioambiental para a criação de uma unidade de conservação na microbacia da mata da bica, Portalegre (RN)**. 2015. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) – Faculdade de Ciências Exatas e Naturais – Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Mossoró-RN, 2015.

MELO, R. R.; ZANELA, F. C. V. Dinâmica de Fundação de Ninhos por Abelhas e Vespas Solitárias (Hymenoptera, Aculeta) em Área de Caatinga na Estação Ecológica do Seridó. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.**, v. 7, n. 4, p. 657-662, 2012.

MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C. Nidificação de *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, p. 382-388, 2007.

MESQUITA, T. M. S.; VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO, S. C. Ocupação de ninhos-armadilha por *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith, 1874 e *Centris* (*Hemisiella*) *vittata* Lepageletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Centridini) em áreas de cerrado. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, p. 124-132, 2009.

MORATO, E. F.; CAMPOS, L. A. O. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba. v. 17, n. 2, p. 429-444, 2000.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

O'NEILL, K.M.; LARSON, D.P.; KEMP, W.P. Sweep sampling technique affects estimates to the relative abundance and community composition of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). **Journal Agriculture Urban Entomology**, v.19, p. 125-131, 2002.

PERUQUETTI, R. C.; LAMA, M. A. Notas sobre a socialidade e a biologia de nidificação de *Trypoxylon* (*Trypoxylon*) *asuncicola* Strand, 1910 (Hymenoptera, Sphecidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, [S. I.], v. 2, n. 47, p. 297-301, 30 jun. 2003.

POTTS, S. G.; VULLIAMY, B.; ROBERTS, S.; O'TOOLE, C.; DAFNI, A.; NE'EMAN, G; WILLMER, P. Role of nesting resources in organizing diverse bee communities in a Mediterranean landscape. **Ecological Entomology**, v. 30, n. 1, p. 78-85, 2005.

SÃO-MATEUS, W. M. B.; CARDOSO, D.; JARDIM, J. G.; QUEIROZ, L. P. Papilionoideae (Leguminosae) na Mata Atlântica do Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 4, p. 315-362, 2013.

SILVEIRA, I. M. DE M; CARVALHO, R. G. de. Microclima e conforto térmico na área da Mata da Bica, no município de Portalegre/RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 1, p. 62-78, 2016.

TSCHARNTKE, T.; GATHMANN, A.; STEFFAN-DEWENTER, I. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. **J. Appl. Ecol.**, v. 35, p. 708-719, 1998.

VIANA, B. F.; SILVA, F. O.; KLENERT, A. M. P. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no nordeste do Brasil. **Neotrop. Entomol.**, v. 30, p. 245-251, 2001.

CAPÍTULO

04

Avaliação do desenvolvimento
colonial da abelha *Partamona*
seridoense (Hymenoptera Apidae)
em caixa racional na caatinga

LARA MILLENA DE SOUZA
MARIA RITA BARBOSA DE HOLANDA
DANIEL DE FREITAS BRASIL
MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES-BRASIL

INTRODUÇÃO

As abelhas sociais da subtribo Meliponina, também conhecidas como abelhas sem ferrão ou meliponíneos, pertencem à família Apidae e apresentam comportamento eussocial. Essas abelhas desempenham um importante papel ecológico como polinizadoras de muitas espécies de plantas, sendo consideradas elementos-chave para a manutenção e conservação de ecossistemas naturais (Slaa *et al.*, 2006). Elas vivem em colônias permanentes, possuem ferrão atrofiado e formam um grupo composto por mais de 500 espécies conhecidas mundialmente (Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2017; Roubik *et al.*, 2018), sendo no Brasil encontradas cerca de 244 espécies (Pedro, 2014).

A maioria das espécies de meliponíneos utiliza cavidades naturais para proteger suas colônias de predadores e das condições ambientais adversas (Jones; Oldroyd, 2006; Wilson, 1971). Os ninhos dessas abelhas podem ser fundados em ocos de árvores, fendas em rochas, sob a superfície do solo, em ninhos abandonados e no interior de ninhos de outros animais, como formigueiros ou cupinzeiros (Kerr *et al.* 1967; Roubik, 1983; Roubik, 2006).

Dentre as espécies que nidificam exclusivamente em cupinzeiros arbóreos, ativos ou não, destaca-se a espécie *Partamona seridoensis*, conhecida popularmente como abelha cupira. Essa abelha é endêmica do bioma Caatinga, presente nas regiões xéricas do Nordeste do Brasil, é conhecida por sua defensividade e por depender de termiteiros para o desenvolvimento do ciclo de vida das abelhas e da colônia (Pedro; Camargo, 2003; Camargo; Pedro, 2003).

A riqueza e a ocorrência das abelhas sem ferrão na Caatinga, como a *Partamona seridoensis*, vêm declinando, principalmente devido às ações antrópicas e à consequente alteração

dos habitats e fragmentação dos locais propícios à nidificação, comprometendo diretamente a sobrevivência e multiplicação das colônias (MMA, 2014). Mesmo diante desses prognósticos negativos, essa abelha supera as dificuldades encontradas no seu bioma, nidificando em termiteiros arbóreos encontrados principalmente nas regiões mais antropizadas (Vasconcellos *et al.*, 2010; Viana Junior *et al.*, 2014).

Ainda que existam pesquisas sobre a diagnose morfológica do gênero *Partamona* (Pedro; Camargo, 2003), estudos sobre os aspectos internos dos ninhos de abelhas *P. seridoensis* são escassos (Camargo; Pedro, 2003; Lorenzon, 1999; Miranda *et al.*, 2017; Brasil, 2020), o que compromete o conhecimento sobre a arquitetura, biologia de seus ninhos e, conseqüentemente, sua inclusão em projetos com meliponicultura (Almeida Souza *et al.*, 2007).

Pelo fato de serem termitófilas obrigatórias e exigirem um ambiente relativamente estável e isolado termicamente do meio externo, o projeto arquitetônico de colmeias racionais para a abelha sem ferrão *P. seridoensis* é um desafio (Brasil, 2020). Visando a criação dessas abelhas em caixas racionais, Brasil (2020) desenvolveu um modelo detalhado de uma colmeia racional voltada exclusivamente para espécies termitófilas de abelhas sem ferrão, uma vez que essas abelhas dificilmente permanecem em caixas racionais.

A criação da espécie *P. seridoensis* em caixas racionais fornece a possibilidade de se estudar as características internas do ninho dessas abelhas, como por exemplo, a atividade de postura e desenvolvimento do ninho. Além disso, é importante destacar que a criação racional das abelhas sem ferrão pode contribuir para preservação das espécies, além de proporcionar aos meliponicultores a possibilidade de obter mel e outros pro-

dados provenientes das abelhas e contribuir com a polinização de inúmeras espécies vegetais (Silva *et al.*, 2019).

Assim, devido à carência de informações sobre o conhecimento bionômico dessa espécie, principalmente no estado do Rio Grande do Norte, onde as pesquisas sobre a biologia de nidificação e criação racional desses insetos são escassas, torna-se indispensável realizar pesquisas desse cunho. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é estudar a atividade de postura e emergência das abelhas nas células dos discos de crias superficiais, bem como a interação entre os fatores abióticos e o desenvolvimento colonial.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização do experimento

A pesquisa foi realizada em um meliponário localizado no município de Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte (Figura 1), no período de setembro de 2019 a setembro de 2020.

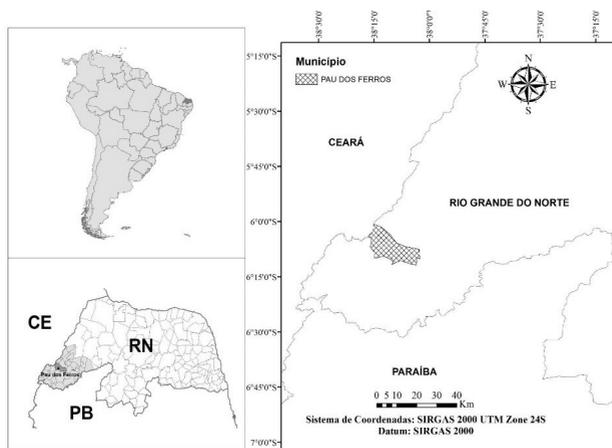


Figura 1 – localização do município de Pau dos Ferros/RN

Fonte: elaboração própria.

Caracterização da área de estudo

O município de Pau dos Ferros localiza-se na mesorregião do Alto Oeste Potiguar no estado do Rio Grande do Norte (6° 06' 33" Sul; 38° 12' 16" Oeste). O clima característico da região é o muito quente e semiárido, com temperaturas médias anuais de 28,1°C, umidade média relativa do ar de 66% e período chuvoso distribuído nos meses de fevereiro a junho. A vegetação que prevalece é a caatinga hiperxerófila, apresentando um caráter mais seco, com grande quantidade de cactáceas e plantas de pequeno porte (IDEMA, 2008).

Coleta de dados

As observações foram realizadas tendo como material de estudo um ninho de *P. seridoensis* nidificada em uma caixa racional (Figura 2), produzida exclusivamente para espécies termitófilas (Brasil, 2020). Os discos superficiais de crias dessa colônia foram fotografados (Figura 3) uma vez por semana, durante 52 semanas (12 meses) consecutivas, visando acompanhar o desenvolvimento do ninho por meio do índice de postura e emergência das abelhas (células abertas e fechadas).



Figura 2 – modelo de caixa racional produzida para espécie termitófila *Partamona seridoensis*

Fonte: elaboração própria.



Figura 3 – registro fotográfico dos discos superficiais de crias da colônia de *Partamona seridoensis*

Fonte: elaboração própria.

O método da fotografia auxiliou no menor impacto possível sobre a colônia, pois provocou menos estresse às abelhas, tendo em vista que a exposição delas ao ambiente externo ocorreu por um curto período de tempo, amenizando as interferências do meio sobre a evolução larval (Ibidem, 2020).

Após o registro fotográfico, foi realizado, semanalmente, a contabilização da quantidade das células de cria abertas e fechadas dos discos de cria superficiais. As células abertas foram as que não apresentaram uma cobertura (opérculo) e as fechadas as que apresentaram um invólucro, resultando em um aspecto semelhante ao de uma cápsula (Figura 4).

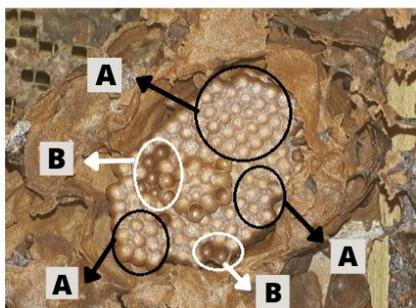


Figura 4 – discos de cria de uma colônia de *Partamona seridoensis*

*As células fechadas são representadas por A e as abertas por B.

Fonte: elaboração própria.

Para facilitar a contagem das células na colônia analisada, foram utilizadas ferramentas do *software Paint.Net 4.4.12* para colorir de forma distinta (Figura 5) as que estivessem abertas ou fechadas.



Figura 5 – discos de cria de uma colônia de *P. seridoensis*

*De branco, destacam-se as células abertas e de preto, as células fechadas.

Fonte: elaboração própria.

Concomitantemente, realizou-se a contabilização do número de células através da utilização do programa de distribuição livre *OdPlus 1.6*, por meio da contagem dos cliques do mouse, garantindo uma maior precisão na contagem de células abertas e fechadas (Figura 6).

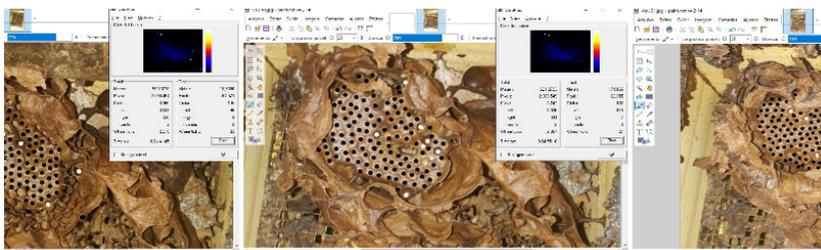


Figura 6 – contagem das células por meio do *software Paint.Net 4.4.12* e do programa *OdPlus 1.6*.

Fonte: elaboração própria.

Posteriormente, foi elaborada uma planilha no programa *Microsoft Excel®*, na qual foi realizada a tabulação dos dados coletados semanalmente.

Ademais, com o objetivo de investigar a correlação entre a evolução da colônia e o meio abiótico, foram coletados dados climáticos concernentes à temperatura e umidade relativa do ar na estação meteorológica automática OBO RX3000 *Station*, localizada na Universidade Federal Rural do Semiárido, campus de Pau dos Ferros/RN.

Análise de dados

As quantidades de células abertas e fechadas foram submetidas, inicialmente, à estatística descritiva básica para verificar a normalidade dos dados. Os dados anormais foram sujeitos à transformação de Johnson para ajustá-los a uma distribuição normal, antes de se realizar os testes de capacidade. Assim, para verificar se houve divergências estatísticas entre as quantidades de células superficiais e a média de células por disco para a espécie (109,2) (Brasil, 2020), foi empregado o Teste-t para uma amostra. Outrossim, a verificação da interconexão e as forças de relação entre as quantidades de células contabilizadas e o meio abiótico foi desenvolvida através de regressão simples (R^2 aj). Já para os testes estatísticos, foram utilizados um nível α para determinar diferenças significativas em $P \leq 0,05$. Para que a análise e confecção dos gráficos fossem realizadas de modo eficiente, utilizou-se os programas Minitab 18.1 e IBM SPSS 20.0.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A quantidade média de células contabilizadas nos discos de crias superficiais da espécie *Partamona seridoensis* apresentou valor médio de 156 ± 68 células. Esse valor divergiu significativamente ($T(1;53)=5,03$; $P<0,001$) da média encontrada por Brasil (2020), que apresentou média de 109,2 para essa espécie.

Possivelmente, essa diferença significativa está associada ao fato de que, no trabalho desenvolvido por Brasil (2020), a média da espécie foi contabilizada em seus ninhos naturais, visto que pode haver distinções nos dimensionamentos internos desses termiteiros arborícolas em relação à colmeia racional, arquitetada exclusivamente para espécies termitófilas obrigatórias. Em contraponto, a análise da quantidade média de células superficiais realizada no presente trabalho sucedeu em uma colmeia racional desenvolvida com base nas medidas médias de ninhos naturais (respeitando as características pre-existentes). Logo, a elevação no valor médio da quantidade de células, quando comparadas aos ninhos naturais, pode ser decorrente da favorável adaptação da espécie no ninho projetado idealmente para a espécie *Partamona seridoensis* (Brasil, 2020).

Além disso, levando em consideração os meses que ocorreram precipitações (março, abril e maio), a média de células, em paralelo ao período chuvoso e ao restante do ano, não apresentou discrepância significativa ($T(1;49) = -0,58; P=0,562$) (Figura 7).

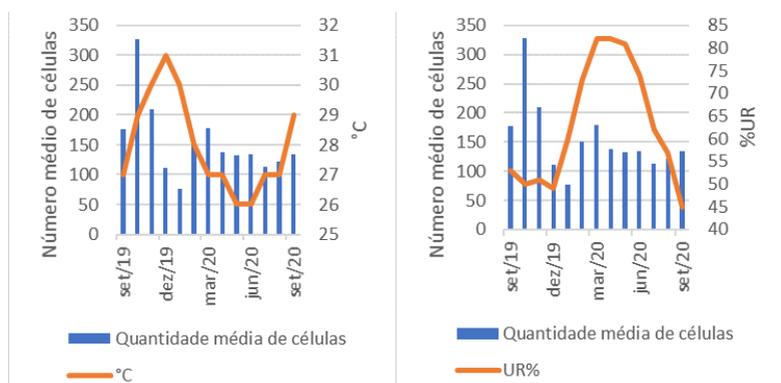


Figura 7 – relação entre a quantidade de células e os fatores abióticos

Fonte: elaboração própria.

Esse fato é justificado porque a colmeia projetada provavelmente ofereceu um ambiente favorável ao desenvolvimento da colônia, devido à presença de um material isolante composto por substratos naturais em sua construção (Figura 8) (Brasil, 2020). Ademais, outro fator que pode ter influenciado no resultado é que essas abelhas termitófilas, obrigatórias e endêmicas da caatinga hiperxerófito, encontram-se bem adaptadas às temperaturas características do clima semiárido (Pedro; Caramargo, 2003; Miranda *et al.*, 2017), visto que nesse ecossistema ela alcança a média de 30°C, com poucas variações e com radiação ao longo de todo o ano (Vasconcellos *et al.* 2010; Andrade *et al.* 2017; Souza, 2009). Dessa forma, o espaço em que a colônia foi inserida estava incorporado às características térmicas próximas às naturais, que são propícias ao seu desenvolvimento.

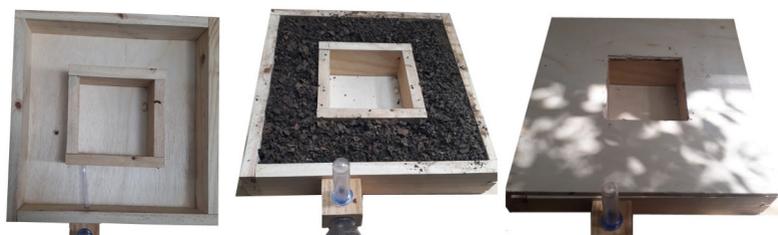


Figura 8 – substrato natural utilizado na construção da colmeia racional

Fonte: elaboração própria.

Foi verificado se a quantidade de células fechadas poderia ser calculada com base em uma única variável, isto é, a quantidade de células abertas ($F(1;51) = 7,45$; $P = 0,009$; $R^2(aj) = 11,22\%$). Com isso, foi observado que houve um efeito significativo na quantidade de células fechadas, em relação à quantidade de células abertas (Figura 9). Contudo, mesmo essa

variável sendo significativa para calcular a quantidade de células fechadas, não possui força suficiente para representar a maioria das situações.

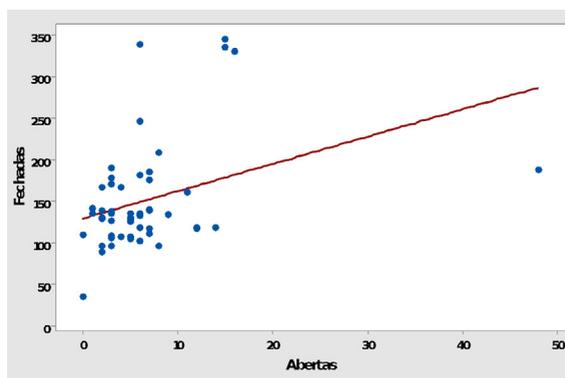


Figura 9 – quantidade de células fechadas em relação à quantidade de células abertas

Fonte: elaboração própria.

Em seguida, foi analisado se a quantidade de células fechadas poderia ser explicada ou calculada com base na temperatura do ar ($F(1;51) = 2,56$; $P = 0,116$; $R^2(aj) = 2,98\%$). O resultado mostrou que não houve efeito significativo, indicando que esse fator abiótico não teve influência sobre a quantidade de células. Essa análise pode ser explicada pelo fato de que as abelhas estavam sujeitas a mecanismos termorregulatórios passivos, em razão da ambiência interna da caixa racional proporcionada pelo revestimento termoisolante natural, contribuindo para que a temperatura ideal no ninho fosse estável (Jones; Oldroyd, 2006).

Além disso, as abelhas sem ferrão apresentam técnicas adicionais no processo de manutenção térmica, como adição ou diminuição no invólucro e a criação de abelhas incubadoras que possuem uma temperatura superior às demais (Roubik; Peralta, 1983; Jones; Oldroyd, 2006; Sung *et al.*, 2008; Rol-

ção-Sbordoni *et al.*, 2019). Assim, a análise dessa variável não apresentou resultados significativos, sendo possível utilizar essa colmeia desenvolvida racionalmente para fins comerciais, tendo em vista que a ambiência interna possivelmente se manteve estável, pois não houve interferência na quantidade das células.

Com base na análise gráfica (Figura 10), concluiu-se que a postura das abelhas *P. seridoensis* foi diretamente proporcional ao aumento da temperatura, mesmo que esse fator abiótico não tenha exercido influência significativa, ou seja, conforme a temperatura do ar cresce, a quantidade de células tende a crescer e da mesma forma o inverso.

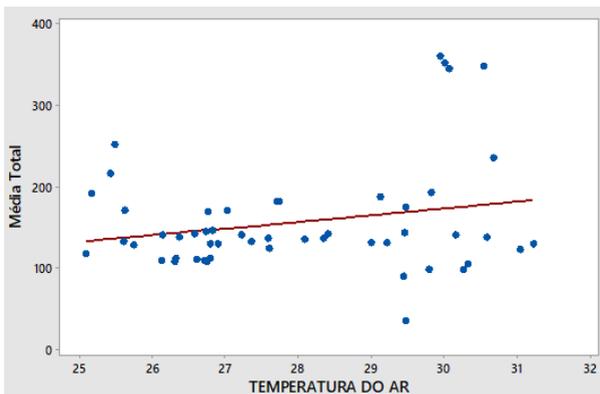


Figura 10 – quantidade de células pela temperatura do ar

Fonte: elaboração própria.

A umidade relativa do ar apresentou um crescimento inversamente proporcional à média de células de cria (Figura 11), tendo em vista que quanto maior a umidade, menor a quantidade de crias produzidas. Ainda assim, não houve efeito significativo sobre a quantidade de células fechadas ($F(1;51) = 2,64$; $P = 0,111$; $R^2(aj) = 3,11\%$).

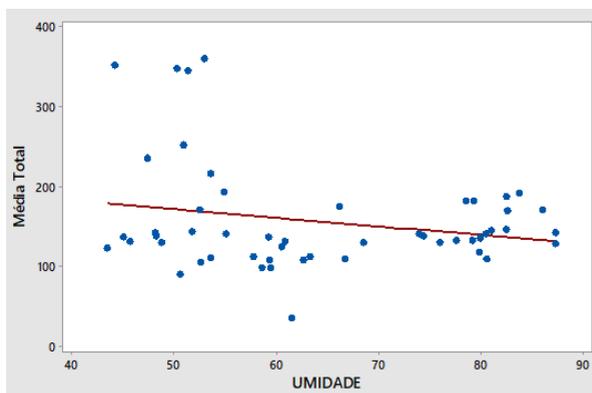


Figura 11 – quantidade de células pela umidade relativa do ar

Fonte: elaboração própria.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento da colônia de *Partamona seridoensis* inserida em caixa racional apresentou um resultado positivo, visto que não houve interferência do meio abiótico e nem regressão na quantidade das células de crias na colônia analisada ao longo do experimento. Assim, pode-se concluir que elas se desenvolveram e se adaptaram satisfatoriamente ao modelo projetado.

Mediante a escassez de literatura referente à essas abelhas, o presente trabalho contribui na valorização e ampliação dos conhecimentos acerca dessa espécie na meliponicultura, além de representar um passo importante na definição das estratégias para conservação e manutenção da fauna desses insetos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. B.; OLIVEIRA, A. R. M.; CARVALHO, C. A. L. Diagnóstico da arquitetura de ninho de *Oxytrigona tataira* (Smith, 1863) (Hymenoptera: Meliponinae). **Biota Neotropica** 7(2), p. 83-86, 2007.

ANDRADE, E.M.; AQUINO, D.N.; CHAVES, L.C.G.; LOPES, F.B. Water as capital and its uses in the Caatinga. *In*: SILVA, J.M.C.; LEAL, I.R.; TABARELLI, M. **Caatinga**: the largest tropical dry forest region in South America. (Eds.) Cham: Springer International Publishing, p. 281-302, 2017.

BRASIL, D. F. **Termiteiros arborícolas (*Microcerotermes indistinctus* e *Constrictotermes cyphergaster*) como substrato de nidificação para a abelha sem ferrão *Partamona seridoensis* na caatinga**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró/RN, 2020.

CAMARGO, J.M.F.; PEDRO, S.R.M. Meliponini neotropicais: O gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae, Apinae) - bionomía e biogeografia. v. 47. **Revista Brasileira de Entomologia**, p. 311-372, 2003.

CARVALHO, A. T.; MAIA-SILVA, C.; JAFFÉ, R.; SOUZA, B. A.; ZANELLA, F. C.; MARTINS, C. F.; GIANNINI, T. C. **Distribuição geográfica atual da abelha jandaíra e previsões para sua distribuição futura**. Mossoró: EdUFERSA, p. 73-78, 2017.

IDEMA. **Perfil do município**. Natal - RN, 2008. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013919.PDF>. Acesso em: 20 de março de 2021.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KOEDAM, D.; HRNCIR, M. **A abelha jandaíra no passado, no presente e no futuro**. Mossoró: EdUFERSA, RN, 2017.

JONES, J. C.; OLDROYD, B. P. Nest thermoregulation in social insects. **Advances in insect Physiology**, v. 33, p. 153-191, 2006.

KERR, W. E.; SAKAGAMI, S. F.; ZUCCHI, R.; PORTUGAL-ARAÚJO, V. D.; CAMARGO, J. D. Observações sobre a arquitetura dos ninhos e comportamento de algumas espécies de abelhas sem ferrão das vizinhanças de Manaus, Amazonas (Hymenoptera, Apoidea). *In: Atas do Simpósio sobre a biota Amazônica. Conselho Nacional de Pesquisa Rio de Janeiro*, p. 255-309, 1967.

LORENZON, M.C.; BANDEIRA, A.; AQUINO, H.; MARACAJÁ-FILHO, N. Relationship between *Partamona* (HYM., APIDAE) and *Constrictotermes* (ISOP., TERMITIDAE) in the semiarid region of the Paraíba state, Brazil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 13, n. 1/2, p. 61-68, 1999.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Caatinga**, 2014. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/caatinga/itemlist/category/55-caatinga.html>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MIRANDA, E. A.; FERREIRA, K. M.; CARVALHO, A. T.; MARTINS, C. F.; FERNANDES, C. R.; DEL LAMA, M. A. Pleistocene climate

changes shaped the population structure of *Partamona seri-doensis* (Apidae, Meliponini), an endemic stingless bee from the Neotropical dry forest. **PLoS One**, v. 12, n. 4, 2017.

PEDRO, S. R. M.; CAMARGO, J. M. F. Meliponini neotropicais: o gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 1-117, 2003.

PEDRO, S. R. M. The stingless bee fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 348-354, 2014.

ROLDÃO-SBORDONI, Y. S. *et al.* Scientific Note: Warming Nurses, a New Worker Role Recorded for the First Time in Stingless Bees. **Journal Of Economic Entomology**, v. 112, n. 3, p. 1485-1488, 2019.

ROUBIK, D. W. *et al.* **The pollination of cultivated plants: A compendium for practitioners.** Italy, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, v.1, 2018.

ROUBIK, D. W.; PERALTA, F. J. A. Thermodynamics in nests of two *Melipona* species in Brasil. **Acta Amazonica**, v. 13, n. 2, p. 453-466, 1983.

ROUBIK, D. W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, v. 37, p. 124-143, 2006.

SILVA, M. G.; DANTAS, M. C. A. M.; MOREIRA, J. N.; PEREIRA-JUNIOR, E. B.; OLIVEIRA-NETO, J. N.; MEDEIROS, A. C.; GADELHA, H. S. Criação racional de abelhas jandaíra e sua impor-

tância ambiental. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 13-18, 2019.

SLAA, E. J.; CHAVES, L. A. S.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; HOFSTEDÉ, F. E. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 293-315, 2006.

SOUZA, B. A.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O.; DIAS, C. S.; CLARTON, L. Munduri (*Melipona asilvai*): a abelha sestrosa. **Embrapa Meio-Norte-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2009.

SOUZA, J. V. N.; SOUZA, E. A.; GUIMARÃES-BRASIL, M. O.; BRASILE, D. F. Atividade de voo das abelhas cupira (*Partamona seridoensis*) no semiárido brasileiro. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 5, p. 259-269, 2019.

SUNG, I.; YAMANE, S.; HOZUMI, S. Thermal Characteristics of Nests of the Taiwanese Stingless Bee *Trigona ventralis hoozana* (Hymenoptera: Apidae). **Zoological Studies**, v. 47, n. 4, p. 417-428, 2008.

VASCONCELLOS, A.; BANDEIRA, A. G.; MOURA, F. M. S.; ARAÚJO, V. F. P.; GUSMÃO, M. A. B.; CONSTANTINO, R. Termite assemblages in three habitats under different disturbance regimes in the semi-arid Caatinga of NE Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 74, n. 2, p. 298-302, 2010.

VIANA-JUNIOR, A. B.; REIS, Y. T.; COSTA, A. P. M.; SOUZA, V. B. Termite assemblages in dry tropical forests of Northeastern

Brazil: Are termites bioindicators of environmental disturbances? **Sociobiology**, v. 61, n. 3, p. 324-331, 2014.

WILSON, E. O. **The insect societies**. Harvard: Belknap Press, 1971.

CAPÍTULO 05

Análise da influência dos fatores abióticos na atividade de voo da abelha jandaíra (*Melipona Subnitida*)

ÁLVARO DE LIMA ARAÚJO FERNANDES
ANDRÉ LUCAS DE ALMEIDA FERNANDES
DANIEL DE FREITAS BRASIL
MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES-BRASIL

INTRODUÇÃO

As abelhas pertencem à Ordem Hymenoptera e Superfamília Apoidea (Almeida, 2002), estão presentes na maioria dos ecossistemas terrestres (Martins *et al.*, 2012), sua diversidade biológica ultrapassa a marca de 20.000 espécies conhecidas (Batista, 2018) e uma de suas principais funções é a polinização (Souza *et al.*, 2007), fundamental para a perpetuação da maioria das espécies vegetais (Martins *et al.*, 2012).

Das espécies de abelhas conhecidas, existem cerca de 350 que são catalogadas como abelhas sem ferrão (Villas-Bôas, 2012), dentre elas, destaca-se a *Melipona subnitida*, conhecida popularmente como Jandaíra, a qual é uma espécie endêmica da região Norte e Nordeste (Queiroz, 2004), conhecida por sua docilidade e pela facilidade de manejo, possibilitando um convívio harmonioso em zonas urbanas (Silva *et al.*, 2005).

O bioma Caatinga, além da abelha Jandaíra, abriga cerca de 87 espécies de abelhas, pertencentes a 77 gêneros (Zanella; Martins, 2003). Esse bioma é restrito ao Semiárido brasileiro e tem a maior parte de seu território ocupada por uma vegetação adaptada às condições de aridez e fisionomia variada (Gama *et al.*, 2010). É nesse ambiente, considerado hostil à maioria das formas de vida, que a abelha Jandaíra destaca-se pela adaptação, ajustando-se às condições áridas e de média térmica elevada (Kato, 1997). Porém, esse bioma, fundamental para a conservação da abelha Jandaíra, encontra-se ameaçado e cerca de 50% de sua cobertura vegetal original já sofreu perturbações antrópicas consideradas crônicas, e seus recursos naturais são vítimas de exploração predatória, uso indiscrimi-

nado de pesticidas, queimadas e desmatamentos. Logo, em um futuro não tão distante, estarão perdidos de forma irreversível (Fonseca, 2017).

Buscando amenizar o impacto da ação humana e conservar as espécies de abelhas nativas sem ferrão, a meliponicultura racional vem conseguindo resgatar colônias de áreas sujeitas ao desmatamento (Afonso, 2012), bem como a multiplicação de colônias de abelhas através da utilização de ninhos artificiais, que imitam a ambiência das colônias naturais. Os principais tipos de ninhos artificiais utilizados para a multiplicação de abelhas Jandaíra são os modelos Nordestina e os de caixa modulada (INPA), que possuem as práticas de manejo semelhantes a: alimentação artificial, colheita de mel e divisão de colônias matrizes (Maia *et al.*, 2015). O sucesso dessas práticas de manejo, principalmente a multiplicação de colônias, dependem de serem realizadas em horários com clima ameno e com menor fluxo de abelhas, interferindo minimamente no comportamento natural das colônias (Villas-Bôas, 2012).

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo verificar a influência dos fatores abióticos na atividade de voo da *Melipona subnitida* e avaliar qual o melhor horário para que sejam executadas as práticas de manejo da meliponicultura racional com essas abelhas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi realizada na cidade de Pau dos Ferros no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1), entre os meses de agosto e outubro (estação seca do ano) de 2018. O clima da ci-

dade é predominante semiárido com altas temperaturas e uma baixa umidade, com uma temperatura média anual de 26,7°C, podendo atingir máximas de 31,9°C no período de outubro a dezembro e uma mínima de 21,6°C entre junho e agosto. A média pluviométrica é de 827 mm ao ano, com a estação chuvosa entre fevereiro e maio (ANA, 2011). Além disso, a vegetação predominante é a caatinga hiperxerófila caducifólia na estação seca, com predominância de cactáceas e plantas de porte baixo (IDEMA, 2008).

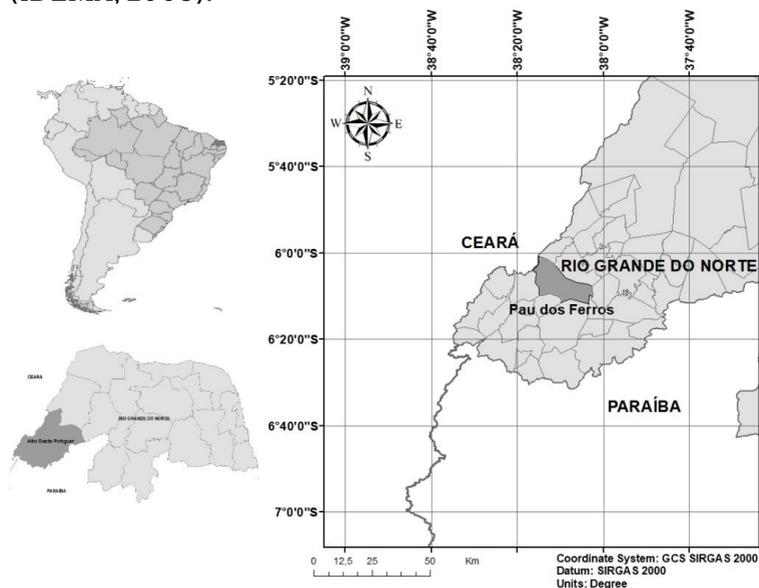


Figura 1 – Município de Pau dos Ferros mostrado no mapa do Rio Grande do Norte

Fonte: elaboração própria.

Coleta de dados

As observações foram realizadas em cinco dias não consecutivos, compreendidos entre os meses de agosto e outubro de 2018, período considerado como estação seca na área de estudo (ANA, 2011). A coleta de dados foi executada através da observação da atividade de voo em cinco caixas racionais do tipo Nordeste, comumente utilizada para criação racional da abelha Jandaíra (*Melipona subnitida*) na região do estudo. As observações foram realizadas durante dez minutos para cada caixa racional, totalizando cinco observações para cada hora. As coletas dos dados começaram sempre às 6h, sendo finalizada às 17h50min, período em que as abelhas reduzem significativamente a atividade de pastejo, conforme observado por Maia-Silva *et al.* (2015). Foi observado para cada horário o quantitativo de abelhas que entravam na colônia trazendo pólen, resina ou uma carga não visível (que se subentende que seria água ou néctar em seus papos) e quantas abelhas saíam com lixo ou sem carga (campeiras). A reentrada dessas abelhas lixeiras foi contabilizada, porém seu quantitativo foi subtraído do total de abelhas que entraram sem carga visível (Fórmula 1).

$$E_{AN} = E_v - L, \text{ em que:}$$

E_{AN} = entrada com água/néctar
 E_v = entrada corbícula vazia
L = lixeiras

Os dados climáticos de temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e irradiação solar (W/m²) foram colhidos através de uma estação meteorológica e *data logger* (OnSet RX 3000) instalados a 10 m do experimento.

Análise dos dados

Os dados relacionados à atividade de voo foram tabulados no *software Microsoft*® *Office Excel*® (*Microsoft*, Estados Unidos). Esses dados foram submetidos, inicialmente, à estatística descritiva básica para verificar a normalidade de distribuição. Em seguida, caso houvesse normalidade entre os dados, era feito o teste F através da análise de variância (ANOVA) para verificar a existência de diferenças significativas entre as médias dos dados. As análises referentes à existência de diferenças significativas entre as variações de comportamento foram realizadas através da análise de variância por meio de teste de comparação de médias, utilizando o teste de Tukey a 5% de significância. Já a possível interação existente entre a temperatura, umidade relativa, irradiação solar e a atividade de voo no período experimental foi verificada através de uma análise de correlação simples. Os testes estatísticos foram realizados utilizando os *softwares Assistat 7.7b* (UFCG, Brasil) e *SigmaPlot 12.0* (*SysTat Software*, Estados Unidos).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As médias de atividades externas e dos fatores abióticos não apresentaram diferença significativa entre os valores ao longo do estudo ($P > 0,05$), indicando, assim, que tanto as atividades de voo quanto as variáveis meteorológicas se mantiveram constantes durante todo o período experimental (Tabela 1).

Tabela 1 – Dados estatísticos das atividades de voo da abelha Jandaíra (*Melipona subnitida*) e fatores climáticos registrados no estudo, Pau dos Ferros, Estado do Rio Grande do Norte, 2018

Variável	p-valor
Pólen	0,234
Resina	0,506
Rem Carga	0,080
Lixo	0,639
Saída	0,096
Temperatura	0,195
Umidade	0,094
Irradiação Solar	0,853

Fonte: elaboração própria.

Como apresentado na Tabela 2 e na Figura 4, o maior número de atividades externas da *Melipona subnitida* foi durante a manhã. Esse tipo de comportamento se assemelha ao que Pierrot e Schindwein (2003) constataram para a *Melipona scutellaris* que tem 60% da sua atividade de voo diária no período matutino, visto que o número das atividades externas tem dois picos durante o dia: às 6h, quando a temperatura estava por volta dos 24 C°, a umidade relativa em aproximadamente 68% e a radiação solar perto dos 168 W/m² e às 12h, quando a temperatura estava perto dos 36 C°, a umidade relativa em 34% e a radiação solar acima de 850 W/m² (Figuras 5 e 6). Constatou-se que, sempre após os ápices, houve um decréscimo nas atividades. Souza *et al.* (2006), avaliando a atividade de voo da *M. asilvai* de junho de 2002 a março de 2003, registraram ápices de atividade de voo com umidade relativa de 60,6% e temperatura por volta dos 27 C°.

Pode-se observar também que no período de 8 às 10h há uma redução nas atividades de coleta, isso pode estar relacionado ao aumento da atividade de limpeza da colmeia nesse mesmo horário. A coleta de resina foi mais alta no período das 6h, tendo também um pico às 13h, comportamento que se assemelha ao que Pierrot e Schlindwein (2003) observaram para *Melipona scutellaris*, enquanto Lopes *et al.* (2007) verificaram para a jandaíra picos na coleta de resina às 9h, 12h e 16h.

Tabela 2 – Atividades de voo (Entrada e Saída) da abelha Jandaíra (*Melipona subnitida*) registrados no estudo, Pau dos Ferros, Estado do Rio Grande do Norte, 2018

Abelhas	
Entrando	
Pólen	373 (14%)
Néctar/Água	1058 (39,6%)
Resina	84 (3,1%)
Saindo	
Lixo	143 (5,4%)
Sem carga	1011 (37,9%)
Total	2669

Fonte: elaboração própria.

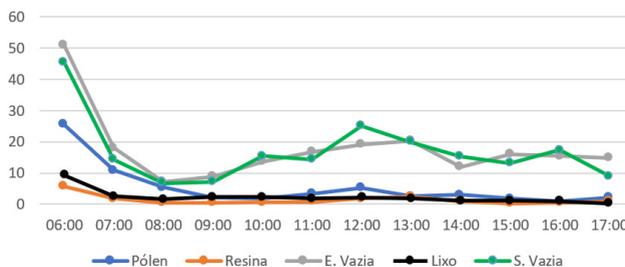


Figura 4 – Média das atividades de voo da *M. subnitida* nos dias de estudo
Fonte: elaboração própria.

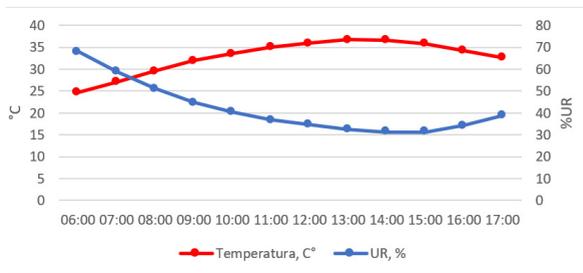


Figura 5 – Médias dos fatores climáticos nos dias de estudo

Fonte: elaboração própria.

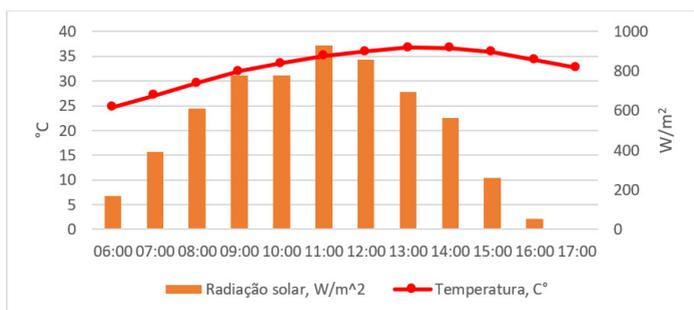


Figura 6 – Média dos fatores climáticos nos dias de estudo

Fonte: elaboração própria.

Os resultados observados no presente trabalho são muito semelhantes ao de um estudo realizado na cidade de Mossoró, também localizada no Rio Grande do Norte, no qual Oliveira *et al.* (2012) registraram que a *M. subnitida*, no período seco, tem uma maior atividade externa das 5h às 7h, com uma temperatura por volta dos 20 C° e a umidade relativa de 90%; e também das 10h às 15h com temperaturas entre 29 e 35 C° e umidade relativa em 60%.

Em estudo feito por Fidalgo e Kleinert (2007), foi visto que a *M. rufiventris* coleta mais pólen pela manhã com auge às 6h (temperatura de 16 à 24 C°) e com o aumento da temperatura diminui a coleta de pólen e tem um aumento significativo na de néctar (temperatura de 20 à 30 C°). Nesse estudo, foi possível observar

que, quando está nos períodos mais quentes do dia, o número de abelhas entrando com água ou néctar aumenta, visto que a elevação da temperatura e diminuição da umidade relativa tem em consequência a evaporação da água do néctar, fazendo com que ele fique com um maior teor de açúcar (Biesmeijer *et al.*, 1999).

De acordo com a Tabela 3, podemos observar que não houve diferença significativa na coleta de resina e de retirada de lixo ao longo do dia; como observado por Vieira Neto *et al.*, (2006), a Jandaíra apresenta um comportamento de limpeza regular durante o dia. Já na coleta de pólen, apenas os horários de 06 e 07h diferiram do total de campeiras que coletaram esse recurso ao longo do dia, sendo os maiores valores vistos durante esse período. Isso pode ser explicado pelo que Borges e Blochtein (2005) constatarem estudando *M. marginata obscurior* no período primavera-verão no interior de São Paulo: a coleta de pólen dessa espécie foi maior pela manhã e decaiu à tarde pelo fato desse recurso ter uma oferta maior no período matutino e ter sua oferta reduzida ao longo do dia por ocorrência do forrageamento de outras espécies de abelhas e visitantes florais. Estudos feitos por Brujin e Sommejer (1997) e Pierrot e Schlindwein (2003), mostraram que o padrão de forrageamento das abelhas do gênero *Melipona* apresentam o pico da coleta de pólen nas primeiras horas da manhã.

Para as abelhas que entraram sem carga aparente, apenas o horário de 6h foi maior e diferente estatisticamente do restante do dia, já para a saída do ninho sem carga, os dados variam durante todo o dia. Ambos comportamentos podem ter relação com a produção de recursos florais das plantas, já que, em geral, disponibilizam pólen pela manhã e néctar durante todo o dia (Hilário; Imperatriz-Fonseca; Kleinert, 2000; Pierrot; Schlindwein, 2003). Durante os horários de coleta, as ativida-

des externas diferiram em quase todos exceto às 8 e 9h que não teve diferença estatística das atividades, sendo o horário mais estável das observações. Isso pode estar ligado ao fato de nesse horário ter ocorrido um aumento nas atividades de limpeza das abelhas, se assemelhando ao comportamento visto por Pierrot e Schlindwein (2003) que registraram para *M. scutellaris* um maior comportamento higiênico durante a manhã e Kajobe e Echazarreta (2005) que observaram para *M. ferruginea* e *M. nebulata* um maior índice de comportamento higiênico no final da manhã.

Tabela 3 – Análise média dos dados das atividades externas da *M. subnitida* a cada hora contabilizados no trabalho

HORA	Entrada			Saída	
	Pólen	Resina	Sem Carga	Lixo	Sem Carga
06:00	25,6 aB	5,8 aC	51,2 aA	9,4 aC	45,6 aA
07:00	11,0 abABC	1,8 aC	18,2 bA	2,6 aBC	14,4 bcAB
08:00	5,4 bA	0,4 aA	7,2 bA	1,6 aA	6,8 cA
09:00	2,2 bA	0,4 aA	8,8 bA	2,4 aA	7,2 cA
10:00	1,8 bBC	0,6 aC	13,6 bAB	2,4 aBC	15,4 bcA
11:00	3,4 bBC	0,8 aC	16,8 bA	2,0 aC	14,4 bcAB
12:00	5,2 bB	1,8 aB	19,2 bA	2,2 aB	25,0 bA
13:00	2,6 bB	2,4 aB	20,4 bA	2,0 aB	19,8 bcA
14:00	3,0 bAB	1,0 aB	12,0 bAB	1,2 aB	15,2 bcA
15:00	1,8 bBC	0,2 aC	16,0 bA	1,2 aBC	13,2 bcAB
16:00	1,0 bB	0,4 aB	15,4 bA	1,0 aB	17,4 bcA
17:00	2,2 bB	1,0 aB	14,8 bA	0,2 aB	9,0 cAB

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As letras maiúsculas estão relacionadas com as linhas e as letras minúsculas estão relacionadas com as colunas.

Fonte: elaboração própria.

A tabela 4 apresenta os valores do Coeficiente de Correlação entre as variáveis de atividade de voo e os meios abióticos (temperatura, umidade relativa e radiação solar). Observando os dados, é possível perceber que a atividade de voo da *M. subnitida* pode ser influenciada pelas variações climáticas, afirmando, assim, que fatores meteorológicos podem influenciar nas atividades externas das abelhas (Heard; Hendrikz, 1993; Hilário *et al.*, 2000; Imperatriz-Fonseca *et al.*, 1985; Kleinert-Giovannini, 1982; Kleinert-Giovannini; Imperatriz-Fonseca, 1986; Teixeira; Campos, 2005).

Tabela 4 – Coeficiente de correlação entre as atividades de voo e fatores climáticos

	Temperatura	RH	Radiação solar
Entrada Pólen	-0,807*	0,856*	-0,262 ^{ns}
Entrada Resina	-0,562 ^{ns}	0,634*	-0,205 ^{ns}
Entrada Sem Carga	-0,528 ^{ns}	0,579*	-0,321 ^{ns}
Saída Lixo	-0,686*	0,760*	-0,100 ^{ns}
Saída Sem Carga	-0,238 ^{ns}	0,442 ^{ns}	-0,180 ^{ns}

A significância da interação se dá pelo () colocado ao lado do valor.

Fonte: elaboração própria.

Percebe-se que a interação entre a radiação solar e as variáveis de atividade de voo não foram estatisticamente significativas, apesar de que, quando a radiação solar aumenta, as atividades tendem a cair, ou seja, é uma relação inversamente proporcional; quanto maior a radiação, menor será a atividade das abelhas (Figura 7). Borges e Blochtein (2005) registraram 2W/m² de irradiação solar mínima para as atividades externas da *M. marginata obscurior*.

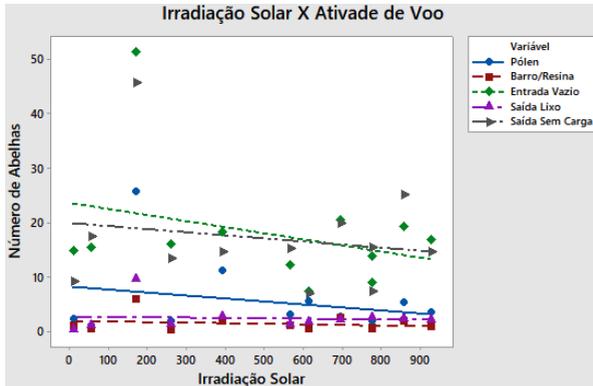


Figura 7 – Correlação dos dados estatísticos da radiação solar com a atividade de voo das abelhas

Fonte: elaboração própria.

A correlação da temperatura segue o mesmo padrão, continuando com uma relação inversamente proporcional para com os fatores (Figura 8), além de apresentar uma interação significativa com a entrada de pólen e a saída de lixo. Essa relação pode ser referente à observação de Roubik (1989), pois, segundo ele, o aumento da temperatura limita a atividade forrageira das abelhas. Correia *et al.* (2017) também observaram esse comportamento das atividades tenderem a cair quando a temperatura sobe, com a *M. ebúrnea*.

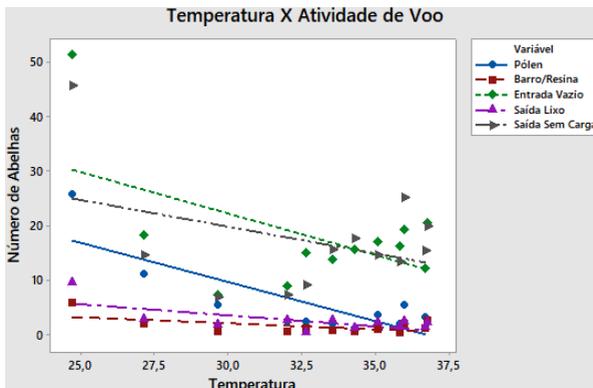


Figura 8 – correlação dos dados estatísticos com a temperatura

Fonte: elaboração própria.

Já a umidade relativa é diferente, pois apresenta uma associação diretamente proporcional em que quando a umidade cresce, as atividades das abelhas tendem a aumentar, (Figura 9) tendo uma conexão altamente significativa com todos os dados, exceto a saída sem carga (Tabela 3). As variações de temperatura e umidade relativa apresentam uma grande interação com o comportamento das abelhas, como observado por Hilário *et al.* (2000), o que é semelhante ao comportamento que Souza, Carvalho e Alves (2006) observaram para *M. asilvai*, na qual a umidade relativa afeta as atividades dessa abelha. Já Correia *et al.* (2017) verificaram que, com umidade acima de 90%, as atividades da *M. eburnea* são influenciadas e, à medida que a umidade sobe além deste patamar, as atividades externas tendem a diminuir.

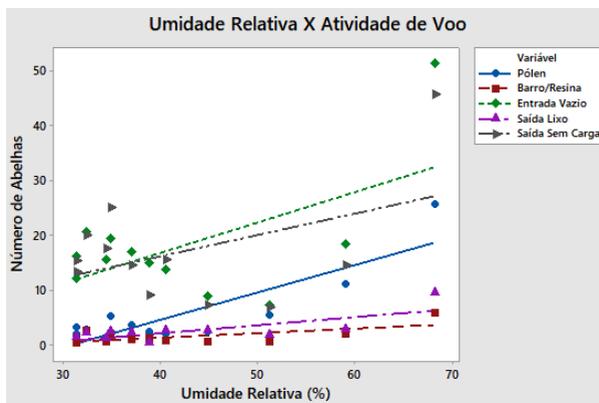


Figura 9 – Correlação dos dados estatísticos com a umidade relativa

Fonte: elaboração própria.

CONCLUSÃO

A abelha Jandaíra (*Melipona subnitida*) mantém a atividade de voo durante todo o dia com seu ápice nas primeiras horas da manhã, sendo o horário de menor atividade das 8h às 10h considerado, portanto, o melhor horário para o manejo dessa espécie. Os fatores abióticos tiveram uma influência significativa na atividade de voo da Jandaíra, em destaque, a temperatura e irradiação solar com uma influência inversamente proporcional e a umidade que teve uma influência diretamente proporcional no comportamento da atividade de voo das abelhas.

O presente estudo sobre a *M. subnitida* acrescenta informações sobre suas atividades de voo diárias, obtendo assim, novas possibilidades para estudos dessa espécie com fins comerciais de polinização para culturas, ou fins preservativos, devido ao fato dessa abelha se encontrar em riscos pela ação antrópica e natural.

REFERÊNCIAS

AFONSO, M.G. **Vantagens e desvantagens ecológicas da meliponicultura para conservação da biodiversidade**. 2012. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Paraná, Brasil, 2012. Disponível em: [http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/32146/Monografia Maira Gnoatto Afonso.pdf?sequence=1](http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/32146/Monografia%20Maira%20Gnoatto%20Afonso.pdf?sequence=1). Acesso em: 23 out. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Especificações Técnicas - Plataformas de Coletas de Dados – PCDs / **Agência Nacional de Águas, Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica**. Brasília: ANA, SGH, 2011. 21p.: il.a

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Especificações Técnicas - Plataformas de Coletas de Dados – PCDs**. Brasília: ANA, SGH, 2011. 21p.: il.b

ALMEIDA, D. Espécies de abelhas (*gymenoptera, apidea*) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado no município de pirassununga, estado de São Paulo. 2002. 103p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Entomologia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

ALVES, J. E. **Eficiência de cinco espécies de abelhas na polinização da goiabeira (*Psidium guajava* L.)**. 2000. 82 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

BATISTA, M.L.P. **Etnoconhecimento sobre abelhas nativas (Antrophila, Apidae: Meliponini) e plantas melitófilas apresentado pelos moradores da comunidade José Gomes, cabeceiras do Piauí.** 2018. 98 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, 2018.

BIESMEIJER, J. C.; SMEETS, M. J. A. P; RICHTER, J. A. P; SOMMEIJER, M. J. Nectar foraging by stingless bees in Costa Rica: botanical and climatological influences on sugar concentration of nectar collected by *Melipona*. **Apidologie**, v. 30, p. 43-55, 1999.

BRUIJN, L. L. M.; SOMMEIJER, M. J. Colony foraging in different species of stingless bees (Apidae, Meliponini) and the regulation of individual nectar foraging. **Insectes Sociaux**, v. 44, n. 1, p. 35-47, 1997.

BORGES, F. V. B.; BLOCHTEIN, B. Atividades externas de *Melipona marginata obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), em distintas épocas do ano, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 03, p. 680-686, 2005.a

BORGES, F. V. B.; BLOCHTEIN, B. Atividades externas de *Melipona marginata obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), em distintas épocas do ano, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 03, p. 680-686, 2005.b

CORREIA, F. C. da S.; PERUQUETTI, R. C.; SILVA, A. R. da; GOMES, F. A. Influência da temperatura e umidade nas atividades de vôo de operárias de *Melipona eburnea* (Apidae, Meliponina). **Arq. Ciênc. Vet. Zool.** UNIPAR, Umuarama, v. 20, n. 2, p. 65-70, abr./jun. 2017.a

CORREIA, F. C. da S.; PERUQUETTI, R. C.; SILVA, A. R. da; GOMES, F. A. Influência da temperatura e umidade nas atividades de vôo de operárias de *Melipona eburnea* (Apidae, Meliponina). **Arq. Ciênc. Vet. Zool.** UNIPAR, Umuarama, v. 20, n. 2, p. 65-70, abr./jun. 2017.b

FIDALGO, A. O.; KLEINERT, A. M. P. Foraging behavior of *Melipona rufiventris* Lepeletier (Apinae, Meliponini) in Ubatuba/SP, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 67(1): 137-144, 2007.

FONSECA, M. A. **Fragmentação, conservação e restauração da caatinga.** 2017. Tese (Doutorado em Ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

GAMA, P.C. *et al.* **Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos.** Petrolina: Embrapa semiárido, Cap. 1, p. 18-48, 2010.

HEARD, T. A.; HENDRIKZ, J. K. Factors influencing flight activity of colonies of the stingless bee *Trigona carbonaria* (Hymenoptera: Apidae). **Australian Journal of Zoology**, v. 41, n. 04, p. 343-353, 1993.

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERTGIOVANNINI, A. Flight activity and colony strenght in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 02, p. 299-306, 2000.a

HILARIO. S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA. V. L.; KLEINERT. A. de M. P. Flight activity and colony strenght in the stingless bee *Mefipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 2, p. 299-306, 2000.b

HILARIO. S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA. V. L.; KLEINERT. A. de M. P. Flight activity and colony strenght in the stingless bee *Mefipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 2, p. 299-306, 2000.c

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT-GIOVANNINI, A; PIRES, J. T. Climate variation influence on the flight activity of *Plebeia remota* Homberg (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 29, n. 03, p. 427-434, 1985.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil de seu município**: Pau dos Ferros. Natal, 2008. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013919.PDF>. Acesso em: dez. 2018.

KAJOBE, R.; ECHAZARRETA, C. M. Temporal resource partitioning and climaological influences on colony flight and foraging of stingless bees IApidae; Meliponinil in Ugandan tropical forests. **African Journal of Ecology**, Oxford, v. 43, n. 3, p. 267-275, Set. 2005.

KATO, E. C. **Polinização em melão (*Cucumis melo*L.) no Nordeste (campo aberto) e Sul (estufa) do Brasil, testando para *Apis mellifera*.** 1997. 82 f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.a

KATO, E. C. **Polinização em melão (*Cucumis melo*L.) no Nordeste (campo aberto) e Sul (estufa) do Brasil, testando para *Apis mellifera*.**1997. 82 f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.b

KEER, W. E.; CARVALHO, G.A; NASCIMENTO, V.A. *et al.* **Abelha urucu:** biologia manejo e conservação. Belo Horizonte: Fundação Agangáú, 1996. 144 p.

KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Flight activity and responses to climatic conditions of two subspecies of *Melipona marginata* Lapeletier (Apidae, Meliponinae). **Journal of apicultural research**, v. 25, n. 01, p. 3-8, 1986.

KLEINERT-GIOVANNINI, A. The influence of climate factors on flight activity of *Plebeia emerina* Friese (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) in winter. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 26, n. 01, p. 1-13, 1982.

LOPES, MT do R. *et al.* **Atividade de vôo de abelhas jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke, 1910) instaladas em dois modelos de colméia.** Embrapa Meio-Norte. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (2007).

MAIA-SILVA, C. *et al.* Survival strategies of stingless bees (*Melipona subnitida*) in an unpredictable environment, the Brazilian tropical dry forest. **Apidologie**, v. 46, n. 5, p. 631- 643, 2015.

MAIA, U.M. *et al.* **Meliponicultura**: no Rio Grande do Norte. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, Rio de Janeiro, v. 4, n. 37, p. 327-333, 22 dez. 2015. Trimestral.

MARTINS, C.; SILVEIRA, R.A.; NASCIMENTO, N.O.; ANTONINI, Y. Fauna de abelhas de campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **MG BIOTA** v. 5, n. 1, p. 21-34, 2012.

OLIVEIRA, F. L. de.; DIAS, V. H. P.; COSTA, E. M. da; FILGUEIRA, M. A.; SOBRINHO, J. E. Influência das variações climáticas na atividade de vôo das abelhas jandaíras *Melipona subnitida* Ducke (Meliponinae). **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 3, p. 598-603, 2012.

O'TOOLE, C. Diversity of native bees and groecosystems. *In*: LASALLE, J.; GAULD, I.D. (Ed.). **Hymenoptera and biodiversity**. Wallingford: CAB International, p. 169-196, 1993.

PIERROT, L. M.; SCHLINDWEIN, C. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu – *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 565-571, 2003.a

PIERROT, L. M.; SCHLINDWEIN, C. Variation in daily flighty and foraging patterns in colonies of urucu - *Melipona scutellaris*

latreilleí Apide, Meliponini). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba. v. 20, n. 4, p. 565-571, 2003.b

PIERROT L. M.; SCHLINDWEIN, C. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of “ruiu – *Melipona scutellaris* Latreille Iapidae. Meliponinil”. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 4, p. 565-571, 2003. c

PIERROT L. M.; SCHLINDWEIN, C. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of “ruiu - *Melipona scutellaris* Latreille IApidae. Meliponinil”. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 4, p. 565-571, 2003. d

QUEIROZ, J. *et al.* Estudos de meliponíneos, com ênfase a *Melipona subnitida* D. No município de Jandaíra, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 1, 1 set. 2004. Semestral.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. New York: Cambridge University Press, 1989. 514 p.

SILVA, E. M. S.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; OLIVEIRA CRUZ, D.; BOMFIM, I. G. A. Biologia floral do pimentão (*Capsicum annuum*) e a utilização da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) como polinizador em cultivo protegido. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 36, n. 3, p. 286-290, 2005.

SOUZA. B. A; CARVALHO, C. A. L; ALVES, R. M. O. Flight activity of *Melipona asilvai* MOURE (Hymnoprera: Apldael). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos. v. 60, n. 25, p. 731-737, 2006.

SOUZA, D.L.; RODRIGUES, A.E.; PINTO, M.S.C. As Abelhas Como Agentes Polinizadores (The Bees Agents Pollinizer's). Redvet. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Revista Eletrônica, v. 8, n. 3, p.1-7, 01 mar. 2007.

TEIXEIRA, L. V; CAMPOS, F. N. M. Início da atividade de vôo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 7, n. 2, p. 195-202, 2005.

VIEIRA NETO. J. M. V.; RIBEIRO. J. G.; PEREIRA. F. de M.; ARAÚJO, R.; LOPES. M. T. do R.; CAMARGO, R. C. R. de; BRITO NETA. M. de S.; ROCHA, A. M. P. L. da. Atividade de coleta e limpeza das abelhas *Melipona subnitida* em Teresina, Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 16.; CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 2.. 2006. Aracaju. **Anais...** Aracaju: CBA: FAPISE. 2006. 1 CD-ROM.

VILLAS-BÔAS, J. **Manual Tecnológico Mel de Abelhas sem Ferrão**. 3. ed. Brasília, Df: Ispn, p.100, 2012.

ZANELLA, F.C.V.; MARTINS C.F. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In: I.R. LEAL; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (ed.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. p. 75-134. Editora Universitária: Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. 2003.

CAPÍTULO 06

Comportamento de pastejo e recurso coletado por abelhas *Apis mellifera* nas flores do Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*)

ANTONIO ABREU DA SILVEIRA NETO
ALEXANDRE FONSECA DE FREITAS
PEDRO HENRIQUE MONTEIRO GOMES
LUCIENE XAVIER DE MESQUITA-CARVALHO

INTRODUÇÃO

A apicultura é o ramo da zootecnia que trabalha com abelhas, sendo uma atividade com a característica de rápida produção, boa produtividade e com os menores gastos possíveis, visando um maior lucro (Rocha, 2008). A atividade tem se tornado uma importante fonte econômica no Brasil, visto que se estima que as exportações de méis foram responsáveis por movimentarem cerca de 121 milhões de dólares em 2017, segundo a Associação Brasileira dos Exportadores de Mel (ABEMEL, 2018). Um dos possíveis fatores que contribuem para o sucesso da exploração dessas abelhas é a diversidade florística e climática do país (Coelho *et al.*, 2008).

Mesmo com a diversidade no pasto apícola brasileiro e a quantidade de alimento ofertado no período de floradas, durante a época de escassez de pasto apícola, a qual, no Nordeste brasileiro, costuma acontecer aproximadamente nos últimos nove meses do ano, as abelhas acabam ficando sem alimentos, o que compromete a produção da próxima safra e gera a necessidade de fortalecimento da colônia para iniciar a produção (Pereira, 2005). Devido a essa necessidade, torna-se indispensável o uso de alimentação artificial. Entretanto, uma alternativa é o enriquecimento e diversificação da flora apícola, que surge como uma importante opção para suprir a necessidade das abelhas no período de entressafra (Coelho *et al.*, 2008).

Dentre as plantas nativas que não são, ou pouco são afetadas pela seca, está o juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) (Pereira *et al.*, 2005). O *Ziziphus joazeiro* é um importante fornecedor de recurso para as abelhas devido ao seu período de floração em pleno período de escassez de alimentos (Lucena; Junior; Stein-

ke, 2018). A florada dessa planta é reconhecida por ocorrer entre os meses de novembro e dezembro, ou seja, quando a oferta de outro recurso para as abelhas *Apis mellífera* é baixa ou até inexistente, logo, o juazeiro é de fundamental importância em períodos de oferta irregular de recursos (Silva, 2010). Dessa forma, conhecer os recursos ofertados pelo juazeiro torna-se indispensável para auxiliar os apicultores no manejo de manutenção em períodos de escassez de recursos. Portanto, o presente trabalho estudou o comportamento de pastejo da *Apis mellifera* no Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) e os recursos por elas coletados nos municípios potiguares de Portalegre e Rodolfo Fernandes.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no mês de novembro de 2018 na zona rural das cidades de Portalegre (18 a 27 de novembro) e Rodolfo Fernandes (15 a 24 de novembro), observando um número de 10 árvores, cinco juazeiros em cada município, totalizando uma averiguação por 10 dias em cada área, respectivamente com distância aproximada de 366 e 390 km de Natal. O primeiro município está situado a uma altitude média de 642 m, com longitude oeste 06°01'26,4" de latitude sul e 37°59'18" e uma área territorial de 11,054 km² e o segundo se localiza também na região oeste do Rio Grande do Norte, com longitude oeste 38° 03' 36" e latitude sul 5° 47' 17" e uma altitude 188 m (IDEMA, 2008; Soares, 2008).

A cidade de Portalegre está situada na Mesorregião de Paços dos Ferros no Oeste Potiguar, com clima semiárido (IDEMA, 2008). Apesar de estar localizada no semiárido, Portalegre possui características climáticas atípicas à região onde está lo-

calizada, na qual, influenciado pela sua altitude, o município possui temperaturas mais amenas e umidade relativa maior, sendo, inclusive, caracterizado com clima subúmido (Silveira; Carvalho, 2016). A cidade de Rodolfo Fernandes também está localizada na mesma mesorregião, porém, na Microrregião do município de Pau dos Ferros. O clima dessa região tem característica quente e semiárida com uma vegetação hiperxerófila, contendo uma grande quantidade de plantas de médio e grande porte (Vieira, 2005).

A contagem de abelhas no município de Portalegre deu-se em uma área de aproximadamente dois mil metros quadrados, em um local de baixa densidade de juazeiros (*Ziziphus Joazeiro*), no qual as únicas plantas dessa espécie presentes na região foram as utilizadas no estudo. Enquanto isso, os juazeiros (*Ziziphus joazeiro*) estudados em Rodolfo Fernandes encontravam-se em uma área de aproximadamente dez mil metros quadrados, contando com uma abundância muito grande das árvores dessa espécie na propriedade, assim, tornando o território ideal para realização da pesquisa. Dessas, apenas cinco foram utilizadas para o estudo.

A coleta de dados teve duração de dez dias. As contagens foram realizadas entre os horários das 6h às 16h, a cada 2 horas, totalizando 600 observações em ambos os municípios. A contabilização das abelhas foi realizada em todo o território da planta com o auxílio de um contador manual (através do aplicativo para smartphones Contador®), havendo a possibilidade da mesma abelha ter sido contada mais de uma vez. Cada constatação de *Apis melífera* era contabilizada no contador, sendo realizado por um período de cinco minutos, em que foram observados os horários de maiores e menores presença

das abelhas, bem como o recurso coletado por essas. Foi adotado como coleta de néctar quando a abelha introduzia a probóscide na flor, já o pólen caracterizou-se quando a mesma caminhava e se sujava, transferindo o recurso pelas pernas até as corbículas durante o voo.

Os dados da frequência de abelhas visitando as flores e o recurso coletado (néctar e pólen) foram analisados tabulados no *software Microsoft Office Excel*®. Esses dados foram analisados estatisticamente através da Análise de Variância (ANOVA) para verificar a existência de diferenças estatísticas entre as médias dos dados. Em seguida, as médias que apresentaram diferença estatística foram submetidas ao teste de Tukey (ao nível de 5% de probabilidade), utilizando o *software BioEstat*®.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No período experimental foram observadas abelhas em todos os horários, com destaque para as 16 horas que apresentou uma média maior ($p < 0,05$) em relação às demais e as 6 horas com a menor taxa de visitação ($p < 0,05$). A mesma relação de médias foi observada para comportamento de forrageamento para néctar. Entretanto, para pólen não houve diferença ($p > 0,05$) entre os horários de 8 às 16 horas e somente o horário de 6 diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) do horário das 12 e 16 horas, com uma menor visitação de abelhas à procura do recurso, como observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Médias e desvios-padrão do número médio de abelhas (*Apis mellifera*) por horário presente em ambas as áreas (Portalegre e Rodolfo Fernandes/RN) e dos recursos coletados, observados no período de 15 a 27 de novembro de 2018

Horário	Número de abelhas <i>Apis mellifera</i> nas áreas por horários	Recurso coletado por horários	
		Néctar	Pólen
6:00	71,30 ± 6,977a	61,20 ± 5,370a	9,40 ± 3,10a
8:00	115,1 ± 16,58b	101,5 ± 13,97b	14,5 ± 10,4ab
10:00	186,7 ± 26,86c	165,2 ± 25,23c	17,4 ± 10,7ab
12:00	296,8 ± 56,38d	268,3 ± 46,50d	21,6 ± 9,57b
14:00	248,1 ± 16,20e	231,4 ± 14,66e	17,1 ± 5,69ab
16:00	338,4 ± 24,95f	316,6 ± 23,08f	20,4 ± 6,90b

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: elaboração própria.

Foi observado que ocorreu um aumento gradativo das visitas no período da manhã das 6 às 12 horas, registrando uma queda nas observações no horário seguinte (14 horas) e voltando a aumentar o número visitantes no final da tarde (16 horas). Isso pode ter acontecido, segundo Guilherme *et al.* (2011), pelo fato de que os horários da manhã são os preferidos pelas abelhas devido à temperatura mais amena, o que também acontece no final do dia com uma temperatura mais baixa, caracterizando uma volta do fluxo de visitantes nas flores dessa planta.

Os horários com maior número de abelhas foram os das 12 e das 16 horas, com destaque para coleta de néctar. Queiroz (2015) observou que nesses horários existe um fluxo muito grande de recursos (néctar e pólen) por parte das flores abertas,

facilitando o contato das abelhas com o órgão reprodutivo da planta. Esse também pode ser um dos fatores para ocorrência desse comportamento no juazeiro (*Ziziphus joazeiro*).

Quanto à comparação do número de abelhas visitando as áreas experimentais, observou-se que não houve diferença estatística ($p > 0,05$) somente nos horários das 8 e das 12 horas, com um número significativamente maior ($p < 0,05$) de abelhas nas demais observações para o município de Portalegre, com exceção das 6 e 16 horas com mais *Apis mellifera* nas flores dos juazeiros experimentais, conforme observado na Tabela 2.

Tabela 2 – médias e desvios-padrão do número médio de abelhas (*Apis mellifera*) presentes por horário nas flores dos juazeiros (*Ziziphus joazeiro*) em cada uma das áreas experimentais (Portalegre e Rodolfo Fernandes/RN), observados no período de 15 a 27 de novembro de 2018

Horários	Número de abelhas <i>Apis mellifera</i> nas áreas experimentais por horários	
	Rodolfo Fernandes	Portalegre
06:00	52 ± 4,08a	19,3 ± 4,79b
08:00	53,6 ± 15,73	61,5 ± 6,09
10:00	72 ± 24,2a	114,7 ± 10,5b
12:00	149,7 ± 45,89	151,7 ± 15,21
14:00	88,4 ± 13,8a	161 ± 11,18b
16:00	187,9 ± 34,44a	150,9 ± 16,73b

*Médias seguidas de letras diferentes na linha, diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: elaboração própria.

No município de Portalegre, só para criação comercial de abelhas *Apis Mellifera*, havia mais de 300 colmeias em 2014 (Souza *et al.*, 2014). Com isso, é possível constatar que há uma quantidade significativa de abelhas dessa espécie na região estudada, podendo influenciar diretamente no número de visitantes florais nas árvores de Juazeiro, ainda mais pelo seu período de floração. Quanto ao pico de visitação, Bomfim (2013) também observou uma maior quantidade de abelhas às 14 horas, enquanto às 6 horas demonstrou o menor número de abelhas na planta, assim como observado em Portalegre.

Durante a senescência, entre 16h e 17:30, mesmo com uma temperatura consideravelmente alta (entre 26° a 27°C), é possível observar o aumento relevante no número de visitantes florais (Rebouças, 2004). Dessa forma, a influência desses fatores abióticos, como diminuição da temperatura que costuma ocorrer a partir da tarde, podem ter sido influenciadores diretos no pico de visitação do município de Rodolfo Fernandes, que deteve no horário das 16 horas a maior presença de abelhas.

Em relação aos recursos coletados, observou-se que o comportamento de coleta de néctar foi mais intenso em todos os horários ($p < 0,05$) no município de Portalegre em relação a Rodolfo Fernandes, com exceção do primeiro e último, quando o número de abelhas nas áreas experimentais diminuiu no primeiro município, enquanto aumentou no segundo. Já para pólen, as abelhas *Apis mellifera* coletaram mais desse recurso ($p < 0,05$) nos dois primeiros horários do dia no município de Rodolfo Fernandes. Entretanto, não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) para os demais horários do dia em relação à área experimental de Portalegre, conforme observado na Tabela 3.

Tabela 3 – médias e desvios-padrão do número médio de *Apis mellifera* presentes e coletando recursos nas flores dos juazeiros (*Ziziphus joazeiro*) em cada uma das áreas experimentais (Portalegre e Rodolfo Fernandes/RN), observados no período de 15 a 27 de novembro de 2018

Horário	Recurso coletado nas áreas experimentais por horários			
	Néctar		Pólen	
	Rodolfo Fernandes	Portalegre	Rodolfo Fernandes	Portalegre
6:00	44,6 ± 4,03a	16,6 ± 3,80b	7,6 ± 2,83a	1,8 ± 1,13b
8:00	43,5 ± 13,84a	58 ± 4,66b	10,8 ± 9,62a	3,7 ± 2,26b
10:00	60,4 ± 21,00a	104,8 ± 13,86b	10,4 ± 9,51	7,0 ± 1,82
12:00	135,7 ± 45,80	142,1 ± 13,73	12,0 ± 8,17	9,6 ± 2,95
14:00	80,4 ± 18,56a	151 ± 10,72b	7,2 ± 5,00	10,2 ± 2,20
16:00	173,1 ± 32,71a	143,5 ± 14,47b	11,4 ± 6,72	9,0 ± 1,25

*Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: elaboração própria.

Um dos possíveis motivos para a pequena busca por néctar no primeiro e último horário na área de Portalegre é que em regiões como essa, com uma maior variedade de plantas em relação a outra (Rodolfo Fernandes), há uma maior oferta e conseqüentemente mais opções de recursos a serem coletados pelas abelhas, podendo dispersar as mesmas nesses momentos (Rocha, 2011). A maior presença da *Apis mellifera* nas flores pode coincidir com o pico de produção de recursos por parte das plantas, que no presente estudo foi às 14 horas em Portalegre/RN e às 16 horas em Rodolfo Fernandes/RN. Entretanto, esse pico de visitantes pode mudar de uma área para outra, registrando maior frequência de abelhas em horários distintos, assim como observado por Mascena (2011).

O município de Rodolfo Fernandes/RN apresenta em sua maioria uma vegetação hiperxerófila, ou seja, plantas que perdem suas folhas no período seco para economizar líquido (Breno; Dunaldson; José, 2005), caracterizando uma área de vegetação seca durante o período de estiagem. Dessa forma, a floração do juazeiro passa a ser a fonte quase que exclusiva de pólen nos primeiros horários do dia para as abelhas da área experimental, apresentando um maior número de *Apis melífera* nas flores (Souza, 2007) em relação à Portalegre, que já apresentava, no período do estudo, algumas plantas com flores e, conseqüentemente, possuíam outras fontes de recursos florais.

CONCLUSÃO

Foi observado que a *Apis melífera* visita as flores do Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) em todos os horários do dia e que há um crescimento constante de abelhas com o passar das horas, apresentando uma leve redução no horário das 14 horas e atingindo seu pico de coleta de recursos às 16 horas. Nesse sentido, destaca-se o néctar que seguiu o mesmo padrão de visitaçã o e foi o recurso mais coletado, enquanto o pólen apresentou uma menor procura, principalmente nos horários iniciais. Dessa forma, o Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) demonstrou ser um importante pasto apícola para a manutenção das colônias, uma vez que fornece, principalmente, néctar durante o período seco e transição seca-chuva.

Quanto à visitaçã o das abelhas nas plantas de cada município, houve uma maior procura das abelhas nas flores do município de Portalegre, com exceçã o dos primeiros e últimos horários. Já quanto ao recurso coletado, houve uma maior procura por néctar em Portalegre, enquanto em Rodolfo Fernandes, o pólen foi mais procurado.

REFERÊNCIAS

ABEMEL. **Exportação Brasileira De Mel**. 2018. Disponível em: <https://www.brazillletsbee.com.br/INTELIG%C3%8ANCIA%20COMERCIAL%20ABEMEL%20-%20JANEIRO2018.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2018.

BOMFIM, I. G. A. *et al.* Polinização em melancia com e sem semente. **Embrapa Agroindústria Tropical-Documentos (INFOTECA-E)**, 2013.

BRENO, J.; DUNALDSON, F. B.; JOSÉ, B. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidiumguajava* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, 2005.

COELHO, M. S. *et al.* Alimentos convencionais e alternativos para abelhas. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, 2008.

GUILHERME, L. G. Eficiência das abelhas. *In*: ADED, 2011, São Paulo. **Polinização por abelhas *Apis Mellifera***, 2011.

IDEMA, característica. CARACTERIZAÇÃO. *In*: ADED, 2011, São Paulo. **Características geográficas do município de Portalegre/RN**, 2008.

IDEMA, I. D. M. A. IDEMA. CARACTERIZAÇÃO. *In*: **RN, Rn. Características geográfica municipal [...]**. [S. l.: s. n.], 2008.

LUCENA, R. L.; CABRAL JÚNIOR, J. B.; STEINKE, E. T. Comportamento Hidroclimatológico do Estado do Rio Grande do Norte e do Município de Caicó. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [S.l.], v. 33, n. 3, p. 485-496, set. 2018.

MASCENA, V. M. **Abelhas visitantes florais, potenciais polinizadoras do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) Em Cultivo Agroecológico**. 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado) — Curso de Mestrado em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

MONTEIRO, D. M. *et al.* Terra e Trabalho em Perspectiva Histórica: um exemplo do sertão nordestino (Portalegre/RN). **Cadernos de História**. Natal, v. 6, n. 1, 1999.

PEREIRA, F. M. **Desenvolvimento de ração proteica para abelhas *Apis mellifera* utilizando produtos regionais do nordeste brasileiro**. 2005. 192f. Tese de mestrado da Universidade Federal Do Ceará, Fortaleza/CE, 2005.

OLIVEIRA, F. M. de. **Flora apícola no Nordeste**. 104. ed. Teresina-Pi: Embrapa-Meio Norte, 2004. 40 p.

QUEIROZ, P. T. Eficiência das abelhas. *In*: AMP, 2015, São Paulo. **Polinização**. [S. l.: s. n.], 2015.

REBOUÇAS, F. K. R. Estudo do número de abelhas *Camolia ovalifalia*. *In*: EXPORT, Recife. **Estudo do comportamento de pastejo**. Pernambuco, 2004.

ROCHA, C. S. R. Polinização e eficiência das abelhas locais. *In*: CAPEXI, 2011, São Paulo. **Polinização do algodão**, 2011.

ROCHA, F. S. R. **Apicultura como atividade geradora de renda**. Análise de aspectos da apicultura - UFCG, Campina Grande/PB, 2008.

SILVEIRA, I. M.; CARVALHO, R. G. Microclima e Conforto Térmico na Área da Mata da Bica no Município de Portalegre/RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 1, p. 62-78, 2016.

SOARES, E. M. S. Perfil do município de Rodolfo Fernandes. *In*: **Recursos hídricos** – SEMARH, 2008, Natal/RN. Rodolfo Fernandes. Natal, 2008.

SILVA, J. B. S. **Políticas de melhoramento**. RN. Melhoramento do plantio [S. l.: s. n.], 2010.

SOUZA, E. A. *et al.* Nível tecnológico empregado no manejo para produção de mel de *Apis mellifera L.* em três municípios do Alto Oeste Potiguar. **ACTA Apícola Brasilica**, v. 2, n. 1, p. 16-23, 2014.

SOUZA, E. A. *et al.* Nível tecnológico empregado no manejo para produção de mel de *Apis mellifera L.* em três municípios do Alto Oeste Potiguar. **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2014.

SOUZA, J. P. S. Polinização de plantas do serrado. *In*: CAPEV, 2007, Recife. **Polinização em massa da região nordeste [...]**. [S. l.: s. n.], 2007.

VIEIRA, L. C. diagnóstico do município de Rodolfo Fernandes. *In*: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado do Rio Grande do Norte**, 2005, Recife, Pernambuco, 2005.

CAPÍTULO 07

Influência dos fatores ambientais
na defensividade das colônias
de abelhas *Apis Mellifera* L. no
município de Pau dos Ferros, RN

GLADSON RENATO QUEIROZ VIDAL
ISABELLE RODRIGUES BESSA SILVA
DANIEL DE FREITAS BRASIL
MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES-BRASIL

INTRODUÇÃO

As abelhas da espécie *Apis mellifera* foram introduzidas no Brasil provenientes da Europa (1870) e África (1956) e originaram híbridos denominados de *Apis mellifera* africanizadas. Porém, a apicultura no Brasil voltada à *Apis mellifera* africanizada é recente, tendo seu início em meados dos anos 70, contudo, só começou a ganhar destaque internacional em 2002, com o embargo comercial da Europa (principal importador) sobre o mel chinês e argentino (Parani; Cortopassi-Laurino, 1993; Cosme *et al.*, 2010; Correia-Oliveira, 2012). No Rio Grande do Norte, a apicultura apresenta-se em crescente expansão em todas as suas microrregiões, entretanto, apresenta carências em aspectos como apoio à comercialização, técnicas, produção e manejo (Vilela; Pereira, 2002).

Uma das principais consequências da africanização da abelha mellifera no Brasil, sem dúvidas, foi sua característica de defensividade, sendo essa, responsável por diversos acidentes, principalmente nos anos iniciais do surgimento desse novo híbrido (Correia-Oliveira, 2012). Entretanto, tal aspecto é responsável por garantir sua proteção contra predadores naturais e pragas, ademais, é visto pelos apicultores como uma forma de proteção contra roubos de produção (Nascimento, 2005).

Diversos fatores influenciam o comportamento defensivo das colônias de *Apis mellifera* africanizadas como, por exemplo: herança genética, odores, cores, barulhos, manejo inadequado, quantidade da alimentação, temperatura e umidade relativa do ar (Correia-Oliveira, 2012).

Alguns trabalhos buscam identificar a influência de tais fatores através da quantificação do comportamento de defesa e da relação entre temperatura e horário do dia na agressividade das abelhas (Nascimento, 2005)

Diante da necessidade do aperfeiçoamento das técnicas na atividade apícola, reduzindo os acidentes que possam ocorrer com as abelhas, facilitando assim, o manejo das colmeias pelos apicultores, a presente pesquisa busca avaliar a agressividade de abelhas *Apis mellifera* L. no município de Pau dos Ferros - RN. O estudo é baseado na investigação da influência do horário sobre o comportamento defensivo no manejo das colmeias, além da verificação se há correlação entre a temperatura e a umidade no padrão defensivo das colônias.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida no apiário didático do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) campus Pau dos Ferros que possui as seguintes coordenadas geográficas: 6°08'55.4" S e 38°12'23.0" W.

Caracterização da área de estudo

O município de Pau dos Ferros está localizado na parte oeste do Rio Grande do Norte, mais especificamente, na mesorregião do Alto Oeste Potiguar. Apresenta como clima característico o semiárido com temperatura média de 28,1°C. A vegetação é a caatinga, caracterizando-se pela vasta presença de plantas de pequeno porte, apresentando média pluviométrica anual de 721,3 mm (IDEMA, 2008).

Coleta de dados

Para a realização do experimento, foram selecionadas oito colônias de *Apis mellifera* alojadas em colmeias padrão Langstroth. Todas as colônias apresentavam população e área de cria semelhante. Cada colmeia representou uma repetição do teste de agressividade, de acordo com o método de Stort (1974) adaptado. O experimento foi realizado em três horários distintos: das 08h00min às 10h00min (H1); das 13h00min às 15h00min (H2); e das 16h00min às 18h00min (H3) nos dias 14, 17 e 26 de outubro de 2016 no apiário didático do instituto.

Parâmetros avaliados

Foram avaliados, ao total, quatro parâmetros para constar a agressividade das abelhas. Sendo estes:

TEMPO PARA O INÍCIO DO COMPORTAMENTO DEFENSIVO DAS ABELHAS

Período medido em segundos com um cronômetro digital, desde a estimulação da colônia com movimentos repetitivos em frente ao alvado, até a intensa agitação das abelhas no exterior da colmeia, com posterior voo em direção ao manipulador.

NÚMERO DE FERRÕES DEIXADOS NA CAMURÇA

Para obtenção da quantidade de ferrões (número de ferroadas), era deixada uma esfera de camurça (inimigo artificial) (Figura 1), com 2 cm de diâmetro e cor preta, presa por um barbante estendido pelo manipulador, com o auxílio de um suporte de madeira na frente do alvado, durante o período de um minuto de exposição. O ferrões foram contados posteriormente com a utilização de uma pinça entomológica no laboratório de microbiologia.



Figura 1 – esfera de camurça em frente ao alvado sendo ferroadada por abelhas *Apis melífera*

Fonte: elaboração própria.

DISTÂNCIA EM QUE AS ABELHAS ACOMPANHAVAM O MANIPULADOR

Logo após o teste anterior, realizou-se a medida em metros em que as abelhas acompanhavam o manipulador. Com o auxílio de uma trena métrica, mediu-se o percurso que as abelhas realizaram ao perseguir o manipulador, em linha reta, até que parassem de segui-lo.

TEMPERATURA E UMIDADE

A temperatura e umidade do apiário foram medidas em graus Celsius e porcentagem, respectivamente, com o auxílio de um termohigrômetro da marca INSTRUTHERM, modelo THAB - 500, localizado no centro do apiário. A medição foi realizada 10 (dez) minutos após o início do funcionamento do aparelho. Já a umidade, em porcentagem, também foi quantificada com o auxílio do termohigrômetro, após o mesmo tempo de funcionamento do aparelho, que permanecia ligado desde o início da coleta dos dados.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à estatística descritiva e, para testar os pressupostos, utilizou-se dos testes de KolmogorovS-

mirnov. Em seguida, foi aplicado um teste paramétrico de Tukey para verificar diferenças entre os tratamentos ao nível de significância de 5%. Para verificar a interação entre todas as variáveis, foi utilizada a correlação de Pearson. Em todas as análises, foram utilizados os *softwares SigmaPlot 12*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, observam-se os valores das variáveis ambientais (temperatura e umidade) medidos com o auxílio do termohigrômetro, nos horários em que foram realizados os estudos, respectivamente H1, H2 e H3.

Tabela 1 – valores das variáveis ambientais nos três horários

Variáveis Ambientais	H1	H2	H3
Temperatura	32,2 °C	37,4 °C	33,8 °C
Umidade	44,20%	26,80%	28,50%

*H1 – 08h00min às 10h00min; H2 – 13h00min às 15h00min; H3 – 16h00min às 18h00min.

Fonte: elaboração própria.

É possível notar que o horário H2 foi aquele que apresentou a maior temperatura (37,4°C) dentre os três, bem como a menor umidade relativa do ar (26,80%).

Na tabela 2, observam-se os valores médios e desvios padrão das variáveis biológicas em cada horário de teste (H1, H2 e H3).

Tabela 2 – médias e desvios padrão das variáveis biológicas nos três horários

Variáveis	H1	H2	H3
Tempo de início do comportamento defensivo (em segundos)	6,63±2,67	5,13±1,81	7,75±4,13
Distância em que as abelhas acompanham o manipulador (em metros)	112,19±74,18	80,9±81,32	125,38±91,93
Quantidade de ferrões presentes na bola de camurça	58,88±18,62	37,13±52,50	68±63,53

*H1 – 08h00min às 10h00min; H2 – 13h00min às 15h00min; H3 – 16h00min às 18h00min.

Fonte: elaboração própria.

Com relação ao tempo de início do comportamento defensivo das abelhas, nota-se que no horário H2 as abelhas atacaram mais rapidamente a bola de camurça, em comparação aos horários H1 e H3. Isso evidencia que, provavelmente devido a ser o horário mais quente do dia, como observado na tabela 1, as abelhas estressaram-se muito mais rapidamente. No entanto, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os horários testados. Logo, é perceptível que esse horário não é recomendado para realização de manejo nas colmeias.

Silveira (2012), ao analisar a agressividade de abelhas *Apis mellifera* L. africanizadas no sertão da Paraíba, observou valores inferiores aos demonstrados nesse estudo, em relação ao tempo para o início do comportamento defensivo. Dessa forma, nota-se uma diferença quanto aos horários em que há um menor tempo de início do comportamento defensivo entre as duas pesquisas. Tal diferença pode estar relacionada aos horários em que seu experimento foi realizado, uma vez que o intervalo de tempo que este estudo abrangeu é diferente do realizado por ele.

Quanto à variável da distância em que as abelhas acompanham o manipulador, percebe-se que o horário H2 foi aquele que apresentou menor distância (80,9 metros), em comparação aos horários H1 (112,19) e H3 (125,38). Segundo Aquino (2013), esse fenômeno ocorre, provavelmente, porque nas primeiras horas do dia ainda há na colmeia uma grande quantidade de campeiras, que são também responsáveis pela defesa da colônia. Já ao final do dia, a população tende a aumentar com o retorno dessas do campo. Sendo assim, nesses dois horários, há uma maior defensividade por parte das colônias. Porém, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os horários.

Já em relação à quantidade de ferrões presentes na bola de camurça, percebemos que a bolinha utilizada no horário H2 apresentou a menor quantidade média de ferrões (37,13) entre as três, uma vez que a dos horários H1 e H3 apresentaram, respectivamente, 58,88 e 68 ferrões. A baixa quantidade de campeiras durante o horário H2, uma vez que essas estão no campo, é a explicação para o baixo número de ferrões, pois elas são responsáveis também pela defesa da colônia. Entretanto, novamente, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os horários. Orsi (2010), ao analisar os efeitos do uso de produtos naturais na defensividade das colônias, observou o valor médio de 62,4 ferrões durante o período chuvoso, sendo esse dado muito semelhante aos observados neste estudo, entretanto, nesta pesquisa, tal valor correspondeu ao período seco.

Nas tabelas 3 a 5 a seguir, observam-se os valores do coeficiente de Person das variáveis biológicas em relação às variáveis ambientais (temperatura e umidade) nos três horários analisados.

Na tabela 3, estão apresentados os valores de correlação entre as variáveis biológicas e as ambientais no horário H1(08h-00min as 10h00min).

Tabela 3 – valores da correlação de Person entre as variáveis biológicas, temperatura e umidade do horário H1 (08h00min as 10h00min)

	Tempe- ratura	Umi- dade	Início do compor- tamento defensivo	Distância que as abelhas acompa- nham o manipu- lador	Quantidade de ferrões presen- tes na bola de camurça
Início do com- portamento defensivo	-0,350	-0,350	1,000	-	
Distância que as abelhas acompa- nham o manipu- lador	-0,257	-0,257	-0,280	1,000	-
Quantidade de ferrões presen- tes na bola de camurça	0,222	0,222	0,036	0,101	1,000

Fonte: elaboração própria.

Pode-se observar na Tabela 2 de correlação que o tempo de início do comportamento defensivo é inverso à temperatura, ou seja, quanto maior a temperatura e a umidade, menor será o tempo de início desse comportamento. Porém, observou-se uma correlação linear muito fraca (-0,350) entre as duas relações, não havendo assim, interação significativa ($p > 0,05$) entre as variáveis.

A distância de perseguição também parece diminuir à medida que a temperatura e umidade aumentam. O valor de correlação linear foi fraco (-0,257) e não significativo ($p > 0,05$). Quando correlacionados tempo de enfurecimento e distância em que as abelhas acompanhavam o manipulador, obteve-se uma correlação fraca (-0,280), mostrando que quanto menor

o tempo que as abelhas levam para se enfurecer, maior será a distância que essas perseguiram o manipulador.

Já a quantidade de ferrões, ou seja, o número de ferroadas no inimigo artificial aumentou à medida que a temperatura e umidade aumentaram. Esse fator pode estar relacionado ao stress que é para a colônia lidar com altas temperaturas, que por sua vez, faz crescer ainda mais as respostas defensivas. Porém, a correlação mostrou-se fraca (0,222). Nascimento *et al.* (2005), ao analisar o comportamento defensivo associado à temperatura no município de Mossoró nos meses de março e maio (período chuvoso), observou valor de correlação próximo ao desta pesquisa (-0,32) e, igualmente, não observou interação significativa.

Na Tabela 4 a seguir, estão expostos os valores de correlação entre as variáveis biológicas e ambientais do horário H2 (13h00min as 15h00min).

Tabela 4 – valores da correlação entre as variáveis biológicas, temperatura e umidade do horário H2 (13h00min as 15h00min)

	Temperatura	Umidade	Início do comportamento defensivo	Distância que as abelhas acompanham o manipulador	Quantidade de ferrões presentes na bola de camurça
Início do comportamento defensivo	-0,2218	-0,2218	1,0000	-	
Distância que as abelhas acompanham o manipulador	0,0118	0,0118	0,4516	1,0000	-
Quantidade de ferrões presentes na bola de camurça	0,3742	0,3742	-0,4217	0,3914	1,0000

Fonte: elaboração própria.

No que tange ao tempo para início do comportamento defensivo, quando correlacionado à temperatura e umidade, nota-se uma relação fraca e negativa (-0,2218). Essa relação demonstra que o tempo de enfurecimento, nesse horário, cai à medida que a temperatura e a umidade aumentam.

Quando se correlacionou a distância que as abelhas acompanhavam o manipulador com as variáveis ambientais (temperatura e umidade), observou-se uma relação positiva, porém fraca (0,0118), que, por sua vez, demonstrou que a distância de acompanhamento cresceu junto aos valores de temperatura e umidade. Já quando se correlacionou essa mesma variável com o tempo para início do comportamento defensivo, percebeu-se que as variáveis comportaram-se de maneira diretamente proporcional, quanto maior era o tempo para o início do comportamento defensivo, maior era também a distância que as abelhas acompanhavam o manipulador. Mesmo tendo apresentado o maior valor de correlação entre as outras variáveis observadas no horário H1 e H2 (0,4516), a correlação ainda apresentou-se fraca e não significativa ($p > 0,05$). Nascimento *et al.* (2005), ao estudar a influência da umidade no comportamento defensivo no município de Mossoró nos meses de março e maio, percebeu uma correlação fraca entre a influência da umidade sob a distância de perseguição (-0,18).

Já no que diz respeito ao número de ferrões presentes na bola de camurça do experimento do horário H2, notou-se que a quantidade de ferroadas no inimigo artificial cresceu ao mesmo tempo que a temperatura e umidade aumentaram, ou seja, quanto maior era a temperatura, maior era também a quantidade de ferroadas. Entretanto, o valor observado (0,3742) foi pouco significativo. Quando se correlacionou essa variável com

o tempo necessário para o início defensivo, notou-se um valor negativo (-0,4217), demonstrando que, quanto menor o tempo para que as abelhas iniciassem o comportamento defensivo, maiores eram as quantidades de ferroadas observadas na camurça. Por fim, quando relacionou-se a quantidade de ferrões com a distância que as abelhas acompanharam o manipulador, notou-se um valor positivo (0,3914), expressando que a quantidade de ferrões era mais alta nas colmeias em que as abelhas acompanhavam por mais tempo o trajeto do manipulador.

Na Tabela 5, estão expostos os valores de correlação entre as variáveis biológicas e ambientais do horário H3 (16h00min as 18h00min).

Tabela 5 – valores da correlação entre as variáveis biológicas, temperatura e umidade do horário H3 (16h00min as 18h00min)

	Temperatura	Umidade	Início do comportamento defensivo	Distância que as abelhas acompanham o manipulador	Quantidade de ferrões presentes na bola de camurça
Início do comportamento defensivo	0,1941	0,1941	1,0000	-	
Distância que as abelhas acompanham o manipulador	-0,6178	-0,6178	-0,7605*	1,0000	-
Quantidade de ferrões presentes na bola de camurça	-0,5385	-0,5385	-0,2324	0,5011	1,0000

*Representa interação significativa.

Fonte: elaboração própria.

Ao correlacionar o tempo de início do comportamento defensivo e as variáveis ambientais (temperatura e umidade), obteve-se um valor positivo (0,1941) não significativo, revelando que quanto maior a temperatura, maior o tempo para que ocorresse o início do comportamento defensivo.

Quanto à distância em que as abelhas acompanharam o manipulador, quando correlacionada com as variáveis ambientais, obteve-se um valor negativo e de correlação moderada (-0,6178), o qual demonstra que a distância que as abelhas perseguiram o manipulador aumentava à medida que a temperatura diminuía, porém, o valor obtido não foi significativo ($p > 0,05$). Já em relação ao tempo para início do comportamento defensivo, notou-se uma interação positiva e significativa (-0,7605) quando correlacionada com a distância em que as abelhas acompanharam o manipulador. Essa interação revela que quanto menos tempo as abelhas demoravam a se enfurecer, maior era a distância que elas acompanhavam o manipulador. Silveira (2012), ao avaliar a agressividade de abelhas *Apis mellifera* L. africanizadas no sertão da Paraíba no mês de agosto, que corresponde ao período seco, encontrou valor também negativo (-0,410), porém inferior ao observado nesta pesquisa quanto à relação distância em que as abelhas acompanhavam o manipulador e tempo para início do comportamento defensivo.

Já ao correlacionar o número de ferrões com as variáveis ambientais de temperatura e umidade, obteve-se valor de correlação moderado, negativo e não significativo (-0,5385). Esse valor demonstra que quanto menor a temperatura, maior foi a quantidade de ferroadas e, conseqüentemente, a quantidade de ferrões no inimigo artificial. Por sua vez, quando correlacionado o número de ferrões deixados na camurça com a distância

que as abelhas perseguiram o manipulador, percebeu-se que a quantidade de ferrões era maior quando as abelhas demoravam menos tempo para iniciar o comportamento defensivo. Todavia, o valor de correlação foi fraco e não significativo (-0,2324). Por fim, ao correlacionar a quantidade de ferrões presentes na camurça com a distância em que as abelhas perseguiram o manipulador, percebeu-se uma interação positiva, porém não significativa (0,5011), determinando que a quantidade de ferrões era maior quando as abelhas acompanhavam o manipulador por menos metros de distância.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados analisados, concluímos que a temperatura e umidade não influenciaram na agressividade das abelhas, uma vez que não houve correlações significativas entre as variáveis biológicas e ambientais. Além disso, não houve diferença significativa entre os horários ($p > 0,05$) de estudo.

Entretanto, verificou-se, no horário H3 (16h00min as 18h00min), uma interação significativa entre a distância em que as abelhas acompanhavam o manipulador e o tempo de enfurecimento das abelhas.

REFERÊNCIAS

ALVES, T. T. L. **Potencial do cipó - uva (*Serjania lethalis*) como fonte de néctar para exploração apícola na Chapada do Araripe**. 2013. 196 f. Tese (Doutorado) – Curso de Zootecnia, Biblioteca de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2013. Cap. 1.

AQUINO, J. T. **Apicultura no semiárido paraibano: defensividade de abelhas africanizadas com e sem alimentação artificial**, Cajazeiras-PB. 2013. 51 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós Graduação em Sistemas Agroindustriais Ppgsa, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Pombal, 2013.

AQUINO, J. T. Defensividade em abelhas africanizadas com e sem alimentação artificial, Cajazeiras-PB. *In: Congresso Nordeste de Apicultura e Meliponicultura*, 3., 2014, Teresina. **Anais...** Teresina: Febamel, 2014. p. 1-9.

CORREIA-OLIVIEIRA, M. E. **Manejo da agressividade de abelhas africanizadas**. Piracicaba: Divisão de Biblioteca, p. 64, 2012. (Série Produtor Rural - nº 53).

COSME, A. P. Impactos do embargo europeu nas exportações brasileiras de mel natural. *In: Sociedade brasileira para o progresso da ciência*, v. 62, 2010, Natal. Ciências do Mar, Heranças para o futuro. Natal: Sbpcc, 2010.

DIAS, V. H. P. **Influência das cores de E.P.I.s (calças e luvas) na defensividade de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.)**. 2015. 43 f. Dissertação (Mestrado) –Curso de Ciência Animal, Departamento de Ciência Animal, Universidade Federal do Semiárido, Mossoró, 2015.

GIULIETTI, A. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. *In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.). Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, 2003. 382 p.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil de seu município: Pau dos Ferros**. Natal, 2008. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013919.PDF>. Acesso em: nov. 2016.

LIRA, G. A. A. **A Expansão da Agroindústria do Mel no Rio Grande do Norte**. 2008. 82 f. Dissertação (Mestrado) — Curso de Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

MARENCO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, Df, v. 27, p.149-176, dez. 2008.

MARTINIANO, J. E. M. S. Diagnóstico da prática sustentável da apicultura no perímetro irrigado em Pau dos Ferros - RN: o

caso ACAFPA. **Informativo Técnico do Semiárido**, Pombal - Pb, v. 2, n. 2, p.15-30, dez. 2014.

NASCIMENTO, F. J.; GURGEL, M.; MARACAJÁ, P. B. Avaliação da agressividade de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) associada à hora do dia e a temperatura no município de Mossoró - RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 5, n. 2, p. 0-10, jul. 2005.

NOGUEIRA-COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. **Apicultura**: manejo e produtos. Jaboticabal: Funep, 2002.

ORSI, R. O. Produtos naturais no comportamento defensivo de *Apis mellifera* L. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, [S.l.], v. 32, n. 3, p.285-291, 3 set. 2010. Universidade Estadual de Maringá. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i3.8486>. Acesso em: 17 de maio de 2024.

PARANI, J. R.; CORTOPASSI-LAURINO, M. **Flores e abelhas em São Paulo**. São Paulo: Edusp, 1993. 181 p.

SOUZA, D. A.; GRAMACHO, K. P.; CASTANGNINO, G. L. B. Produtividade de mel e comportamento defensivo como índices de melhoramento genético de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.). **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim**, Salvador, v. 13, n. 2, p. 550-557, jun. 2012. Trimestral.

SILVA, R.A. D.A.; EVANGELISTA-RODRIGUES, D.E.; AQUINO, I. de S.; FELIX, L. P.; MATA, M.F.; PERONICO, A.S. Caracterização

da flora apícola do semiárido da Paraíba. **Arquivos de zootecnia**, v. 57, n. 220, p. 427-438, 2008.

SILVEIRA, D. C. **Avaliação da agressividade de abelhas *Apis mellifera* L. africanizadas no sertão da Paraíba**. 2012. 67f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais: Produção e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal-PB, 2012.

STORT, A. C. Genetic Study of Aggressiveness of two Subspecies of *Apis Mellifera* in Brazil 1. Some Tests to Measure Aggressiveness. **Journal Of Apicultural Research**, [s.l.], v. 13, n. 1, p.33-38, jan. 1974. Informa UK Limited.

VILELA, S. L. de O.; PEREIRA, F.M. (Org). **Cadeia produtiva do mel no Estado do RN**. Natal: SEBRAE/RN, 2002. 130 p.

WIESE, H. **Apicultura: Novos Tempos**. 2. ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. 378 p.

WINSTON, M. L. **A biologia da abelha**. Porto Alegre: Magister, 2003. Tradução de Carlos A. Osowski. 276 p.

CAPÍTULO

08

Adequação do método "QuEChERS",
para preparação de amostras
de mel abelha *Apis Mellifera* L.
contaminadas experimentalmente
com Imidacloprid L. utilizando
espectrofotometria UV-visível

LUCIENE XAVIER DE MESQUITA-CARVALHO
HUGO LEONARDO DE QUEIRÓS SILVA
ROBERTINHO JÚNIOR CIPRIANO DA SILVA
RÔMULO MAGNO OLIVEIRA DE FREITAS
ULYSSES VIEIRA DA SILVA FERREIRA
ALRIBERTO GERMANO DA SILVA

INTRODUÇÃO

Por mel, compreende-se o produto alimentar produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou das secreções de partes vivas das plantas que as abelhas coletam, convertem e deixam amadurecer nos favos da colmeia. A Instrução Normativa 11 de 20 de outubro/2000 não faz referência à contaminação do mel de abelhas como nenhum valor máximo ou mínimo na composição com o Imidacloprido e nem qualquer outro tipo de agroquímico. Essa normativa apenas se refere aos padrões físico-químicos, sensoriais e microbiológicos dos méis no tocante ao agroquímico, nem sequer é sugerido métodos de análise para este parâmetro de qualidade tão importante que se equipara a padrões de outros alimentos (Brasil, 2000).

A região nordestina do Brasil, na qual a Caatinga está presente como ecossistema, possui uma produção de mel considerada como “isento de agroquímicos”, garantindo-lhe, desse modo, um mel denominado orgânico, isso quando esse é elaborado distante de cultivos agrícolas convencionais que utilizam contaminantes químicos (De Jesus Silva; Soares; Navas, 2021).

No entanto, as abelhas, essas importantes produtoras de mel e polinizadoras, sofrem de atos antropomórficos e, como consequência, estão se extinguindo de áreas produtoras de alimentos devido à pulverização dos ecossistemas apícolas, como também, a extensos espaços de monocultura, que aumentam cada vez mais, desmatamento para pastagens e exploração madeireira e, mais importante, o fator da utilização exacerbada de defensivos agrícolas (Rosa; Arioli; Nunes-Silva; Garcia, 2019).

O mel é o produto apícola mais comum e mais adquirido, pois se tem ciência dos inúmeros benefícios à saúde que seu consumo diário traz e, devido a essa boa imagem, os questionamentos sobre a pureza e os possíveis resíduos presentes é de suma importância para que sua idoneidade seja garantida. Entretanto, é intrigante que as abelhas podem se multiplicar e desenvolver em ambientes com alta carga de contaminantes, um exemplo seria em áreas agrícolas, nas quais se utiliza agroquímicos sistêmicos do grupo químico Neonicotinóide, como o Imidacloprido. Dessa forma, o consumo desse produto poderá acarretar risco à saúde dos seres. Com isso, são necessários diferentes métodos de análises para detectar a presença de contaminantes. Esses compostos são frequentemente analisados por meio de cromatografia a gás (GC, do inglês *Gas Chromatography*) ou cromatografia líquida (LC, do inglês *Liquid Chromatograph*), dependendo da sua polaridade, volatilidade e estabilidade térmica, após ter que ser feita inicialmente a construção da amostra para eliminar interferentes em matrizes muito complexas. Entretanto, os métodos citados são caros e complicados na sua execução (Marsaro Júnior; Sattler; Blochtein; Barreto; Pereira; Guarienti, 2023).

O Imidacloprido é um inseticida utilizado em diversas culturas de subsistência, como arroz, feijão, milho, soja, tomate e trigo, possuindo uma ação sistêmica sobre os mesmos, sendo um veneno altamente tóxico para as abelhas e outros insetos benéficos (Rosa, 2021). Nesse sentido, torna-se importante o estudo de quais substâncias são mais encontradas, tanto nas abelhas quanto nos produtos das abelhas que possam prejudicar a saúde desses animais, como também, de quem consome os seus gêneros alimentícios e terapêuticos apícolas (Jaramillo-Zárate; Londoño-Giraldo, 2023).

Atribui-se a desordem no colapso de colônias ou “*Colony Collapse Disorder*” aos inseticidas neonicotinóides, como por exemplo, o Imidacloprido, o Tiametoxam e o Clotianidina, se fazendo fundamental o estudo e a pesquisa da utilização exacerbada dos defensivos agrícolas e seus impactos biológicos, ambientais, econômicos e sociais, tanto no ensino básico técnico tecnológico como no superior (Feltrin; Druciak; Santandes; Obara, 2021). Além disso, outros estudos concluíram que os neonicotinóides são potencialmente perigosos para as abelhas. O Imidacloprido atua nas sinapses do sistema nervoso central dos insetos, causando a hiperexcitabilidade pela transmissão contínua do impulso nervoso (Faria, 2009). Segundo estudos de Valdovinos-Núñez, Quezada-Euan, Ancona-Xiu, Moovalle, Carmona e Sanchez (2009), o Imidacloprido é mais tóxico do que agroquímicos como o Tiametoxan e o Tiacloprido.

Sendo assim, a inovação na descoberta de novos mecanismos analíticos revolucionários está transformando a forma como detectamos resíduos de agrotóxicos em amostras, pois a fiscalização minuciosa de vestígios em produtos apícolas, abelhas, solo e água nas áreas dos apiários requer a implementação de métodos de análise quantitativa e qualitativa de resíduos de agroquímicos (Santos, 2019).

Um dos métodos utilizados para identificação desses compostos é o Método “QuEChERS”, o qual possui como características a rapidez, praticidade e segurança (Prestes; Friggi; Adaime; Zanella, 2009). Contudo, utiliza a cromatografia, que é um método caro e acaba não sendo rentável nessa análise.

Nesse contexto, o trabalho proposto servirá de base para adaptação do método “QuEChERS” no preparo das amostras de mel de abelhas *mellifera* L, utilizando UV-visível produzido na Mesorregião

do Alto Oeste Potiguar. Além disso, o estudo fornece subsídios para a formulação de portarias que regulamentem a sua comercialização no Estado do Rio Grande do Norte, baseado na técnica de determinação de resíduos de Imidacloprido em mel de abelhas *Apis mellifera* L. e utilizando espectrofotometria UV-visível.

METODOLOGIA

Local de realização da pesquisa

O estudo foi realizado nos laboratórios de análise físico-química de produtos apícolas e geleia real e de análises físico-químicas de alimentos, localizados no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, Campus Pau dos Ferros (LAFIQUI).

As análises transcorreram durante o ano de 2017. Foram analisadas 6 (seis) amostras de méis adquiridos de um entreposto da cidade de Portalegre/RN, sendo que 5 (cinco) se encontravam contaminadas com diferentes concentrações de Imidacloprido e 1 (uma) não possuía o contaminante. Essas amostras foram armazenadas em tubos vórtex para futuras observações. Durante os procedimentos laboratoriais, utilizou-se uma centrífuga a 3600 rpm para purificação das concentrações. Utilizamos os méis do entreposto de Portalegre, porque o entreposto exige documentos de idoneidade de seus fornecedores, ou seja, os apiários que fornecem mel são fiscalizados quanto ao uso de agrotóxicos e tudo isso é documentado por meio de um registro chamado **termo de garantia do fornecedor**, em que o fornecedor de mel garante ao entreposto que o produto apícola é oriundo de manejo racional sem uso de pesticidas e antibióticos no controle de pragas e enfermidades.

Procedimentos Iniciais

Com base no trabalho de Silva e Silva (2016), foram realizados cálculos para a determinação da concentração do Imidacloprido no inseticida líquido Bioinset 800 SC fipronil/imidacloprido (ver figura 1), o qual tinha conteúdo líquido de 30 ml que contém 75,0 g/L de Imidacloprido e 17, g/l de Fipronil. Observou-se que a concentração real de Imidacloprido quantificou 2,25 g/L. Em seguida, com a utilização de 10 ml do agrotóxico, determinou-se uma quantidade de 0,75 g de Imidacloprido (nome comercial Inseticida Bioinset800 SC Fipronil/Imidacloprido).

Para a preparação da solução estoque do composto químico, utilizou-se um volume inicial de 10 ml da solução de imidacloprido/fipronil, soluções essas utilizadas, pois, segundo Costa (2014), são agrotóxicos utilizados largamente no Brasil e no mundo. Introduziu-se por meio de uma proveta o volume calculado em um balão de vidro e colocou-se água deionizada até chegar ao limite de 100 ml. Posteriormente, agitou-se as soluções até as homogeneizações.

As análises experimentais dividiram-se em três etapas (etapas 1, etapas 2 e etapa 3). A primeira etapa sem a utilização do método “QuEChERS”, compreendeu-se apenas pela realização das leituras espectrofotométricas das concentrações de mel com Imidacloprido, já as demais etapas se deram com a adaptação e aperfeiçoamento da metodologia “QuEChERS” de acordo com Pitella (2009).

ETAPA 1

As amostras de méis da cidade de Portalegre/RN foram preparadas da seguinte maneira: pesando 10 g dos méis em béque-

res postos em uma balança semi-analítica, em seguida, foram colocadas quantidades diferentes do agrotóxico diluído em 100 ml de água, em cinco amostras de 10 g de mel. O agroquímico foi diluído com uma pipeta e possuía os seguintes volumes: 2,5 ml, 5 ml, 7,5 ml e 10 ml, porém, uma das concentrações não continha a solução estoque do agroquímico. Posteriormente, homogeneizou-se as amostras com o auxílio de um bastão de vidro até completar 50 ml, utilizando água.

Logo após, as amostras foram levadas para a realização das análises de espectrofotometria UV-visível Cary 60 da Agilent, previamente calibrado com o reagente padrão de Imidacloprido. Assim, as curvas de calibração para absorbância puderam ser observadas.

ETAPA 2

Diluiu-se 10 g de mel em 10 ml de H₂O em um tubo vórtex. Posteriormente, introduziu-se 2,5 ml e 5 ml da solução estoque de Imidacloprido (10 ml/100 ml de H₂O) respectivamente em cada tubo. Em seguida, homogeneizou-se as soluções em um agitador de tubo vórtex (Figura 4).

Logo após, para que a separação das fases ocorresse, adicionou-se 10 ml de acetronitrila com auxílio de uma pipeta de Pasteur. Logo em seguida, foi acrescentado 4 g de MgSO₄ (Sulfato de magnésio) e 1 g de NaCl (Cloreto de sódio). Em seguida, cada amostra foi agitada por 1 minuto no agitador de tubo vórtex.

Depois de agitadas, as amostras foram levadas para centrifugação a 3600 rpm durante 10 min no laboratório 88, sendo cada amostra agitada por 10 minutos. Feito a centrifugação, as amostras foram levadas para o laboratório 84 para realizar-se a absorbância por espectrofotometria UV-visível.

ETAPA 3

Foi realizada a diluição em um balão de vidro (100 ml) à concentração de 75 g/L de Imidacloprido contido em 30 ml do conteúdo líquido do agroquímico Bioinset 800 SC. Devido à presença de outras substâncias na composição do inseticida, foi necessário a diluição para a extração do Imidacloprido. Além disso, a leitura por intermédio da espectrofotometria UV-visível acontece por meio de pequenas concentrações, sendo esse um fator fundamental para posterior diluição das concentrações estudadas.

A partir da solução estoque, preparou-se soluções com concentrações diferentes: 0,2 mg/L, 0,4 mg/L, 0,6 mg/L, 0,8 mg/L e 1,0 mg/L, para realização dos ensaios. Dessa maneira, por intermédio dos cálculos de concentração, detectou-se os volumes para cada solução estoque, sendo esses respectivamente: 2,6 ml, 5,3 ml, 8 ml, 10,6 ml e 13,3 ml.

Em seguida, foram introduzidas as concentrações em diferentes tubos vórtex e agitou-se em um agitador de tubo vórtex. Depois, por intermédio de uma pipeta Pasteur, inseriu-se 10 ml de acetonitrila (ver figura 8); 4 g de $MgSO_4$ (Sulfato de magnésio) e 1 g de NaCl (Cloreto de sódio) (ver figura 9). Todas foram agitadas por 1 minuto, de imediato.

Depois disso, as concentrações foram centrifugadas a 3600 rpm numa centrífuga por 10 minutos no laboratório 88. A seguir, as concentrações ficaram descansando por 12 horas na geladeira. Após essa etapa, foram agitadas as concentrações em tubo vórtex para homogeneização, as quais foram retiradas com o auxílio de uma pipeta Pasteur 8 ml de sobrenadante de cada solução e nelas foram adicionados 2,4 g de $MgSO_4$, acrescentando-se gotas de acetonitrila para mais

uma parte do procedimento de centrifugação por 10 minutos com 3600 rpm. Em seguida, enviou-se os tubos para o laboratório de química para a realização das leituras por espectrofotometria UV-visível (espectrofotômetro UV visível Cary 60 da Agilent).

Análises físico-químicas

O mel adquirido da cidade Portalegre/RN foi dividido em seis recipientes de vidro. Com o auxílio de uma balança, eles foram repartidos e nomeados como amostras: I, II, III, IV, V e VI. A última amostra foi a pura, pois ela não recebeu a concentração do veneno, já nas outras, foram introduzidas as quantidades de 2,6 ml, 5,3 ml, 8 ml, 10,6 ml e 13,3 ml, respectivamente, para a realização das análises físico-químicas.

As cinco análises abaixo, tinham como intuito saber se o mel contaminado com o agroquímico Imidacloprido influenciaria nas análises físico-químicas dos mesmos, ou seja, se esses parâmetros seriam alterados tendo como base a legislação brasileira.

Todas as análises foram realizadas em triplicatas, seguindo as metodologias sugeridas por Marchini (2004).

PH

Na análise de pH, foi pesado novamente 10 g de mel em 6 béqueres e diluído em 100 ml de água com auxílio de uma pipeta e uma proveta. Após diluídas, as amostras foram submetidas a análise em um pHmetro anteriormente padronizado. Os resultados que indicavam o pH da amostra foram mostrados no painel do pHmetro e tomados em nota.

CINZAS

Para a análise de cinzas das amostras, foram pesados 10 g de cada amostra de mel em cadinhos de porcelana previamente aquecidos em estufa a 105°C por 2 horas e esfriados em dessecador por 30 minutos. Posteriormente, as amostras foram aquecidas em bico de Bunsen até ficarem carbonizadas. Em seguida, as amostras foram para mufla a 600°C onde permaneceram por 5 horas. Após retirados da mufla, os cadinhos foram resfriados no dessecador por 30 minutos e suas massas foram pesadas novamente, usando o seguinte cálculo para obtenção dos resultados da análise:

Cálculo da porcentagem:

% de minerais (cinzas no mel) = diferença de peso no cadinho/peso total da amostra utilizada.

Pela legislação vigente, o máximo permitido de minerais – cinzas no mel é de 0,6% em mel de flores.

DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES INVERTIDOS

Devido haver 6 amostras (5 com méis contaminados com as concentrações do agroquímico, citadas anteriormente, e uma pura com apenas mel), inicialmente, pesou-se 2 g de mel de cada amostra em um béquer, sendo depois transferidas para balões de 100 ml com o auxílio de 50 ml de água destilada e completados até o menisco com a mesma. Em seguida, foram filtradas por intermédio de funis de vidro com a utilização de papéis filtro.

Em Erlenmeyer de 250 ml, colocou-se 10 ml da solução de Fehling “A” e “B” e 40 ml de água destilada por meio de conta gotas e provetas. Logo depois, foram aquecidas até a ebulição

numa manta aquecedora e adicionou-se 1 ml de azul de metileno e essas foram tituladas com as amostras filtradas até alcançar a coloração vermelha, utilizando-se uma pipeta volumétrica para o procedimento. A partir disso, os resultados obtidos foram anotados para os cálculos.

Cálculo e expressão de resultados

$$C = 100 \times f \times A \times B \times / b \times P \times y$$

Em que: C = g de açúcares redutores em 100 g de mel;

f = g de açúcar invertido correspondente a 5 ml das soluções de Fehling “A” e “B”;

B = Volume do balão da solução diluída da amostra;

b = Volume pipetado para o balão da solução diluída da amostra;

P = g da amostra;

y = ml da solução diluída da amostra.

Pela legislação vigente, o mínimo permitido de açúcares redutores é de 65% para o mel de flores.

SACAROSE

Colocou-se, em um béquer de 250 ml, 30 ml do filtrado obtido na determinação de açúcares invertidos. Em seguida, foram adicionadas 3 gotas de ácido clorídrico PA. Logo depois, o béquer foi colocado em banho-maria a 80 °C por cerca de 30 minutos e, posteriormente, retirado e deixado para resfriar à temperatura ambiente.

Após isso, as amostras foram neutralizadas com solução de NaOH 1 N (usou-se papéis de tornassol para verificar a neutralização) e avolumadas para 100 ml com água destilada.

Em Erlenmeyer de 250 ml, colocou-se 10 ml das soluções de fehling “A” e “B” e 40 ml de água destilada por meio de conta gotas e provetas. Em seguida, foram aquecidas até a ebulição numa manta aquecedora e adicionou-se 1 ml de azul de metileno a 0,02% nas mesmas. Essas foram tituladas com a solução neutralizada e avolumada (citada anteriormente) até chegarem à coloração vermelha. Para esse procedimento, utilizou-se uma pipeta volumétrica para auxiliar. Com isso, os resultados obtidos foram destinados para os cálculos.

Cálculo e expressão de resultados:

$$C = (100 \times f \times A \times B / b \times P \times y) \times 0,95$$

Em que: C = g de sacarose aparente em 100 g de mel;

f = g de açúcar invertido correspondente a 5 ml das soluções de Fehling “A” e “B”;

B = Volume do balão da solução diluída de mel;

b = Volume pipetado para o balão da solução diluída de mel;

P = g da amostra;

y = ml da solução diluída da amostra.

Pela legislação vigente, o máximo de sacarose aparente é de 6% para mel de flores.

HMF

Para essa análise, pesou-se 10 g das amostras de méis em um béquer, sendo esses identificados por amostras. Nelas, foram adicionados 50 ml de água destilada e homogeneizadas, depois, transferidas para um balão volumétrico de 100 ml. Logo, adicionou-se 1 ml da solução Carrez 1 e misturou-se, em

seguida, o mesmo foi feito para a solução de Carrez 2, completando-se o volume com água destilada (foram adicionadas algumas gotas de álcool etílico quando formaram-se espumas nas amostras).

Depois disso, filtraram-se as amostras em papéis filtros, descartando os primeiros 10 ml. Os filtrados gerados foram pipetados em 5 ml para dois tubos de ensaio. No primeiro tubo, adicionou-se 5 ml da amostra, juntamente com 5 ml de água e, no segundo, além das 5 ml da amostra, colocou-se 5 ml de bissulfito de sódio 0,2% (branco). Logo em seguida, as amostras foram destinadas ao laboratório 84 para a leitura no espectrofotômetro e medição da absorvância nos comprimentos de onda de 284 e 336 nm, utilizando luz ultravioleta e cubeta de quartzo. Os resultados obtidos foram levados para os cálculos da análise.

Cálculo de quantidade de HMF no mel:

mg de HMF / 100 g de mel = (A284 – A336) x 14,97 x 5 /
peso da amostra

Sendo:

Fator = 14,97 = (126 / 16,830) (1000 / 10) (100 / 5)

Em que 126 = Peso Molecular do HMF

16,830 = Absortividade Molecular do HMF à 284 nm

1000 = mg / g

10 = centilitros / L

100 = Porcentagem de HMF

5 = peso teórico da amostra

A legislação vigente estabelece um máximo de 40 mg de Hidometilfurfural por 1 Kg de mel.

Análise estatística dos dados

Para a análise estatística dos dados, aplicou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado com o teste de médias pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, pelo programa ASSISTAT 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos Gráficos pela adaptação do método “QuEChERS”

Mediante os procedimentos dessa metodologia, alguns gráficos foram elaborados para observação das absorbâncias espectrofotométricas. Dessa forma, foram obtidos resultados que comprovaram a validação do método “QuEChERS” de acordo com a adaptação dos métodos de Pitella (2009), além da credibilidade espectrofotométrica dos dados. É importante ressaltar que os resultados se equiparam a outros trabalhos literários que contribuíram para confiabilidade desse processo metodológico, como os de Silva (2013) e Castro (2007).

A figura 1 é um gráfico que mostra a curvatura gerada pelo Imidacloprido ultrapuro. Sua percepção pode ser feita nos picos de 200 a 300 nanômetros. No presente gráfico, podemos ver a identificação do agroquímico por intermédio da espectrometria UV-visível.

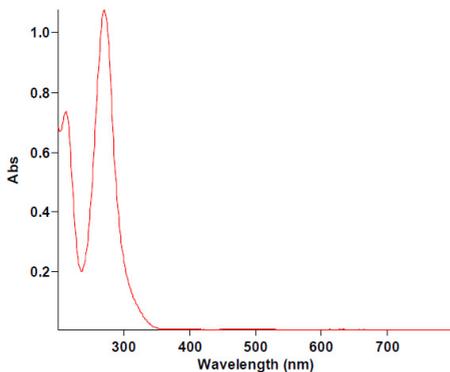


Figura 1 - leitura do Imidacloprido ultrapuro

Fonte: elaboração própria.

O gráfico abaixo (figura 2) representa os resultados obtidos na espectrometria UV-visível. A linha vermelha representa a detecção da curvatura da amostra de mel contaminada com o agroquímico (Imidacloprido) que teve sua presença detectada nos picos de 200 a 300 nanômetros (as curvas apresentadas antes desses pontos indicam a presença de HMF), a linha preta representa o mel puro, já a linha azul indica a presença do Imidacloprido comercial. Com isso, a partir do método, é possível perceber a presença do Imidacloprido no mel, já que a linha vermelha indica a curvatura tanto do mel como do veneno.

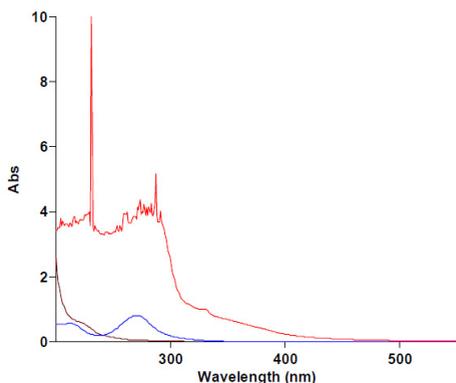


Figura 2 - leitura do Imidacloprido no mel

Fonte: elaboração própria.

O gráfico abaixo mostra a absorção e identificação do Imidacloprido por meio das leituras espectrofotômetras utilizando uma cubeta de quartzo. Esse tipo de cubeta se mostrou mais eficiente na análise, pois permite que o feixe de luz UV-visível a atravesse com maior facilidade. O trabalho dos autores Silva e Silva (2016), semelhante ao estudo presente, mostrou muitos ruídos e interferências na passagem dos raios nas leituras espectrofotômetras (ver gráfico 3), o que dificultou nas análises, impedindo a leitura completa e eficiente das amostras. Isso se deu pelo fato do uso da cubeta de vidro por intermédio dos mesmos. Na figura 3, é perceptível que a leitura não apresentou uma clareza nos picos e nas curvaturas do agroquímico.

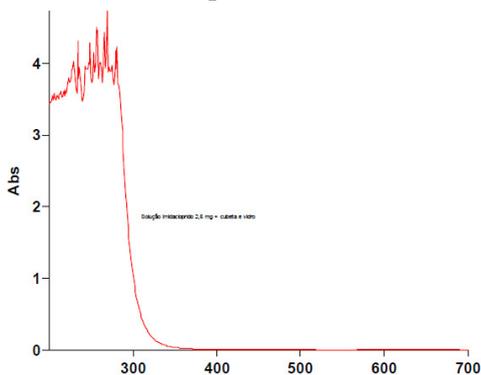


Figura 3 – absorção do extrato de Imidacloprido com a utilização da cubeta de quartzo

Fonte: elaboração própria.

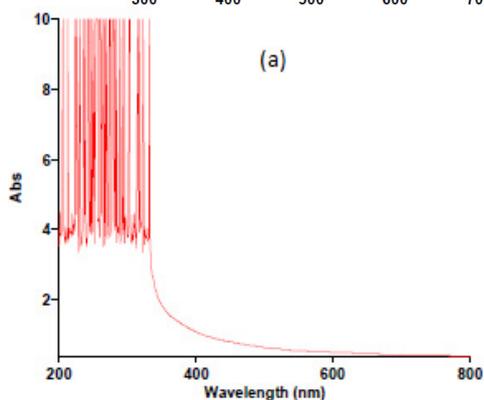


Figura 4 – figura retirada da pesquisa de Silva e Silva (2016)

Fonte: Silva e Silva (2016).

Mediante os procedimentos realizados no método “QuE-ChERS”, alguns gráficos foram gerados para observação da absorbância espectrofométrica. Esses gráficos comprovam a validação do método com a aplicação da metodologia de Pitella (2009). A espectrofotometria segue o princípio da lei de Beer que afirma que a intensidade da luz propagada diminui exponencialmente, à medida que a espessura do meio absorvente cresce aritmeticamente. A aplicação da acetronitrila como solvente gera a extração de uma quantidade menor de co-extraívos lipofílicos vindos da amostra, sendo esses por exemplo, pigmentos, gorduras e ceras (Prestes; Adaime; Zanella, 2011), como pode ser observado na figura 4.

Resultados das análises físico-químicas

A tabela abaixo mostra os resultados obtidos nas análises físico-químicas de acidez, pH, cinzas, açúcares redutores (ART), sacarose e hidroximetilfurfural (HMF) realizadas em 6 amostras de méis, sendo uma delas sem contaminantes (amostra 6) e as outras contaminadas com as seguintes quantidades do agroquímico: 2,6 ml, 5,3 ml, 8 ml, 10,6 ml e 13,3 ml, adotando esta ordem de amostras respectivamente: 1,2,3,4 e 5.

As amostras apresentaram resultados semelhantes, sendo assim, imperceptível a determinação da presença de Imidacloprido nas amostras de mel. Além disso, percebeu-se que quanto maior a concentração do agroquímico, maior foi a proximidade dos resultados à amostra pura.

Tabela 02 – resultados das análises físico-químicas para comparação com os resultados obtidos com a utilização do método QuEChERS

Análises	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
pH	3,74±0,05a	3,63±0,01b	3,6±0,005b	3,6±0,01b	3,6±0,01b	3,6±0,00b
Cinzas	0,5±0,20a	0,60±0,10a	0,1±0,00b	0,16±0,01b	0,1±0,5b	0,14±0,05b
ART	158,4±92a	95,4±13a	103,2±8,14a	94,1±10,1a	96,0±1,6a	107,8±20,a
Sacarose	10,6±3,54ab	6,73±1,12b	12,6±0,80a	15,1±1,35a	14,0±0,0a	13,4±1,37a
HMF	20,9±11,48a	30,1±15a	20,5±8,8a	19,7±23,7a	2,8±3,01a	10,6±11,3a

*Médias dentro da mesma linha com letras iguais não são significativamente diferentes no nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Fonte: elaboração própria.

As análises representadas na tabela 2 demonstram que, mesmo quando contaminadas com o agroquímico, as amostras de mel não apresentam resultados significativos para indicar a presença desse veneno. Os resultados das análises de pH, cinzas, açúcares redutores (ART) e hidroximetilfurfural (HMF) se mantiveram nos padrões exigidos pela lei. Pode-se supor que na análise de cinzas não se identificou o veneno, pois essa análise é realizada para identificar resíduos inorgânicos e o Imidacloprido é uma substância orgânica. A sacarose apresentou resultados fora do padrão que determina uma sacarose aparente de no máximo 6 g (Brasil, 2000), mas nada que represente um indicativo de alteração gerada pelo Imidacloprido, pelo fato de que, a amostra 6, contendo mel puro, já se encontrava com a sacarose fora do padrão antes de contaminada com o Imidacloprido.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nas análises físico-químicas, percebeu-se que não é possível identificar o Imidacloprido nesse tipo de análise, pois mesmo contendo o inseticida, as amostras não apresentaram alterações físico-químicas.

Já a adaptação do método “QuEChERS”, por meio da espectrofotometria UV-visível, mostrou que é possível identificar o agroquímico no mel, além disso, apresentou algumas vantagens, dentre elas o custo-benefício, por ser mais barata quando comparada ao método de cromatografia, junto à rapidez e a precisão.

Dessa forma, o método pode servir como instrumento na caracterização dos méis da região do Alto-oeste potiguar, servindo como base na qualificação da produção. Contudo, para realização de pesquisas futuras, seria necessária uma análise mais refinada, que apresentasse apenas o Imidacloprido na amostra, desconsiderando os outros compostos apresentados nos gráficos junto a ele.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Mapa. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n ° 11**, de 20 de outubro de 2000. Aprova Regulamento técnico de Identidade e Qualidade do Mel. p. 1-4, 2000.

CASTRO, K. N. C. **Métodos de quantificação de imidacloprido em soluções aquosas**: validação metrológica e comparação entre absorciometria molecular e cromatografia líquida de alta eficiência. 2007. 166 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia, Qualidade e Inovação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro/RJ, 2007.

COSTA, N. R. da. **Determinação de fipronil e imidacloprido em mel utilizando cromatografia gasosa e líquida**. 2014. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Química, Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

DE JESUS SILVA, T.; CARLOS SOARES, E.; NAVAS, R. Apicultura como atividade de desenvolvimento e conservação do bioma Caatinga: um estudo de caso no Sertão de Alagoas. **Revista Campo-Território**, Uberlândia, v. 15, n. 38, p. 412-432, dez. 2021. DOI: 10.14393/RCT153816. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/55088>. Acesso em: 14 set. 2023.

FARIA, Á. B.de C. Revisão sobre alguns grupos de inseticidas utilizados no manejo integrado de pragas florestais. **Ambiê-**

cia - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 345-357, abr. 2009.

FELTRIN, B. C.; DRUCIAK, C. de A.; SANTANDES, R.; OBARA, A. T. A relação do uso de agrotóxicos e o desaparecimento das abelhas nas práticas pedagógicas dos integrantes de um grupo de estudo e pesquisa educação ambiental. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 6, n. 1, p. 236-250, dez. 2021.

JARAMILLO-ZÁRATE, M. J.; LONDOÑO-GIRALDO, L. M. Pesticides in honey: bibliographic and bibliometric analysis towards matrix quality for consumption. *Brazilian Journal Of Food Technology*, [S.l.], v. 26, n. 1, p. 1-15, dez. 2023.

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; E MORETI, A. C. C. C. *et al.* **Mel brasileiro: Composição e Normas**. A. S. Pinto: Ribeirão Preto-SP, 2004. 111 p.

MARSARO JÚNIOR, A. L.; SATTTLER, A.; BLOCHTEIN, B.; BARRETO, A. L. H.; PEREIRA, F. de M.; GUARIENTI, E. M. Analysis of pesticide residues in honey samples of *Apis mellifera* obtained from canola blooms from municipalities in Rio Grande do Sul state, Brazil. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, [S. l.], v. 6, n. 3, 2023.

PITTELLA, C. M. **Determinação de resíduos de pesticidas em mel de abelhas (Apis SP) por cromatografia de fase gasosa acoplada a espectrometria de massas**. 2009. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

PRESTES, O. D.; ADAIME, M. B.; ZANELLA, R. QuEChERS: possibilidades e tendências no preparo de amostra para determinação multirresíduo de pesticidas em alimentos. **Scientia Chromatographica**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 51-64, 2011.

PRESTES, O. D.; FRIGGI, C. A.; ADAIME, M. B.; ZANELLA, R. QuEChERS: um método moderno de preparo de amostra para determinação multirresíduo de pesticidas em alimentos por métodos cromatográficos acoplados à espectrometria de massas. **Química Nova**, [S.l.], v. 32, n. 6, p. 1620-1634, dez. 2009.

ROSA, J. M. da; ARIOLI, C. J.; NUNES-SILVA, P.; GARCIA, F. R. M. Desaparecimento de abelhas polinizadoras nos sistemas naturais e agrícolas: existe uma explicação? **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 18, n. 1, p. 154-162, 2019.

ROSA, K. M. **Imidacloprido e Fipronil em mel comercial de *Apis mellifera***. 2021. 80 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste/Campus Cascavel, Cascavel, 2021.

SANTOS, H. L. da S. **Análise cromatográfica da abamectina e do difenoconazol em amostras de abelhas jataí, morango, mel e a utilização de biomarcadores para avaliação das alterações bioquímicas em abelhas jataí**. 2019. 98 f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2019.

SILVA, C. V. da. **Características físico-químicas de mel de capinxiú e silvestre da região de Ortigueira-PR**. 2013. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Tecnólogo em Alimentos, Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Londrina, 2013.

SILVA, F. D. F.; SILVA, J. O. **Adaptação do método “QuEChERS” para determinação de resíduos de Imidacloprido em mel de abelhas *Apis mellifera* L. utilizando espectrofotometria UV-visível**, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em técnico de apicultura) – Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Pau dos Ferros/RN, 2016.

VALDOVINOS-NÚÑEZ, G. R.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G.; ANCONA-XIU, P.; MOO-VALLE, H.; CARMONA, A.; SÁNCHEZ, E. R. Comparative Toxicity of Pesticides to Stingless Bees (Hymenoptera: apidae). **Journal Of Economic Entomology**, [S.l.], v. 102, n. 5, p. 1737-1742, 1 out. 2009.

CAPÍTULO 09

Pólen apícola na fabricação de alimentos sustentáveis

BRENDA KAROLINE TIBURCIO COELHO
RÔMULO MAGNO OLIVEIRA DE FREITAS
ELISABETE PIANCÓ DE SOUSA
LUCIENE XAVIER DE MESQUITA-CARVALHO
FRANCISCA KARINY DA SILVA CALIXTO

INTRODUÇÃO

A capacidade de lidar com uma população mundial em constante expansão e com a crescente indisponibilidade de alimentos desafia cada vez mais o alcance à segurança alimentar. O acesso à alimentação adequada e saudável para todos, que seja dada de forma permanente e sustentável, é considerado, hoje, um problema. Com um aumento previsto de 1,7 bilhão na população mundial entre os dias atuais e 2050, a humanidade está colocando cada vez mais pressão sobre os recursos finitos usados para produzir nossa comida (Carthy *et al.*, 2018).

As atividades agropecuárias em grande escala estão associadas a uma série de impactos socioambientais, dentre eles: o desmatamento, a degradação do solo e perda de biodiversidade. Assim, surge a necessidade de promover e incentivar os Sistemas de Produção de Alimentos Sustentáveis, que causem menos danos ao meio ambiente e impulsionem causas sociais (García; Cuevas, 2019; Couto *et al.*, 2020; Silva; Torres, 2020).

No contexto de atividades que minimizam impactos ambientais, tem-se a apicultura, visto que é considerada uma atividade conservadora das espécies, devido ao importante papel das abelhas como polinizadoras, gerando renda e trabalho para a zona rural. Tolera *et al.* (2021) comprova em seu estudo que há maior riqueza e abundância de espécies de flora em propriedades de apicultores. A Apicultura é defendida como uma atividade sustentável em diversos estudos, como Lourenço e Cabral (2016), Borlachenco *et al.* (2017) e Prediger e Ahlert (2018). Em Silva, Soares e Navas (2020), destaca-se o papel da Apicultura na contribuição à conservação do bioma Caatinga, um dos mais

ameaçados pelas ações antrópicas, presente em quase 10,00% do território nacional e único no mundo.

Dentre os diversos produtos da Apicultura, o pólen apícola pode ser uma ferramenta na busca por novos alimentos que causem menos impactos ao meio ambiente. Resultante do beneficiamento do pólen apícola, a utilização do pólen em pó se torna ainda mais interessante, visto que permite o aproveitamento integral em prol da alimentação e é comumente considerado como resíduo da atividade.

O pólen apícola é o termo utilizado para grãos de pólen de várias fontes botânicas coletados pelas abelhas (*Apis mellifera* L.) e misturados com néctar e secreções das glândulas hipofaríngeas. É constituído por proteínas, carboidratos e lipídios (Ares *et al.*, 2018) e está ganhando atenção como alimento funcional para consumo humano em razão do seu alto teor de compostos bioativos, como aminoácidos essenciais, antioxidantes, vitaminas e lipídios (Conte *et al.*, 2017).

O estudo do pólen apícola já vem sendo realizado em razão do seu alto valor nutricional. Metodologias de processamento e beneficiamento do pólen são analisadas com o intuito de torná-lo cada vez mais seguro para a saúde, além de garantir a conservação de seus elementos. Com o intuito de difundir o seu consumo, características físicas, biológicas, funcionais e sensoriais são avaliadas em diversos estudos promissores, diante do desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

Este trabalho visa apresentar, a partir de uma breve revisão de literatura, como a apicultura pode ser considerada uma prática sustentável, além do processo de obtenção do pólen até o consumidor final por uma visão crítica do método comumente

utilizado e suas características e o panorama atual da utilização do pólen para consumo e em novos produtos alimentícios.

APICULTURA E SUSTENTABILIDADE

Os impactos ambientais causados pela atividade agropecuária estão relacionados principalmente a dois fatores: à mudança do uso do solo resultante do desmatamento e da conversão de ecossistemas naturais em áreas cultivadas e à degradação das áreas cultivadas, causada por práticas de manejo inadequados. Além disso, somam-se também aos impactos ambientais as queimadas e a contaminação ambiental, decorrente do uso excessivo de fertilizantes e agrotóxicos (Sambuichi, 2012).

Nessa perspectiva, as práticas agrícolas tradicionais vêm sendo repensadas e novas posturas, orientadas pelos postulados do desenvolvimento sustentável, vêm sendo adotadas. A apicultura, em substituição ao extrativismo predatório, é um exemplo dessas novas posturas (Lourenço; Cabral, 2016).

De acordo com Guimarães (1989), pela sua natureza, a apicultura é uma atividade conservadora das espécies: não é destrutiva como a maioria das atividades rurais e é uma das poucas atividades agropecuárias que preenche todos os requisitos do tripé da sustentabilidade: o econômico, porque gera renda para os agricultores; o social, porque utiliza a mão-de-obra familiar no campo, diminuindo o êxodo rural e o ecológico, porque não se desmata para criar abelhas.

A apicultura promove o desenvolvimento regional e conserva o meio ambiente, apresentando-se como uma atividade essencialmente ecológica, comprovadamente rentável e susten-

tável (Santos; Ribeiro, 2009). A prática da apicultura é uma alternativa de geração de emprego e renda para o agricultor, além de ser de fácil manutenção e baixo custo inicial, quando comparada com outras atividades em áreas rurais (Omran, 2011).

Both, Kato e Oliveira (2009) destacam a diversidade de produtos advindos da apicultura, como o mel, própolis, cera, geleia real, apitoxina, coleta de pólen, entre outros, bem como os serviços à natureza para a preservação do meio ambiente através da polinização da flora nativa.

PÓLEN APÍCOLA: CARACTERIZAÇÃO E PROCESSAMENTO

Entre todos os produtos da apicultura, o pólen apícola ainda se caracteriza como pouco conhecido e comercializado. De acordo com a Instrução Normativa nº 03/2001 do Ministério da Agricultura (Brasil, 2001) que estabelece o Regulamento Técnico para a fixação de identidade e qualidade de Apitoxina, Cera de abelhas, Geleia real liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e extrato de própolis, o pólen apícola é definido pelo resultado da aglutinação do pólen das flores efetuada pelas abelhas operárias, mediante néctar e suas substâncias salivares recolhidas no ingresso da colmeia. Ele pode ser classificado de acordo com seu grau de teor de água, sendo o desidratado um produto submetido ao processo de desidratação em temperatura não superior a 42°C e com teor de água não superior a 4%.

O pólen apícola é coletado por uma grade de retenção, caindo num recipiente coletor, conjunto esse denominado de coletor de pólen. No final da coleta, encontram-se reunidas as bolotas de grãos de coloração variável, indicando as diversas

espécies botânicas coletadas pelas abelhas, formando uma mistura conhecida por “*mix*” polínico, sendo esse material removido pelo apicultor para o beneficiamento, comercialização e consumo humano e/ou animal (Luz; Barth, 2001).

Os metabólitos do pólen apícola incluem: proteínas, aminoácidos, enzimas, coenzimas, carboidratos, lipídios, ácidos graxos, compostos fenólicos, bioelementos e vitaminas, o que o determina com um excelente perfil nutricional.

A porcentagem média de proteína no pólen é de 22.7%, incluindo os aminoácidos vitais triptofano, fenilalanina, metionina, leucina, lisina, treonina, histidina, isoleucina e valina. Esses não são sintetizados em nossos corpos, mas eles desempenham um papel importante no crescimento e na saúde. Os ácidos nucleicos, particularmente o ácido ribonucleico, estão presentes em quantidade considerável. Como fonte de energia, os carboidratos existem no pólen de abelha em 30,8% de açúcares como glicose e frutose. Cerca de 5,1% são lipídios e 1,6% compostos fenólicos incluindo leucotrienos, catequinas, ácidos fenólicos e flavonoides. As substâncias essenciais (vitaminas e bioelementos) estão em 0,7% do material, compostas por vitaminas lipossolúveis E, A, D e as hidrossolúveis B1, B2, B6 e C, bem como os macroelementos sódio, magnésio, cálcio, fósforo e potássio e microelementos zinco, cobre, manganês, ferro e selênio (Khalifa *et al.*, 2021, p. 2).

Por ser uma mistura de pólen floral coletado pelas abelhas, a principal fonte de variação da composição do pólen apícola é

de origem floral, que pode ser afetada por diferenças na área de captação ou estação do ano (Szczesna *et al.*, 2002). As alterações no material podem ser percebidas através das propriedades físicas, como cor, peso e formato, ou até mesmo pelas propriedades químicas e funcionais, o que contempla seu valor nutricional.

Isso é evidenciado nos estudos de Vasconcelos *et al.* (2017) e Sattler *et al.* (2015), ambos realizados no Brasil. Em Vasconcelos *et al.* (2017), foi realizada a avaliação da composição do pólen apícola, coletado na estação seca e de origens florais diferentes em três mesorregiões presentes no estado de Alagoas/BR (Caatinga, Mata Atlântica e Litoral Sul) e resultados diferentes foram alcançados. Em especial na Caatinga, houve poucas variações entre as amostras em relação ao valor de proteínas, porém o valor de lipídios foi o maior entre todas as mesorregiões, alcançando entre 4.92 - 7.74%. O valor de carboidratos foi próximo às demais regiões, atingindo a média de 432.1 mg/g. Sattler *et al.* (2015), por sua vez, utilizou pólen apícola coletado no sul do Brasil, nos estados de Paraná, Santa Catarina e Rio Grande Sul. Os valores de proteínas variaram entre 12g e 27g/100g, sendo o do Rio Grande do Sul significativamente maior que os demais. Para lipídios, houve uma variação entre 0.37 e 7.09g/100g e para o teor de cinzas de 1.1 a 2.7g/100g dentre todas as amostras.

Um importante estudo, que movimentou apicultores a atuarem como cientistas cidadãos, resultou em quase 18.000 amostras de pólen de vários países europeus e um total de seis variações de cores, sendo essa diversidade influenciada pela quantidade de pólen coletada e pelo habitat ao redor do apiário (Brodschneider *et al.*, 2021).

A caracterização do pólen apícola é vista também em demais países. A diferença nas amostras devido à origem floral e

geográfica são resultados comprovados também em Yang *et al.* (2013), Thakur e Nanda (2018) e Castiglioni *et al.* (2022).

Devido à sua composição química, alguns microrganismos podem crescer nesse produto (Feás *et al.*, 2012), principalmente quando associado à elevada umidade do pólen colhido, que pode variar de 20-10% (Campos *et al.*, 2008). Dessa forma, o processo de desidratação (secagem artificial) é necessário para evitar fermentação rápida e deterioração. Baixo nível de teor de água é crucial para prolongar a vida útil (Ares *et al.*, 2018) do produto. Logo, o processamento do pólen apícola até o consumo final torna-se estudo também para diversos autores, já que o mesmo deve garantir a segurança do produto.

Conforme Epagri (2017), o processamento do pólen apícola, segue os passos:



Figura 1 – processamento do pólen apícola

Fonte: Epagri (2017).

Adaptação: elaboração própria.

Seguido da catação, o pólen apícola passa, inicialmente, por congelamento, descongelamento gradual, desidratação em estufa (40°C, ventilação em túnel de ar seco para a remoção de partículas leves) e limpeza manual. Após ser processado, o produto final poderá ser envasado de forma fracionada para

ser destinado imediatamente ao mercado consumidor, ou ser armazenado em tambores de papelão contendo internamente um saco plástico atóxico (Barreto; Funari; Orsi, 2005).

Apesar desse método encontrar-se consolidado, sobretudo por apicultores, Anjos *et al.* (2023) demonstram que a desidratação em 40° C pode potencialmente afetar o valor nutricional do pólen (estabilidade de vitaminas e teor de polifenóis). Comparando os processos de desidratação, pasteurização e pasteurização de alta pressão, o último teve melhores resultados, visto que as características de proteínas, aminoácidos e lipídios se mantiveram, assim como a não identificação de contaminação microbiológica nos produtos.

Em razão disso, De-Melo, Estevinho e Almeida-Muradian (2015) avaliaram 45 amostras de pólen de abelha desidratado em nove estados brasileiros. Todas foram negativas para *Salmonella sp.*, *E. coli* e *Staphylococcus*, resultado importante em razão da potencialidade patogênica. Todavia, foram identificadas quatorze espécies de leveduras em 26 amostras (predominando o gênero *Candida*), o que é preocupante para a saúde de consumidores e vida útil dos produtos. Em Estevinho *et al.* (2012), 60% das amostras coletadas em Portugal tiveram bolores e leveduras detectadas, porém, assim como o estudo anterior mencionado, os indicadores mais preocupantes para a saúde sanitária deram negativo. Constatou-se uma relação direta entre o crescimento de bolores e leveduras e o aumento do teor de água e pH presente nas amostras, mostrando que a análise de qualidade do produto também deve ser realizada em outros países.

Yan *et al.* (2019) utilizam de forma inteligente a atividade microbiana adicionando uma etapa a mais ao processo de be-

neficiamento, a fermentação. Os nutrientes do pólen apícola foram comparados após a fermentação com bactérias de ácido láctico (BALs), leveduras e ambos juntos. A levedura trouxe redução da glicose, enquanto os compostos fenólicos, oligopeptídeos e ácidos graxos aumentaram. Os aminoácidos livres subiram em 11%.

Consumir o pólen congelado (a -20°C) em relação ao pólen seco chega a ser defendido quando comparados os métodos de armazenagem (Estevinho; Dias; Anjos, 2018), pois permite preservar os compostos bioativos de maior extensão em maioria.

As práticas relacionadas ao processamento e beneficiamento do pólen podem contribuir para a presença de microrganismos no produto, logo, as condições higiênicas utilizadas pelo apicultor, bem como a manipulação do pólen apícola, devem ser observadas. Porém, não só isso. Além dos índices microbiológicos, comprova-se que as práticas de processamento e beneficiamento podem interferir diretamente na qualidade nutricional do produto.

ESTUDO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS A BASE DE PÓLEN APÍCOLA

O pólen apícola é utilizado e reconhecido, atualmente, pelas suas propriedades nutricionais e terapêuticas, consumido como um suplemento dietético natural de forma fresca ou seca.

Recentemente, os pesquisadores se concentraram em utilizar o pólen de abelha em sistemas alimentares, não apenas como ingrediente nutritivo, mas também como um componente

funcional¹ para melhorar as características de qualidade do produto (Thakur; Nanda, 2020, p.20).

O pólen de abelha é referido como “um alimento perfeitamente completo”, visto que contém todos os aminoácidos essenciais necessários para o organismo humano (Pascoal *et al.*, 2014). O produto é comercializado em lojas de produtos naturais, zonas cerealistas ou diretamente com apicultores. A recomendação de ingestão diária é de 15 a 25 g para adultos saudáveis e pode chegar até 15 g para crianças até 12 anos (Epagri, 2017). Como suplementação, sua utilização já é difundida e comprovadamente aceita, tanto na alimentação de humanos quanto de animais (Kostic *et al.*, 2020), podendo ser distribuído, inclusive, em cápsulas para facilitar o consumo.

A ingestão de pólen apícola pode ser aumentada adicionando-o em alimentos de rotina, como misturando no leite, *smoothies*, iogurte, pão, biscoito, sucos de frutas, além de produtos de panificação (Thakur; Nanda, 2020). Entretanto, a aceitabilidade na ingestão de produtos com pólen apícola ainda é um desafio. Em razão disso, os estudos de produtos enriquecidos objetivam ensaios contendo a análise sensorial.

As características sensoriais dos alimentos, como aparência, aroma, sabor e textura refletem diretamente na intenção de adquirir e/ou consumir ou não um produto pelos consumidores (Nora, 2021, p. 9). Assim, utiliza-se a análise sensorial como forma de avaliar as características dos variados produtos

1. Alimentos funcionais são designados para ter benefícios fisiológicos e/ou minimizar o risco de doenças crônicas, além das funções nutricionais (Martirosyan; Singh, 2015).

alimentícios usando o ser humano como instrumento de medição, conforme os estudos mencionados a seguir.

No estudo de Yerlikaya (2014), houve a adição de pólen apícola em bebidas lácteas fermentadas, constatando-se que a concentração de 7,5 mg/ml foi a mais indicada devido a melhor aceitabilidade, entretanto, apenas três atributos foram analisados: aroma, textura e “impressão geral”. Foi sugerido ainda, a adição de ingredientes com sabor, devido às mudanças sensoriais no produto. Já em Karabagias *et al.* (2018), a adição do pólen de abelha triturado a iogurtes de leite de vaca, cabra e ovelha resultou em aumento na capacidade antioxidante do produto e conteúdo fenólico, quando comparado ao iogurte convencional (também foi verificada maior aceitabilidade em relação a sabor, odor e aparência).

O pólen encontra-se mais evidenciado no estudo de alimentos de panificação. No preparo de bolos, pôde-se concluir que o enriquecimento interfere escurecendo o produto e tornando-o mais macio. Esses fatores foram observados nas proporções superiores à 10% de substituição, entretanto, essas características não tornam o produto desagradável. Freitas (2020) conclui que é interessante que esse ingrediente seja testado em outros produtos de panificação, como biscoitos e pães doces, a fim de aumentar sua inserção no mercado e aceitação do consumidor.

Conte *et al.* (2020) revelam que a incorporação de percentuais de pólen apícola (de 1% a 5%) pode ser uma forma eficaz de obter pães sem glúten com melhoria nutricional, composição bioativa e aromática. Em Lazcano-Hernández (2019), todas as concentrações de pólen apícola no pão branco (1 a 10%) foram aceitas sensorialmente em todos os atributos sem diferença significativa, sendo a de 10% como a de melhor sabor e de 7%

avaliada como de melhor consistência. Esse produto pode ter viabilidade comercial e também ser um subproduto para que o apicultor tenha uma alternativa de lucratividade.

A respeito da produção de biscoitos, em Dundar (2021), o produto com 10% de pólen apícola foi o mais desejado, enquanto o de 15% menos desejado. Quanto maior a adição, maior o valor nutricional além dos teores de polifenóis e de capacidade antioxidante. O mesmo resultado foi adquirido por Sokmen (2022), que constata a amostra com 10% de pólen apícola com maior aceitabilidade sensorial geral, porém a de controle como menor, numa avaliação considerando amostras de 5%, 10% e 15%. Foram verificados como atributos aparência, textura, gosto, intenção de compra e aceitabilidade sensorial geral em ambos os estudos.

É válido ressaltar que, enquanto a adição de pólen aumenta, também aumenta o total de fenol e valor de antioxidantes, importante indicador no que tange ao enriquecimento nutricional dos produtos (Rajs *et al.*, 2022).

Apesar dos resultados promissores aqui apresentados, a busca na literatura ainda traz poucos resultados, quando tenta-se alcançar o pólen como um componente na fórmula do produto alimentício. Porém, observa-se que, quando se trata de sua utilização como suplementação, a prática parece ser difundida, principalmente em países orientais.

PANORAMA

Tratando-se das inovações de produtos alimentícios a base de pólen apícola, a China possui maior evidência no assunto, visto a sua experiência em estudos com o pólen apícola e seu papel na nutrição e medicina oriental (Algethami *et al.*, 2022), seguido pelo Brasil, que vem demonstrando crescente domínio

sobre o tema. Entretanto, nas perspectivas atuais, o pólen ainda segue sendo utilizado, majoritariamente, como suplemento alimentar em diversas culturas e não como um componente funcional para melhorar a qualidade de um produto alimentício.

Apesar de comprovado que esses novos produtos podem ocupar um lugar importante no mercado como alimentos funcionais (Yerlikaya, 2014; Lazcano-Hernández, 2019; Freitas, 2020; Conte *et al.*, 2020; Dundar, 2021; Sokmen, 2022), os desafios ainda reverberam no que tange a: pouco conhecimento popular sobre o pólen apícola, suas propriedades e comercialização, acesso a alimentos enriquecidos com pólen e a aceitabilidade sensorial dos mesmos.

Mas não só isso, as práticas de processamento do pólen apícola atualmente utilizadas começam a ser refutadas (Anjos *et al.*, 2023; Yan *et al.*, 2019; Estevinho; Dias; Anjos, 2018), em razão da busca pelo aproveitamento do potencial nutricional do pólen e da segurança do consumidor.

Ressalta-se que a Organização das Nações Unidas detém um Objetivo de Desenvolvimento Sustentável específico referente à Fome Zero e Agricultura Sustentável:

Para cumprir as metas do ODS² 2 até 2030, os sistemas agroalimentares devem ser transformados de forma que garantam o menor custo e a segurança com alimentos nutritivos, tornando as dietas saudáveis mais acessíveis para

2. ODS é a sigla para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável que fazem parte da chamada “Agenda 2030”. Trata-se de um pacto global assinado durante a Cúpula das Nações Unidas em 2015 pelos 193 países membros. A agenda é composta por 17 objetivos ambiciosos e interconectados, desdobrados em 169 metas, com foco em superar os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas no Brasil e no mundo, promovendo o crescimento sustentável global até 2030 (Habitability, 2023).

todos de forma sustentável e inclusiva (FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO, 2022, p. 2).

Visando induzir o acesso a alimentos seguros, nutritivos e sustentáveis, a ingestão do pólen apícola é uma alternativa e o enriquecimento de alimentos, utilizando-o como componente, pode aumentar o seu consumo.

CONCLUSÕES

Diante das previsões de aumento populacional nos próximos anos e acesso a alimentos adequados, é imprescindível incentivar os sistemas de produção de alimentos sustentáveis. Como exemplo disso, a apicultura pode ser considerada como uma atividade que minimiza os impactos ambientais, conservando espécies, além do importante papel social associado.

Ademais, o pólen apícola é comprovadamente considerado um alimento de excelente perfil nutricional, para consumo humano ou animal. Entretanto, pode-se inferir que seu processo de beneficiamento ainda carece de evolução e análise ao visar aproveitar todo o potencial do produto e segurança do alimento. Essa é uma questão importante quando se considera que a prática deverá ser, também, do conhecimento do apicultor.

A ingestão do pólen apícola na dieta humana é utilizada majoritariamente como suplemento. Produtos enriquecidos ainda são estudados, especialmente no que tange ao incremento do valor nutricional e aceitabilidade. Apesar de resultados positivos já alcançados, uma barreira no mercado ainda deve ser ultrapassada.

Por fim, produtos da apicultura podem ser considerados importantes aliados na busca pela segurança alimentar.

REFERÊNCIAS

ALGETHAMI, J.S.; EL-WAHED, A.A.A.; ELASHAL, M.H.; AHMED, H.R.; ELSHAFIEY, E.H.; OMAR, E.M.; NAGGAR, Y.A.; ALGETHAMI, A.F.; SHOU, Q.; ALSHARIF, S.M. *et al.* Bee Pollen: Clinical Trials and Patent Applications. **Nutrients**, 14, v. 2858, n. 14, p. 1-26, 2022.

ANJOS, O.; SEIXAS, N.; ANTUNES, C. A. L; CAMPOS, M. G; PAULA, V; ESTEVINHO, L. M. Quality of pollen submitted to drying, pasteurization, and high-pressure processing – a comparative approach. **Food Research International**, v. 170, p. 1-9, 2023.

ARES, A. M.; VALVERDE, S.; BERNAL, J. L.; NOZAL, M. J.; BERNAL, J. Extraction and determination of bioactive compounds from bee pollen. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v.147, n.1, p.110-124, 2018.

BARRETO, L. M. R. C.; FUNARI, S. R. C.; ORSI, R. O. Composição e qualidade do pólen apícola proveniente de sete estados brasileiros e do Distrito Federal. **Boletim Indústria Animal**, v. 62, p.167-175, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 3**, de 19 de janeiro de 2001. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de apitoxina, cera de abelha, geléia real, geléia real liofilizada, pólen apícola, própolis e extrato de própolis. Diário Oficial da União, Brasília, 23 jan. 2001. Seção 1, p. 18.

BORLACHENCO, N. G. C.; CEREDA, M. P.; ARAÚJO, G. M.; PADIAL, N. P. M. Aspectos legais da recuperação de áreas degradadas em áreas de preservação com apicultura de *Apis mellífera*. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 56-78, 2017.

BOTH, J. P. C. L.; KATO, O. R.; OLIVEIRA, T. F. Perfil socioeconômico e tecnológico da apicultura no município de Capitão Poço, estado do Pará, Brasil. **Amazônia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 5, n. 9, p. 199-2013, 2009.

BRODSCHNEIDER, R.; KALCHER-SOMMERSGUTER, E.; KUCHLING, S.; DIETEMANN, V.; GRAY, A.; BOŽIC, J.; BRIEDIS, A.; CARRECK, N.L.; CHLEBO, R.; CRAILSHEIM, K. *et al.* CSI pollen: diversity of honey bee collected pollen studied by citizen scientists. **Insects**, v. 12, n. 987, p. 1-24, 2021.

CAMPOS, M. G. R.; BOGDANOV, S.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; SZCZEŚNA T.; MANCEBO, Y.; CHRISTIAN, F.; FERREIRA, F. Composição e padronização de pólen de métodos analíticos. **Journal of Apicultural Research**, v. 47, n. 2, p. 154-161, 2008.

CARTHY, U. Mc; UYSAL, I; BADIA-MELIS, R; MERCIER, S; O'DONNELL, C.; K TENIOUDAKI, A. Global food security – Issues, challenges and technological solutions. **Trends In Food Science & Technology**, [S. l], v. 77, p. 11-20, jul. 2018. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2018.05.002>. Acesso em: 20 de maio de 2024.

CASTIGLIONI, S.; STEFANO, M.; ASTOLFI, P.; PISANI, M.; CARLONI, P. Characterisation of Bee Pollen from the Marche Region

(Italy) According to the Botanical and Geographical Origin with Analysis of Antioxidant Activity and Colour, Using a Chemometric Approach. **Molecules**, v. 27, n. 22, p. 1-14, 2022.

CONTE, G.; BENELLI, G.; SERRA, A.; SIGNORINI, F.; BIEN-TINESI, M.; NICOLELLA, C.; MELE, M.; CANALE, A. Lipid characterization of chestnut and willow honeybee-collected pollen: impact of freeze-drying and microwave-assisted drying. **Journal Of Food Composition And Analysis**, v. 55, p. 12-19, 2017.

CONTE, P.; CARO, A. del; URGEGHE, P.P.; PETRETTO, G.L.; MONTANARI, L.; PIGA, A.; FADDA, C. Nutritional and aroma improvement of gluten-free bread: is bee pollen effective? **LWT**, v. 118, p.1-7, 2020.

COUTO, B. O.; MARQUES, J. A. P.; SALES, N. I. S.; LOPES, R.A. Apicultura proporcionando emprego e renda para agricultores familiares de Porangatu – GO. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia**, v.15, n 2, 2020.

DE-MELO, A. A. M; ESTEVINHO, M. L. M. F.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B. A diagnosis of the microbiological quality of dehydrated bee-pollen produced in Brazil. **Letters in Applied Microbiology**, v. 61, p. 477-483, 2015.

DUNDAR, A. N. Total phenolic and antioxidant bioaccessibilities of cookies enriched with bee pollen. **Journal Of Food Processing And Preservation**, v. 46, n. 6, p. 1-11, 5 nov. 2021.

EPAGRI. Produção e processamento de polén apícola. Florianópolis, 2017. 28p. Epagri. **Boletim Didático**, 140.

ESTEVINHO, L. M.; DIAS, T.; ANJOS, O. Influence of the storage conditions (frozen vs. dried) in health-related lipid indexes and antioxidants of bee pollen. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 121, n. 2, p. 1-9, 2018.

ESTEVINHO, L. M.; RODRIGUES, S.; PEREIRA, A.P; FEAS, X. Portuguese bee pollen: palynological study, nutritional and microbiological evaluation. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 429-435, 2012.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. **Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable**. Rome, FAO, 2022.

FEÁS, X.; VÁZQUEZ-TATO, M. P.; ESTEVINHO, M. L.; SEIJAS, J. A.; IGLESIAS, A. Organic bee pollen: Botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality. **Molecules**, v. 17, n. 7. p. 8359-8377, 2012.

FREITAS, J. V. M.; SOUSA, F. J.; SANTOS, J. K. F.; SILVA, F. S.; SILVA, R. H. D.; SILVA, M. S.; GONSALVEZ, H. R. O. Produção de bolo com substituição parcial da farinha de trigo por pólen apícola produzido na Caatinga-Ceará-Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. 1-13, 2020.

GARCÍA, J. B.; CUEVAS, F. I. H. Apicultura: su contribución al ingreso de los hogares rurales del sur de Yucatán. **Península**, v. 15, n. 2, p. 9-29, 2019.

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

HABITABILITY. **ODS 11**: conheça os objetivos da ONU para as Cidades. Redação, 11 jan. 2023. Disponível em: https://habitability.com.br/ods-11-conheca-o-objetivo-da-onu-para-as-cidades/?utm_source=google_pago&utm_medium=&utm_content=&gclid=Cj0KCQjwmICoBhDxA-RIsABXkXLIy1ruxI79tjgPWBWevYfvhwir0EivKN9XXt-JSmF66B1CPMWQ7cAJoaAtUzEALw_wcB. Acesso em: 12 set. 2023.

KARABAGIAS, I. K.; KARABAGIAS, K. V.; GATZIAS, I.; RIGANAKOS, K. A. Bio-functional properties of bee pollen: the case of “bee pollen yoghurt”. **Coatings**, v. 8, n. 423, p. 1-15, 2018.

KHALIFA, S. A. M.; ELASHAL, M. H.; YOSRI, N.; DU, M.; MUSHARRAF, S. G.; NAHAR, L.; SARKER, S. D.; GUO, Z.; CAO, W.; ZOU, X. Bee Pollen: current status and therapeutic potential. **Nutrients**, v. 13, n. 6, 31 de maio de 2021. 1876 p.

KOSTIC, A. Z.; MILINCIC, D. D.; BARAC, M. B.; SHARIATI, M. A.; TESIC, Z. L.; PESIC, M. B. The application of pollen as a functional food and feed ingredient – the present and perspectives. **Biomolecules**, v. 10, 5 jan. 2020. 84 p.

LAZCANO-HERNANDEZ, M. A.; NAVARRO-CRUZ, A. R.; SANCHES, R. Á-S.; HERNANDEZ-ABUNDEZ, J. A.; ZERON-ALVARADO, C. A.; PEREIRA, D. S. Incorporación de harina de polen en panificación. **Revista Verde de Agroecología e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, 1 jan. 2019. 48 p.

LOURENÇO, M. S. M.; CABRAL, J. E. O. Apicultura e Sustentabilidade: visão dos apicultores de sobral (CE). **Revista em Agro-negócio e Meio Ambiente**, [S.l.], v. 9, n. 1, 31 mar. 2016. Centro Universitario de Maringa. 93 p.

LUZ, C.F.P.; BARTH, O.M. Melissopalynological observations in a mangrove area next to Rio de Janeiro, Brazil. *In*: GOODMAN, D.K.; CLARKE, R.T. (Eds.). **Proceedings of the ix palynological congress**. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Houston, p.489-492, 2001.

MARTIROSYAN, D. M; SINGH, J. A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique? **Functional foods in health and disease**, v. 5, p. 209-223, 2015.

NORA, F. M. D. **Análise sensorial clássica**: fundamentos e métodos. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2021.

OMRAN, N. S. M. Wintering of Honeybee Colonies (*Apis mellifera* L.) by using a new technique during winter Season in Sohag Region, Egypt. **Journal of Applied Science Research**, v. 7, n. 2, p. 174-182, 2011.

PASCOAL, A.; RODRIGUES, S.; TEIXEIRA, A.; FEÁS, X.; ESTEVINHO, L. M. Biological activities of commercial bee pollens: antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. **Food And Chemical Toxicology**, v. 63, p. 233-239, 2014.

PREDIGER, C. L.; ARHLERT, A. Ética e educação ambiental: lugares privilegiados na apicultura. **Ensaio e ciências**, v. 22, n. 2, p. 70-78, 2018.

RAJS, B. B; PRIMORAC, L; GAL, K; BUBALO, D; PRDUN, S; FLANJAF, I. Influence of botanical origin on phenolic content and antioxidant capacity of monofloral bww pollen. **Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.**, v. 21, n. 2, p. 213-222, 2022.

SAMBUICHI, R. H. R.; CONSTANTINO DE OLIVEIRA, M. Â; MOREIRA DA SILVA, A. P.; LUEDEMANN, G. A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: Impactos, políticas públicas e desafios. Texto para Discussão, No. 1782, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, Brasília, 2012. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1050/1/TD_1782.pdf. Acesso em: 19 jun. 2024.

SANTOS, C. S.; RIBEIRO, A. S. Apicultura uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 3, p. 01-06, 2009.

SATTLER, J. A. G; MELO, I. L. P; GRANATO, D; ARAÚJO, E; FREITAS, A. S. F; BARTH, O. M.; SATTLER, A; ALMEIDA-MURADIAN,

L. B. Impact of origin on bioactive compounds and nutritional composition of bee pollen from southern Brazil: A screening study. **Food Research International**, v. 77, p. 82-91, 2015.

SILVA, T. J.; SOARES, E. C.; NAVAS, R. Apicultura como atividade de desenvolvimento e conservação do bioma caatinga: um estudo de caso no sertão de Alagoas. **Campo-Território: revista de geografia agrária**, v. 15, n. 38, p. 412-432, 2020.

SOKMEN, O.; OZDEMIR, S.; DUNDAR, A. N.; CINAR, A. Quality properties and bioactive compounds of reduced-fat cookies with bee pollen. **International Journal Of Gastronomy And Food Science**, v. 29, p. 1-9, 2022.

SZCZESNA, T.; RYBAK-CHMIELEWSKA, H.; CHMIELEWSKI, W. Sugar composition of pollen loads harvested at different periods of the beekeeping season. **Journal of Apicultural Science**, v. 46, n. 2, p. 107-115, 2002.

THAKUR, M.; NANDA, V. Composition and functionality of bee pollen: a review. **Trends In Food Science & Technology**, v. 98, p. 82-106, abr. 2020.

THAKUR, M.; NANDA, V. Exploring the physical, functional, thermal, and textural properties of bee pollen from different botanical origins of India. **Journal of Food Process Engineering**, v. 43, n.1, 2018.

TOLERA, K.; TURA, B.; ADMASU, A. KASIM, R. Beekeeping promotes conservation of traditional home-gardens in Ethiopia.

Journal of Agriculture and Environment for International Development, v. 115, n. 2, p. 23-37, 2021.

VASCONSELOS, M. R. S; DUARTE, A. W. F.; GOMES, E. P; SILVA, S. C; LÓPEZ, A. M. Q. Physicochemical composition and antioxidant potential of bee pollen from different botanical sources in Alagoas, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, 41(4), p. 447-458, jul/ago. 2017.

YANG, K.; WU, D.; YE X; LIU D.; CHEN J.; SUN P. Characterization of Chemical Composition of Bee Pollen in China. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 3, p.708-718, 2013.

YAN. S.; LI, Q.; XUE, X.; WANG, K.; ZHAO, L.; WU, L. Analysis of improved nutritional composition of bee pollen (*Brassica campestris* L.) after different fermentation treatments. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 6, p. 2169-2181, 2019.

YERLIKAYA, O. Effect of bee pollen supplement on antimicrobial, chemical, rheological, sensorial properties and probiotic viability of fermented milk beverages. **Mljekarstvo**, v. 84, n. 4, p. 268-279, 2014.

CAPÍTULO

10

Características físico-químicas
da própolis em função do método
de produção, período de colheita
e tempo de armazenamento no
estado do Rio Grande do Norte

CAMILA CAROLINE MARCOLINO SOARES
LAUANY CARLOS DA COSTA
MÁRCIO CLEIVO DE MORAIS SOUZA
DANIEL DE FREITAS BRASIL
MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES BRASIL

INTRODUÇÃO

Conhecida como o “antibiótico natural produzido pelas abelhas”, a própolis é uma mistura de resina coletada de diversas partes das plantas como brotos, botões florais e exudados, acrescida de cera, pólen e secreções glandulares, fabricada por abelhas *Apis mellifera* dentro da colmeia e, usualmente, tem sido empregada pelas suas propriedades terapêuticas, como anti-inflamatória, antioxidante ou antimicrobiana (Ghisalberti, 1979).

As abelhas usam a própolis para recobrir todas as paredes da colmeia, para obstruir os buracos e frestas e para unir partes. Serve também como instrumento na regulação da temperatura interna, pelo isolamento de compartimentos não utilizados e redução do alvado (defesa e frio). É usada também para recobrir totalmente animais mortos no interior da colmeia e que não podem ser retirados pelas abelhas, mumificando-os, evitando sua decomposição e o mau cheiro, num verdadeiro processo de embalsamento (Couto; Couto, 2006).

O homem tem utilizado a própolis como medicamento, cicatrizante, em cirurgias veterinárias, em tratamento contra giardíase, micose, aftas, acnes, como também na produção de vernizes, shampoos, sabonetes, dentre inúmeros outros benefícios. Ademais, nos tempos primórdios no Egito Antigo, a própolis era utilizada no processo de mumificação. Deve-se, no entanto, tomar cuidado com a sua utilização, já que algumas pessoas podem ser alérgicas (Couto; Couto, 2006).

A própolis possui composição complexa e dentre as substâncias que a compõem preponderam os flavonoides que são compostos fenólicos presentes nos vegetais e a sua eficácia no

combate de várias doenças humanas é estudada mundialmente. Dentre os diversos tipos de própolis existentes, a própolis marrom é a mais utilizada e encontrada devido à sua origem botânica, sendo coletada pelas abelhas em diversos tipos de vegetação, não se caracterizando por predominância de nenhuma planta em particular.

A própolis pode ser coletada pelo apicultor mediante raspagem das partes móveis da colmeia, podendo, nesse método, apresentar sujeiras como lascas de madeira, terra e outros materiais. Visando a melhora da qualidade da própolis, outras técnicas foram desenvolvidas para estimular sua produção, como uso de telas plásticas coletoras abaixo da tampa, coletor de própolis inteligente (CPI), dentre outros. Entretanto, a produção de própolis pode variar conforme a técnica de coleta utilizada pelo apicultor (Breyer, 1995).

Considerando que a composição química da própolis pode variar largamente de acordo com a sua região, estação do ano, características genéticas da abelha ou época da colheita, objetiva-se com este estudo, realizar análises físico-químicas da própolis produzida por abelhas africanizadas no estado do Rio Grande do Norte e verificar se há diferença entre as análises de acordo com o período de colheita e tempo de armazenamento das amostras.

METODOLOGIA

As amostras de própolis foram produzidas no apiário didático do Instituto Federal do Rio Grande do Norte, campus Pau dos Ferros (IFRN) que possui as seguintes coordenadas geográficas: latitude: 6° 6' 9" Sul, longitude: 38° 12' 33" Oeste.

Segundo o IDEMA (2008), a cidade de Pau dos Ferros está localizada na microrregião de Pau dos Ferros, que é uma das dezenove microrregiões do estado brasileiro do Rio Grande do Norte pertencente à mesorregião do Oeste Potiguar. O clima de Pau dos Ferros é caracterizado como semiárido quente com temperatura média anual em torno dos 27 °C, além de umidade relativa do ar de 66%. O relevo do município, com altitudes médias entre 100 e 200 metros, é constituído pela Depressão Sertaneja-São Francisco, que abrange terrenos baixos de transição entre a Chapada do Apodi e o Planalto da Borborema. De acordo com Barreto (1987), a cobertura vegetal de Pau dos Ferros é constituída pela caatinga hiperxerófila, típica do semiárido nordestino, além da predominância de cactáceas e plantas de baixo porte.

Para a coleta de dados, foram utilizadas oito colônias de abelhas *Apis mellifera*, alojadas em colmeias padrão Langstroth, todas padronizadas quanto à homogeneidade da prole. Para a produção da própolis bruta, foram utilizados dois métodos de coleta, através de telas plásticas colocadas sob a tampa das colônias e a raspagem de partes da colmeia (tampa, alvado, quadros). As amostras foram coletadas em dois períodos diferentes. A primeira coleta foi realizada no mês de novembro de 2016, na qual a tela plástica permaneceu por um mês nas colmeias do apiário do IFRN. Após esse período, as telas plásticas e a própolis raspada foram armazenadas em refrigerador por onze meses. A segunda coleta foi realizada no mês de outubro de 2017, tanto a própolis da raspagem quanto a da tela plástica permaneceram durante 3 meses nas colônias e, após coletadas, permaneceram sob um tempo de refrigeração de pouco menos de 1 mês.

Posteriormente, as amostras foram separadas, tanto do método de tela plástica quanto o de raspagem. Em seguida, foram limpas, retirando todas as sujidades no laboratório, após isso, foram acondicionadas em plástico filme resistente, atóxico e transparente, junto à seguinte identificação: tipo de coleta e ano. Foram estocadas em temperatura de congelamento (-05 °C). Em seguida, foram denominadas de amostras 1 (Tela plástica 2016); 2 (Raspagem 2016); 3 (Tela plástica 2017) e 4 (Raspagem 2017).

As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório 90, o qual se localiza no IFRN (Campus Apodi), utilizando a metodologia das Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1976). Os resultados das amostras foram feitos estatisticamente.

Obtenção de extrato por meio do aparelho Soxhlet

Inicialmente, 10 g de própolis bruta foram pesadas e, em seguida, acondicionadas em cartucho preparado com papel filtro. O cartucho com a própolis foi colocado no extrator e esse, por sua vez, encaixado no balão de fundo chato, no qual havia aproximadamente 300 ml de metanol, o solvente utilizado na extração, a uma temperatura de aquecimento de 70°C. O sistema foi mantido sob refluxo por aproximadamente 8 h. Após resfriamento, o extrato foi vertido em proveta de 300 ml. O volume final de extrato obtido foi medido e acondicionado em recipiente vedado e ao abrigo da luz. Esse procedimento foi repetido quatro vezes, uma vez para cada amostra de extrato de própolis, com o intuito de se realizar as análises de teor de cera e de resíduo insolúvel em metanol, além do teor de Flavonoides e Fenóis Totais descritos a seguir.

Teor de flavonoides totais

Uma curva padrão de rutina, tomada como substância de referência, foi construída. Foram preparadas alíquotas de 4 a 14 ml de solução etanólica de rutina a 50 µg/ml, foram transferidas para balões volumétricos de 50 ml, contendo 1 ml de solução de cloreto de alumínio a 2,5%. O volume final de cada balão foi ajustado com etanol. Para a preparação do branco do sistema, foi colocado 1 ml da solução aquosa de cloreto de alumínio diluído com etanol em balão de 50 ml. Decorridos 30 minutos, foi tomada a leitura de cada solução em triplicata no espectrofotômetro da marca TEKNA, modelo T – 2000, número de série 0129e, com um comprimento de onda 425 nm. Para a quantificação de flavonoides na amostra, foram utilizados 2 ml de solução de própolis a 2 mg/ml (obtida pela dissolução de 100 mg de resíduo seco em 50 ml de etanol).

Teor de fenóis totais

Para a realização desta análise, foi construída uma curva padrão com o ácido gálico, tomada como substância referência. Foram retiradas alíquotas de 2 a 10 ml de solução aquosa de ácido gálico 100 µg/ml e transferidas para balões volumétricos de 100 ml, contendo aproximadamente 70 ml de água destilada. Em seguida, foram adicionados em cada balão volumétrico 5 ml do reagente Folin Ciocalteu e, após 2 minutos, 10 ml de solução de carbonato de sódio saturada. O volume final de cada balão foi ajustado com água destilada. O branco do sistema foi preparado da mesma forma, porém sem a alíquota da amostra. Cada solução foi deixada em repouso à temperatura ambiente e, após 30 minutos, foi realizada a leitura no espectrofotômetro da marca TEKNA, modelo T – 2000, número de série 0129e, a

um comprimento de onda de 760 nm. Para a quantificação na amostra, foi utilizada uma alíquota de 5 ml da solução aquosa de própolis a 2 mg/ml (obtida pela dissolução de 100 mg de resíduo seco de própolis em 5 ml de metanol, seguida de diluição aquosa a 50 ml), medida realizada em triplicata.

Determinação de umidade e teor de cinzas

Para a determinação de umidade e teor de cinzas, inicialmente foram executadas as seguintes etapas: foram aquecidos os cadinhos de porcelana a uma temperatura de 105 °C na estufa por um período de duas horas, em seguida, os cadinhos foram resfriados em um dessecador, seguindo para a pesagem da amostra de própolis bruta em uma balança analítica. A seguir, foi pesada cerca de 2 g da amostra e colocada novamente na estufa, onde permaneceu por mais 2 horas a uma temperatura de 105°C.

Após esse período, foram retirados os cadinhos e colocados no dessecador e, posteriormente, foi feita a pesagem para a determinação do teor de umidade obtido a partir da fórmula da Equação 1. Após essa medida de teor de umidade, foi medido o teor de cinzas. Os cadinhos de porcelana foram recolhidos com a própolis, cuja umidade já foi medida, levados para a mufla a uma temperatura de 600°C e, depois de 2 horas na mufla, foram colocados no dessecador para resfriar. Por fim, cada cadinho foi pesado novamente e, com essas medidas de massas, foi realizado o teor de cinzas, utilizando a fórmula da Equação 2.

$$\text{Teor de água (\%)} = Pa - \frac{(P_{cas} - P_c)}{Pa \times 100} \quad (1)$$

$$\text{Teor de cinzas (\%)} = \frac{P_{cc} - P_c}{Pa \times 100} \quad (2)$$

Teor de cera

O extrato metanólico de própolis, obtido por Soxhlet, foi levado à geladeira por uma semana. A solução foi filtrada em uma filtração a vácuo, em funil de Buchner (com papel filtro previamente seco e pesado) sob vácuo a 400 mmHg. A cera depositada sobre o papel filtro foi lavada com metanol resfriado, até sua clarificação. O volume de extrato livre de cera foi medido e acondicionado em recipiente de vidro vedado.

Resíduo seco

Uma alíquota de 5 ml do extrato metanólico de própolis foi transferida para cápsula de porcelana seca (aquecida em estufa a 105°C, por 2 h, resfriada em dessecador e pesada) e o conjunto levado à estufa pré-aquecida a 105°C, onde permaneceu por 2 h. Após resfriamento em dessecador, o conjunto foi pesado. Esta análise foi realizada em triplicata.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos são exibidos nas tabelas 1 a 2 seguir. A Tabela 1 reúne os resultados das análises gravimétricas descritas na subseção metodologia.

Comparando-se os dados obtidos das amostras de própolis deste trabalho com os valores determinados pelo Ministério da Agricultura, não se nota uma diferença significativa entre os resultados de ambas, assim constatando que as amostras dispõem de particularidades semelhantes, independente de terem sido ou não congeladas. Portanto, certifica-se que todos os parâmetros estão dentro dos limites da legislação vigente (Brasil, 2001) em seu regulamento técnico para fixação de sentidade e qualidade de própolis.

Tabela 1 – Análises gravimétricas realizadas com amostra de própolis e limites estabelecidos pelo Ministério da Agricultura

Parâmetros analisados	Resultado amostra 1	Resultado amostra 2	Resultado amostra 3	Resultado amostra 4	Requisito do Ministério
Teor de Cinzas	2,35%	3,74%	3,58%	2,30%	Máximo de 5%
Umidade	4,83%	4,46%	4,35%	4,28%	Máximo de 8%
Resíduo Insolúvel em Metanol	34,46%	37,51%	40,03%	39,15%	Máximo de 40%
Teor de cera	59,55%	30,76%	30,18%	52,18%	Máximo de 25%
Resíduo seco	54,68%	53,04%	47,50%	48,02%	Mínimo de 35%

Fonte: elaboração própria.

A importância de se validar o teor de cinzas está no fato de poder detectar adulterações tão frequentes, principalmente em amostras na forma de pó, com terra, ou mesmo, o resíduo de outras extrações. Certamente, uma adulteração desse tipo teria um claro reflexo no aumento dos teores de cinzas (Rio, 1996), o que não sucedeu com nenhuma das 4 amostras analisadas, pois tiveram o resultado inferior a 5% (valor estabelecido pelo ministério), salientando que encontram-se dentro dos parâmetros permitidos.

Com base nos dados apresentados na Tabela 1, percebe-se que o resultado da análise de umidade dos extratos das amostras 1,2,3 e 4 estão dentro dos parâmetros, pois os resultados foram inferiores a 8%, apontando que não houve influência de precipitação pluviométrica sobre os valores de umidade, além disso, as amostras não deferiram estatisticamente.

É possível constatar que “resíduos insolúveis” estão relacionados à solubilidade da amostra em um determinado sol-

vente. Dessa forma, quanto menor o “resíduo insolúvel”, calculado sobre a matéria-prima que originou aquele extrato, mais solúvel é a amostra bruta no solvente utilizado. Na análise de Resíduo Insolúvel em Metanol, os valores se enquadraram no critério determinado, sendo ele máximo de 40% e os resultados inferiores à norma estabelecida de acordo com a legislação (Brasil, 2001).

A metodologia desenvolvida para avaliar o teor de cera tem sua importância relacionada ao fato de que as substâncias que a compõem não são consideradas ativas farmacologicamente, portanto, sua presença nas tinturas e extratos é indesejável. Além disso, em quantidades mais altas, as ceras são a principal causa de turvação de amostras de extratos e tinturas de própolis quando armazenadas em baixas temperaturas (Rio, 1996). Na Tabela 1, pode-se visualizar que os teores de cera não estão coerentes com a norma determinada pelo Ministério da Agricultura (Brasil, 2001) que definiu parâmetros para a própolis, dessa forma, esses resultados estão relacionados ao local onde as amostras foram coletadas. Portanto, é importante estudar a origem botânica da própolis, visto que apresenta uma relação direta com o teor de cera. Além disso, a determinação do teor de cera se torna importante, pois mostra se foram realizadas adulterações com a introdução de cera do favo nos extratos, como forma de ganho de volume (Rio, 1996).

Os resultados de teores de resíduo seco acompanham o padrão definido pela legislação vigente (Brasil, 2001), a qual considera o mínimo de 35%, e todas as amostras excederam esse valor. De acordo com Rio (1996), essa análise é de grande importância para que seja possível efetuar os cálculos de teores nos ensaios de doseamento, pelo motivo de que a umidade

presente em uma mesma amostra varia bastante em função da manipulação e das condições de armazenamento.

A tabela 2 traz os valores das análises espectrofotométricas realizadas com amostras dos extratos de própolis para determinação de seus teores de flavonoides e fenóis totais, expressados como equivalentes de rutina. Segundo Rio (1996), tem se atribuído as propriedades terapêuticas percebidas na própolis aos compostos fenólicos que a compõem e, principalmente, à classe dos flavonoides e dos ácidos fenólicos.

Para a determinação dos teores de flavonoides e fenóis totais, foram construídas curvas padrão de análises espectrofotométricas, como mostrado nas figuras 2 e 3 a seguir. A partir destas curvas, foi possível determinar o R^2 de regressão linear para flavonoides de 0,9978 e fenóis totais 0,9882, haja vista que é necessário obter no mínimo um $R^2 = 0,95$ e as equações da reta para se determinar as concentrações das amostras.

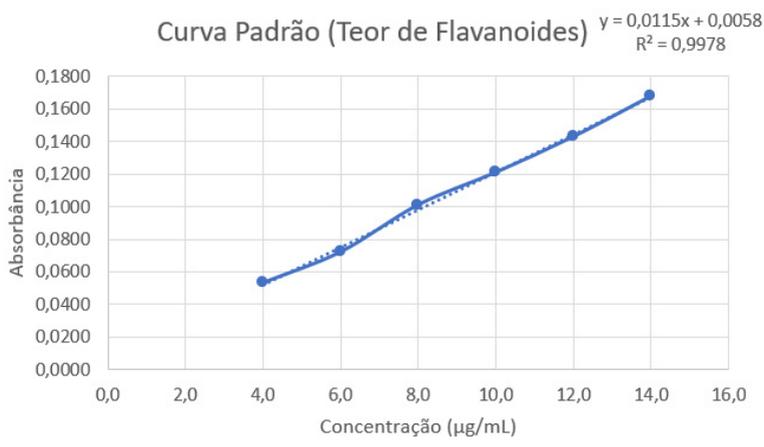


Figura 2 – Curva Padrão de Flavonoides

Fonte: elaboração própria.

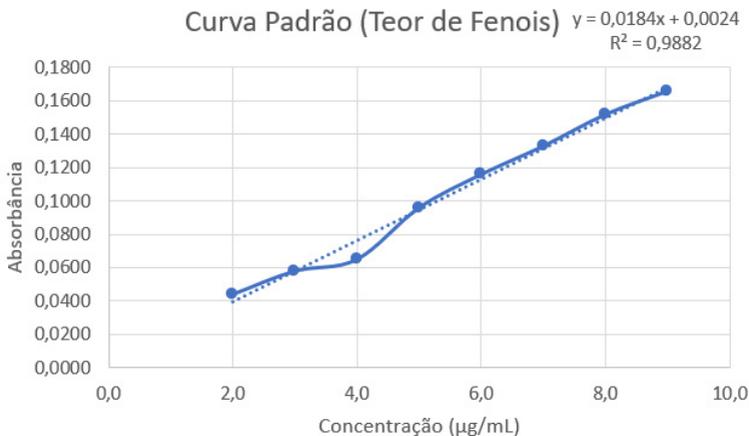


Figura 3 – Curva Padrão de Fenóis Totais

Fonte: elaboração própria.

Tabela 2 – resultados das análises de flavonoides totais e fenóis totais e limites estabelecidos pelo Ministério da Agricultura

Experi-mento	Resultado amostra 1	Resultado amostra 2	Resultado amostra 3	Resultado amostra 4	Requisito do Minis-tério
Flavonoi-des totais	49,06(µg/mL)	57,669 (µg/mL)	45,06 (µg/mL)	35,408 (µg/mL)	Mínimo de 0,5%
Fenóis totais	4,1 (µg/mL)	4,89 (µg/mL)	4,35 (µg/mL)	2,85 (µg/mL)	Mínimo de 5%

Fonte: elaboração própria.

A determinação de flavonoides sem a interferência dos outros compostos fenólicos pode ser feita pelo método espectrofotométrico, após complexação com cloreto de alumínio. O cátion Al^{3+} forma complexos estáveis com os flavonoides em metanol, ocorrendo um desvio batocrômico do máximo de absorção, segundo Rio (1996).

De acordo com Marcucci (1998), o cloreto de alumínio tem sido utilizado como um reagente de desvios em espectrometria UV-visível de flavonoides, dessa forma, o seu emprego na quantificação de flavonoides impossibilita a interferência por parte de ácidos fenólicos existentes em fragmentos de própolis, o que é bastante constante em proporções até maiores do que a dos próprios flavonoides.

Segundo Wollenweber (1994), o método utilizado para a quantificação de flavonoides totais baseia-se na propriedade do cátion alumínio de formar complexos estáveis com flavonoides, ocorrendo, na análise espectrofotométrica, um deslocamento para maiores comprimentos de onda e uma intensificação de suas absorções. Na Tabela 2, observa-se que as 4 amostras, sendo duas de 2016 e duas de 2017, apresentaram teores adequados de acordo com o Ministério da Agricultura (Brasil, 2001), pois os valores são superiores a 0,5%.

Os teores de fenóis totais identificados nas amostras 1, 2, 3 e 4 na Tabela 2 não atendem à condição mínima estabelecida pelo Ministério da Agricultura, que é de 5%. Todos os valores são inferiores ao requisito, sendo eles: 4,1; 4,89; 4,35; 2,85.

Kumazawa *et al.* (2004) compararam os teores de substâncias fenólicas de própolis de distintas origens geográficas (África do Sul, Argentina, Austrália, Brasil, Bulgária, Chile, China, Estados Unidos, Hungria, Nova Zelândia, Tailândia, Ucrânia, Uruguai, Uzbequistão) por método espectrofotométrico, tendo a própolis brasileira exibido teor aproximadamente 50% inferior a das demais amostras. Esta ficou acima somente daquelas oriundas da África do Sul e da Tailândia. Esses resultados sugerem que o valor terapêutico da própolis brasileira estaria, em sua composição, singularizado em resultados de substâncias fenólicas.

Consoante aos dados percorridos acerca das análises físico-químicas, é possível afirmar que os extratos analisados, sendo eles de 2016 e de 2017, são de boa qualidade, pois alcançaram com êxito as normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura (exceto no que diz respeito à “teor de fenóis”). Depreende-se que, mesmo com a presença de desconformidade dos valores das amostras 1, 2, 3 e 4 no parâmetro de teor de fenóis, as demais amostras não apresentaram valores com grande distância entre si em relação aos parâmetros avaliados. É importante ressaltar que mesmo os extratos sendo de anos diferentes, 2016 e 2017, não houve diferença significativa entre os resultados das análises feitas. Embora um parâmetro não se adequasse ao padrão estabelecido pela Legislação vigente, ambos extratos obtiveram êxito.

CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste trabalho sugerem que ambas própolis analisadas são de boa qualidade, pois atenderam aos requisitos do Ministério da Agricultura (exceto no que se refere aos teores de fenóis totais, pois não atenderam à condição mínima estabelecida), porém, a própolis de 2017, a fresca, dispõe valores um pouco melhores do que a congelada. Destarte, a finalidade do trabalho foi alcançada, em razão de que as análises realizadas com os dois extratos apresentaram suas desigualdades e conformidades, além de constatar que os valores não são distantes. Conclui-se, assim, que ambas as própolis (congelada e fresca) se exibem dentro da legislação, com poucas distinções entre elas.

REFERÊNCIAS

BARRETO, J. J. **Pau dos Ferros: história, tradição e realidade.** Mimeo, 1987.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. (2001). **Instrução Normativa n. 3**, de 19 de janeiro de 2001. Regulamento técnico para fixação de sentidade e qualidade de própolis.

BREYER, H.F.E. 1995. Aspectos de produção, coleta, limpeza, classificação e acondicionamento de própolis bruta de abelhas *Apis mellifera*. In: Simpósio estadual de apicultura do paraná e VII exposi o de equipamentos e materiais apícolas. Prudentópolis. **Anais...** Prudentópolis. 1995. 143 p.

BORGES, E. C.; SILVA, L. C. da; ALENCAR, S. M.; AGUIAR, C. L. Caracteriza o química de extratos etanólicos de própolis com atividade inibitória do crescimento de estafilococos isolados de mastite bovina. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 1-14, 15 jan. 2014. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/s1981-36862014000100001>. Acesso em: 21 de maio de 2024.

CASTRO, R. N.; SALGUEIRO, F. B. Compara o entre a composi o química e capacidade antioxidante de diferentes extratos de própolis verde. **Química Nova**, [S.l.], v. 10, n. 39, p. 1192-1199,

1 ago. 2016. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Disponível em: <https://s3.sa-east-1.amazonaws.com/static/sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/AR20160202.pdf>. Acesso em: 18 set. 2023.

COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. **Apicultura**: Manejo e Produtos. 3. ed. Piracicaba: Funep, 2006.

GHISALBERTI, E. L. Propolis: a review. **Bee World**, v. 60, p. 59-84, 1979.

KUMAZAWA, S.; HAMASAKA, T.; NAKAYAMA, T. Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. **Food Chemistry**, v. 84, p. 329-339, 2004.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil de seu município**: Pau dos Ferros. Natal, 2008. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013919.PDF>. Acesso em: 10 dez. 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008.

MAGALHÃES T. V.; LOTT R. F. E.; DEL CARRATORE, C. R. Análise da ação antibacteriana da própolis e padronização de volumes por meio de antibiograma. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 15, n. 2, p. 79-79, 11 dez. 2017.

MARCUCCI, M. C.; WOISKY, R. G.; SALATINO, A. Uso de cloreto de alumínio na quantificação de flavonóides em amostras de própolis. **Mensagem doce**, v. 46, n. 3, p. 234-239, 1998.

RIO, R. G. W. (1996). **Métodos de controle químico de amostras de própolis**. 1996. 81 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Fármaco e Medicamentos, Universidade de São Paulo Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, 1996.

TIEMI INOUE, H.; DE SOUSA, E. A.; OLIVEIRA ORSI, R.; CUNHA FUNARI, S. R.; CARELLI BARRETO, L. M. R.; SILVA DIB, A. P. da. Propolis production by differents methods. Arch. Latinoam. **Prod. Anim.**, v. 15, n. 2, p. 65-69, 2007.

WOLLENWEBER, E.; JAY, M. The Flavonoids, Advances in Research since 1980. **Chap**, v. 7, p. 292-294, 1994.

CAPÍTULO

11

A influência do aumento da temperatura na descrystalização do mel de abelhas (*Apis mellifera*) através de uma máquina artesanal utilizando parâmetros de cor, acidez, pH, umidade e HMF (Hidroximetilfurfural)

FELIPE AUGUSTO FERNANDES DUARTE

LUCIENE XAVIER DE MESQUITA-CARVALHO

TIAGO BALACO BORRAJO

LEONARDO EMMANUEL FERNANDES DE CARVALHO

INTRODUÇÃO

O mel produzido pela abelha *Apis mellifera* é dos produtos apícolas mais consumidos pela população, sendo também o mais conhecido e valorizado. Sua elaboração é feita a partir do néctar das flores, que após colhido pelas abelhas, passa por dois processos básicos, um físico e um químico: o físico consiste na retirada de parte da água e o químico na adição de enzimas (Albuquerque; Elizangela Sobrinho; Lins, 2021; Komatsu; Marchini; Moreti, 2002).

Além de ser considerado um dos produtos mais puros da natureza, o mel é muito conhecido pelo seu alto potencial energético e pelo seu sabor característico. É também um dos produtos de maior valor para o apicultor, pois é o mais vendido e é o que gera maior renda (Sorbo; Broetto, 2019; Araújo; Silva; Sousa, 2006).

Para analisar a qualidade do mel, a Instrução Normativa 11 de 20 de outubro de 2000, vigente em nosso país, segue uma série de análises físico-químicas e sensoriais. As análises sensoriais são feitas a partir dos parâmetros de cor, sabor, aroma e de consistência. Já as físico-químicas são subdivididas em critérios de maturidade (umidade, açúcares redutores, sacarose aparente), pureza (cinzas, sólidos insolúveis e pólen) e deterioração (Fermentação, HMF- Hidroximetilfurfural, atividade diastásica e acidez), como pode ser observado na tabela 1 (Brasil, 2000).

Ainda de acordo com a Instrução Normativa 11, o mel poderá ser classificado pelo seu procedimento de obtenção, sendo que o mel do favo poderá apresentar-se em estado líquido, cristalizado ou parcialmente cristalizado (Brasil, 2000). Como nos mostra a Tabela 1, a legislação segue uma série de parâmetros, estabelecendo um padrão para a aceitação.

O parâmetro de pH não foi estipulado na instrução de 2000. Diante disso, utilizamos a Instrução Normativa 6 de 25 de julho de 1985 que previu uma média entre 3,3 a 4,6 (Brasil, 1985).

Tabela 1 – parâmetros estabelecidos pelas Legislações Brasileiras para análises físico-químicos e sensoriais

Análises	Limite
Acidez (meq.kg-1)	50 meq.kg-1
pH*	Média 3,3 – 4,6
Umidade (%)	Máximo 20 %
HMF (mg.kg-1)	Máximo 60 mg.kg-1
Cor (mm Pfund)	âmbar claríssimo a âmbar escuro

Fonte: Brasil (2000); *Brasil (1985).

No critério de cor, como nos mostra a Tabela 2, o mel pode variar de âmbar claríssimo até âmbar escuro, sendo que o parâmetro de maior aceitação encontra-se no âmbar claro, que varia de 50 a 85 na escala mm Pfund (Marchini *et al.*, 2004).

Tabela 2 – classificação da cor do mel segundo Pfund

COR	Escala de Pfund (mm)
Branco d'água ou Âmbar claríssimo:	1 a 8
Extra-Branco	Mais de 8 a 17
Branco	Mais de 17 a 34
Extra âmbar claro	Mais de 34 a 50
Âmbar claro	Mais de 50 a 85
Âmbar	Mais de 85 a 114
Âmbar escuro	Mais de 114

Fonte: Marchini *et al.* (2004).

O mel é composto, basicamente, por dois tipos de monossacarídeos: a glicose e a frutose. O monossacarídeo da frutose está relacionado à doçura do mel e o da glicose com a solubilidade. É preciso um equilíbrio entre essas duas moléculas para que o mel não se acometa de problemas indesejados. A cristalização é um desses, que acontece diante do elevado índice de glicose, sendo superior ao de frutose, pois a molécula de glicose necessita de uma ligação com 5 moléculas de água para se dissolver e, se isso não acontecer, ocorrerá a granulação do produto (Moreira; Maria, 2001; Puścion-Jakubik; Borawska; Socha, 2020).

O processo de cristalização do mel é um procedimento natural que acontece somente em méis puros sem nenhuma alteração. A cristalização consiste nas ligações que a molécula de glicose faz com as moléculas de água, deixando o mel com um aspecto granulado e mais pastoso. Sua origem pode estar relacionada a diversos fatores, como espécie botânica, umidade e temperatura do ambiente de armazenamento (Venturini; Sarcinelli; Silva, 2007; Mendonça; Liberato, 2021).

Explicando melhor esse processo de cristalização, primeiramente ocorre a separação da glicose das moléculas de água, ou seja, esse processo está voltado à taxa de glicose versus a quantidade de água. Um mel não cristalizado caracteriza-se por uma molécula de glicose ligada a cinco moléculas de água, já o mel cristalizado percebe-se por a glicose estar ligada apenas a uma molécula de água. Sendo assim, quanto mais alta a concentração de glicose e sua fraca ligação com as moléculas de água, mais rápida se dará essa cristalização e o inverso é possível de acontecer, ou seja, quanto maior o teor de água, maior será o poder de dissolução dessa glicose e mais lento será o processo de cristalização (Amariei; Norocel; Scripcă, 2020; Neto, 2005).

Após a cristalização, o mel de abelhas continua com as mesmas propriedades de quando estava líquido, não se alterando nenhum fator de qualidade. Mas, a maioria das pessoas desconfiam do mel cristalizado, afirmando que o mesmo foi alterado quimicamente e que não é puro, entretanto, desconhecem que essa crença é equivocada. Diante desse senso comum, a comercialização do mel cristalizado é logo afetada, justificando assim, o investimento em equipamentos para reverter esse processo sem ocasionar danos (Zamberlan; Santos, 2010).

O único meio para descrystalizar o produto é com o auxílio de calor. Condição essa que faz com que os apicultores utilizem calor solar como alternativa para descrystalização, colocando o mel diretamente em contato com os raios solares sem que haja nenhum controle do tempo e temperatura, podendo causar danos irreversíveis, tornando-o impróprio para consumo e depreciando características sensoriais. Outra forma bastante utilizada por eles é colocar a solução em banho-maria e, novamente, se não houver o cuidado necessário, eles podem estar danificando seu produto de forma irreparável (Neto, 2005).

As descrystalizadoras oferecidas pelo mercado são cada vez mais de uso restrito aos grandes apicultores. Com seus altos valores, torna-se impossível o acesso aos iniciantes e pequenos, o que os leva a utilizar os métodos errôneo citados anteriormente. A descrystalizadora que utilizamos neste estudo visa ser uma alternativa para esse problema, oferecendo um equipamento de baixo custo, acessível e de bom funcionamento.

O presente trabalho tem como objetivo analisar físico-quimicamente o mel descrystalizado por uma máquina descrystalizadora artesanal produzida com lâmpadas halogênicas. Foi feita a comparação com os parâmetros de avaliação como cor, umidade,

pH, acidez e hidroximetilfurfural (HMF) para identificar as qualidades de um mel que são estabelecidas pela Legislação Brasileira.

METODOLOGIA

Todos os procedimentos (cristalização do mel de abelhas, descristalização e análise físico-química) ocorreram no Laboratório de Análise de Físico-química de Produtos Apícolas e Geleia Real do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, campus Pau dos Ferros. Todas as análises foram realizadas em triplicatas, como é recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz, pois deve-se retirar “...partes representativas dela e em quantidade suficiente para análise em triplicata e eventuais repetições do ensaio...” (Zenebon; Pascuet; Tiglea, 2008, p. 86-85).

Equipamento utilizado

A máquina utilizada para a descristalização dos méis foi confeccionada de maneira artesanal durante a execução do projeto de pesquisa intitulado “Produção de um descristalizador de mel de abelhas: buscando baixo custo na sua confecção e garantia da identidade e qualidade do mel de abelhas”, que faz parte do Edital nº 01/2018 (PROPI/RE/IFRN - Desenvolvimento de Projetos de Pesquisa e Inovação) no IFRN, campus Pau dos Ferros. Para sua confecção, foi utilizada uma caixa térmica de uso alimentício, revestida interiormente com um tecido de couro de perneiras, comumente utilizadas como EPI por soldados (Alves, 2013). A fonte de calor do equipamento provinha de 4 lâmpadas alógenas de 45 watts de potência, distribuídas igualmente no interior da máquina, de forma que ajudasse na distribuição do aquecimento (Figura 1).



Figura 1 – máquina artesanal com as lâmpadas ligadas

Fonte: elaboração própria.

Obtenção das amostras

As amostras de méis foram divididas em 5 potes de vidro (em triplicatas), cada recipiente ficou com o total de 170 g do produto (Figura 2). No primeiro pote, foi reservado uma amostra de mel, a qual não passou por nenhum tipo de procedimento para acelerar a cristalização, sendo esse o controle. Os outros potes foram acometidos a uma cristalização forçada e depois foram descristalizados na máquina artesanal, com uma variação no número de lâmpadas ligadas.



Figura 2 – dois dos cinco potes com as amostras de méis após a descristalização

Fonte: elaboração própria.

Utilizou-se, ainda, o mel puro com sinais de cristalização natural sem cristalização forçada, o qual não passou por método de descristalização na máquina para, posteriormente, ser possível comparar os seus resultados com os demais méis descristalizados no calor da máquina.

Cristalização do mel

Para a cristalização do mel antes do procedimento, foi utilizado um refrigerador, no qual o produto ficou submetido a baixas temperaturas durante 30 dias. O mel foi cristalizado de forma uniforme. Após a sua granulação, ele foi dividido nos potes de forma que ficasse igualmente cristalizado.

Descristalização do mel

No trabalho, foi utilizada somente a máquina artesanal para realizar a descristalização do mel. Os potes com os méis cristalizados foram colocados dentro do equipamento, utilizando um número diferente de lâmpadas ligadas para cada amostra. Após o início do processo, o mel que estava no interior do equipamento era verificado a cada 15 minutos, que foi o tempo determinado pelo autor para analisar se a descristalização já havia sido concluída. Porém, ao se aproximar o término do processo, passou-se a verificar com uma maior frequência, sem registrar o tempo. Com a dissolução de todos os cristais da amostra, era medida a temperatura do mel com dois termômetros, um de mercúrio e um digital, para uma maior certificação. Os resultados da temperatura do mel para cada lâmpada eram anotados.

Análises físico-químicas

Para avaliar a eficiência do processo de descristalização por uso de lâmpadas halogênicas, realizou-se testes de análise físico-química com uma alíquota de mel cristalizado (amostra P), por conseguinte, com as quatro amostras descristalizadas com uma lâmpada (amostra A), duas lâmpadas (amostra B), três lâmpadas (amostra C) e quatro lâmpadas (amostra D).

Todas as metodologias de análises são adaptações do modelo de métodos de Marchini *et al.* (2004).

A análise de umidade foi realizada a partir de um equipamento digital: o refratômetro *Pocket refractometer* PAL-22s da Atago. O procedimento se deu com o despejamento de uma pequena quantidade de mel sobre o prisma do aparelho e, a partir do comando (*start*), era realizada a leitura do teor de umidade de cada amostra no visor do equipamento e o resultado era obtido em porcentagem.

Para a análise de acidez, medimos 10 g de cada amostra em triplicata e dissolvemos em 80 ml de água destilada. Após isso, transferimos a amostra para um Erlenmeyer de 250 ml, acrescentamos 1 ml de fenolftaleína e marcamos o quanto ele gastaria de hidróxido de sódio até fazer a viragem de cor. Em seguida, utilizamos a seguinte fórmula para o cálculo:

$$\text{Acidez} = \text{Volume gasto (ml)} \times \text{Massa do mel (g)} \times \text{Fator de correção do Hidróxido de sódio.} \quad (1)$$

Em que: Valor gasto (ml) = o total de hidróxido de sódio que foi gasto para a viragem de cor;

Massa do mel (g) = o peso do mel que foi utilizado para a análise;

Fator de correção do Hidróxido de Sódio = fator de correção do produto.

O índice de pH foi medido a partir de um pHmetro com modelo mPA-210. Foi dissolvido 10 g de mel de cada amostra

em 80 ml de água, após isso, foi mergulhado o eletrodo na solução de água e mel, 2 minutos depois, foi realizada a leitura no visor do equipamento.

Para a análise de cor, foi utilizado o espectrofotômetro *Honey color Photometer* com escala de zero a 150 mm Pfund da marca HANNA. Antes de tudo, foi necessário calibrá-lo com o uso de glicerina para não acontecer nenhuma alteração. Os méis foram colocados em cubetas de vidros e, logo após, inseridos dentro do equipamento para a leitura, o qual mostrou os resultados na escala Pfund.

Para o teor de HMF, foi separado 5 g de cada amostra em triplicata. A seguir, foram dissolvidas e transferidas para um balão volumétrico de 50 ml. Após a homogeneização, foi adicionado 1 ml da solução CARREZ I e 1 ml da solução CARREZ II e deixou-se descansar por alguns minutos. Depois que a mistura foi filtrada com o auxílio de uma bomba a vácuo e foram desprezados os primeiros 10 ml, cada amostra foi transferida para dois tubos de ensaio, nos quais em um ficou contida somente a amostra pura e no outro foi adicionado bissulfito de sódio a 0,2%. Em seguida, as amostras foram levadas para um espectrofotômetro com modelo *Agilent technologies Cary 60 UV-Vis* para medir sua absorbância nos comprimentos de onda de 284 e 336 nm, utilizando luz ultra-violeta, no qual as amostras foram colocadas dentro de uma cubeta de quartz para auxiliar na leitura. Após as leituras, foi utilizada a seguinte fórmula para o resultado final:

$$\text{Mg de HMF/100g de mel} = \frac{(A_{284} - A_{336}) \times 14,97 \times 5}{\text{Peso da amostra (g)}} \quad (2)$$

Em que: A_{284} = absorvância em 284 nm;

A_{336} = absorvância em 336 nm;

Fator: $14,97 = (126/16,830) \times (1000 \times 100) \times (100 \times 5)$;

126 g mol^{-1} = massa molar do HMF;

$16,830$ = absorvidade molar do HMF em 284 nm;

1000 = mg/g;

10 = centrilitros/L;

100 = Porcentagem de HMF;

5 = Massa teórica da amostra.

Análise estatística dos dados

Para a análise estatística dos dados, foi aplicado o Delineamento Inteiramente Casualizado com o teste de médias pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, pelo programa ASSISTAT 7.7 (CCT/UFPPB).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todos os seguintes testes tiveram as suas médias comparadas pelo teste Tukey no nível de 5% de probabilidade. As amostras P, A, B, C, e D correspondem respectivamente ao mel puro, o descristalizado com uma lâmpada, o com duas, três e quatro lâmpadas.

É possível notar, na tabela 3, o tempo que cada amostra levou até chegar a sua completa descristalização. Outro fato relevante é a temperatura final de cada mel e a variância, se comparado amostra por amostra.

Tabela 3 – temperatura inicial de cada amostra, o tempo gasto para a descristalização total e a temperatura final

	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Amostra D
Temperatura Inicial:	9,7 °C	29,7 °C	29,7 °C	29,7 °C
Tempo:	4 h. e 28 min.	2 h. e 1 min.	1 h. e 7 min.	56 min. e 47 s
Temperatura Final:	70 °C	87 °C	75 °C	79 °C

*Amostra A- 1 lâmpada; Amostra B- 2 lâmpadas; Amostra C- 3 lâmpadas e Amostra D- 4 lâmpadas.

Fonte: elaboração própria.

Ao observar a tabela 3, pode-se constatar que a amostra B alcançou maior temperatura quando comparada com as demais e o tempo de descristalização mediano, se comparado com a amostra A. Ao descristalizar as amostras de mel, eram esperadas algumas alterações em nossos produtos, pois o aquecimento ocasiona alterações físico-químicas no mel (Komatsu; Marchini; Moreti, 2002). Essas informações serão comprovadas ao analisar os resultados adquiridos nas análises físico-químicas dos méis após aquecimento, que estão dispostos na tabela abaixo (Tabela 4).

Tabela 4 – resultados da análise físico-química (pH, acidez, HMF (hidroximetilfurfural), cor e umidade), médias e desvio padrão das quatro amostras de méis descristalizadas por um descristalizado artesanal e comparados com mel cristalizado, respectivamente

Análises	Amostra P	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Amostra D
Cor(mmPfund)	51,67 + 1,24a	63,67 + 0,47b	62 + 0b	56 + 0a	54 + 1,41 ^a
Acidez (meq.kg-1)	24,54+2,61a	21,49+ 5,23 ^a	24,57 + 2,63a	22,32+ 0,49a	26,63+ 1,58 ^a
pH	3,61+ 0,02a	3,63+ 0,01 ^a	3,68 + 0,08a	3,64+ 0,03a	3,72+ 0,17 ^a
Umidade (%)	15,1+ 1,25a	14,73+ 0,15a	13,27+ 0,98ac	12,1+ 0,43bc	14,57+ 0,15 ^a
HMF (mg.kg-1)	12,66+ 2,34a	17,6+ 5,34a	16,39+ 3,67a	19,86+ 2,32a	17,91+ 4,12a

*Médias na mesma linha, com a mesma letra, não são significativamente diferentes no nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

*Amostra P – Mel cristalizado; Amostra A- 1 lâmpada; Amostra B- 2 lâmpadas; Amostra C- 3 lâmpadas e Amostra D- 4 lâmpadas.

Fonte: elaboração própria.

Conforme a tabela 4, constatou-se que as amostras A e B permanecem na cor âmbar claro, com valores de 63,67 mm-Pfund para amostra A, que foi exposta ao procedimento pela menor temperatura (70 °C) e pela maior duração de tempo (4h e 28min) e a amostra B com 62 mmPfund, que foi exposta a temperatura de 87 °C e pela duração de tempo 2 horas e 1 minuto. Esses dados diferem significativamente quando comparados com a amostra padrão (Amostra P), por apresentar a tonalidade de 51,67 mmPfund (amostra ainda cristalizada por processo natural), mesmo que na classificação de cores ainda se caracteriza como âmbar claro, mas as amostras A e B possuem o complicante de ultrapassar o limite de 60 mmPfund, valor limite desejado pelo mercado consumidor (Moreti *et al.*,

2006). As amostras C e D, mesmo dispostas à descristalização com menor duração de tempo, em que a amostra C chegou a 75 °C em 1 hora e 7 minutos e a amostra D a 79 °C em 56 minutos e 47 segundos, não sofreram mudanças em sua coloração, permanecendo com a cor inicial âmbar claro. Além disso, estatisticamente não diferem da amostra padrão, fato importante, pois a coloração clara é mais aceita no mercado mundial e na escala de 60mmPfund, propiciando assim, maior preço na hora da venda (Moreti *et al.*, 2006; Correia, 2008). Tais informações mostram que a máquina utilizada não afetou drasticamente os produtos, mantendo ainda sua coloração desejada pelo mercado, que é o âmbar claro, e levando à descristalização do produto sem ocasionar o escurecimento.

Ao analisar os resultados da acidez dos méis na tabela 1, foi constatado que a amostra D foi mais afetada, chegando a um percentual de 26,63 meq.kg⁻¹. E ao comparar com a amostra do mel puro (amostra P), é visível que houve uma diminuição nas amostras A e C, já a amostra B se manteve quase intacta. Segundo a Instrução Normativa de nosso país, é permitido a comercialização de mel com até 50 meq.kg⁻¹ (Brasil, 2000), o que nos mostra que, em questão de acidez, o nosso mel está apto para o consumo e para a comercialização. É importante ressaltar que a acidez do mel desempenha um papel crucial na conservação do produto. Espera-se que, com a diminuição da umidade, haja uma redução na acidez do mel. A acidez é gerada pela enzima Glicose-oxidase, que atua nas moléculas de glicose, formando o ácido glucônico. Além disso, é importante considerar que o aumento da temperatura pode influenciar diretamente na acidez do mel, podendo afetar sua qualidade e durabilidade. Portanto, é essencial monitorar e controlar es-

ses fatores para garantir a integridade e segurança do produto (Alves *et al.*, 2005).

O pH, durante o processo de descristalização, não sofreu grandes variações, permanecendo estatisticamente não significativo. O pH encontrado no mel é importante, pois ele influencia na velocidade da formação de HMF (Marchini *et al.*, 2000). Não existe uma padronização na legislação nacional ou internacional a respeito do índice permitido de pH nos méis comercializados. Em suas análises, Marchini *et al.* (2000) encontraram uma média de 3,27; Meireles e Cançado (2013) encontraram o pH a 3,35 e Rodrigues *et al.* (2005) encontraram o índice de pH em média de 3,85. Ao verificar os nossos resultados com o dos outros autores, percebemos uma grande semelhança entre eles.

As umidades na pesquisa mostraram-se com diferença estatística no nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey, de acordo com a Tabela 4. Segundo o Ministério da Agricultura (Brasil, 2000), o grau de umidade permitido no mel de nosso país é de no máximo 20%. Com o processo de aquecimento das amostras, notou-se que o índice de umidade diminuiu. Visto que o mel puro já estava dentro da média com 15,1%, houve um pequeno decréscimo nas amostras A e D e uma notória diminuição nas amostras B e C, sendo essa última mais baixa. Contudo, foi observado que nenhuma das amostras ultrapassou o permitido pela legislação. Os méis que contém um elevado índice de umidade estão propícios a facilitar o desenvolvimento indesejável de microrganismos e a sua fermentação (Bera; Almeida-Muradian, 2007).

Na composição química do mel, há uma ligação entre as moléculas de água com as de açúcar, ocasionada pelas pontes de hidrogênio. Ao mudar o estado físico do produto, suas pro-

priedades químicas também são modificadas. No caso do mel, ao se encontrar líquido, as moléculas de glicose ficam ligadas a cinco moléculas de água. No cristalizado, a glicose se liga apenas com uma molécula de água (Kuroishi *et al.*, 2012). Esse fato pode estar diretamente ligado com o teor de umidade do mel, principalmente quando se refere à diminuição desse fator. Ao comparar o mel descristalizado com o puro, percebemos que, para voltar ao estado líquido, foi necessário que o teor de umidade diminuísse.

Como nos informa Koach (2015, p.14): “O HMF (Hidroxi-metilfurflural) é um derivado químico de açúcares que aparece no mel a partir do envelhecimento e aquecimento, provocando a produção de uma camada superficial líquida e escurecida no mel”.

Quando analisou-se o índice de HMF das amostras submetidas na experimentação, o grau presente na amostra P, que é de 12,66 mg.kg⁻¹, esclarece que o mel, quando produzido pelas abelhas, já tem um baixo teor de HMF (Koach, 2015). A amostra com maior índice de HMF foi a amostra C com 19,86 mg.kg⁻¹. O fato se explica pela elevada temperatura a qual o mel chegou (75 °C) no período de 1 hora e 7 minutos, que foi o tempo necessário para sua descristalização. As amostras medianas foram a A e D com um teor de aproximadamente 17 mg.kg⁻¹; na amostra D, o fato que ocasionou essa elevação foi o elevado índice de calor que descristalizou o produto em 58 minutos; na amostra A, foi o grande espaço de tempo de 4 horas e 28 minutos que ela ficou exposta ao calor. A de menor índice foi a B, chegando somente a 16 mg.kg⁻¹.

A elevação nos índices de HMF também foi observada por Marchini *et al.* (2000), os quais utilizaram três fontes de calor

para descristalizar o mel: o microondas, o banho-maria e o Sol. Nesse trabalho, após o aquecimento, também foi notado um aumento no índice de HMF, mas, assim como no nosso trabalho, não ultrapassou o permitido pela Legislação Brasileira que é de 60 mg.kg⁻¹ (Brasil, 2000).

CONCLUSÃO

Todos os parâmetros analisados ficaram dentro do estabelecido na legislação brasileira. Foi possível verificar que a descristalização com lâmpadas halogênicas é físico-quimicamente viável, pois é possível realizar o processo sem acarretar grandes mudanças nos produtos. Sugerimos como pesquisas futuras realizar análises de atividade de água e da atividade diastásica que irão avaliar a identidade e a qualidade do mel por meio da água e das enzimas, respectivamente, fatores que são influenciados pela exposição a temperaturas superiores a 400C. Além disso, sugerimos avaliar qual disposição de lâmpadas no equipamento possui maior viabilidade econômica. Por fim, é possível julgar que a amostra D teve maior destaque pois, os critérios de cor, HMF e umidade foram os melhores alcançados no processo de descristalização.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. C. G.; ELIZANGELA SOBRINHO, M.; LINS, T. C. de L. Análise da qualidade do mel de abelha comercializado com e sem inspeção na região de Brasília - DF, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, [S.l.], v. 42, n. 1, p. 71-80, 2 fev. 2021.

ALVES, R. M. de O. *et al.* **Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia smith* (hymenoptera: apidae)**. 2004. 7 p. Artigo (Ciências Agrárias) – Escola de Agronomia da UFBA, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2005. 1.

ALVES, T. C. **Manual de equipamento de proteção individual**. 111. ed. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2013. 28 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/975090/1/Documentos111.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2024.

AMARIEI, S.; NOROCEL, L.; SCRIPCă, L. A. An innovative method for preventing honey crystallization. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, [S.l.], v. 66, p. 1-21, dez. 2020.

ARAÚJO, D.R.; SILVA, R.H.D.; SOUZA, G.S. Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 51- 55, set. 2006.

BERA, A.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. de. Propriedades físico-químicas de amostras comerciais de mel com própolis do estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.l.], v. 27, n. 1, p. 49-52, mar. 2007.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 11**, de 20 de outubro de 2000, Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 6**, de 25 de julho de 1985, Secretaria de inspeção de produto animal.

CORREIA, D. M. M. **Análise de Sulfonamidas no Mel: Validação e Otimização de um Método de HPLC-Fluorescência**. 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Grau de Mestre em Qualidade e Segurança Alimentar, Dissertação Apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, 2008.

KOACH, J. C. **Qualidade do mel e seu beneficiamento**. 2015. 41 f. Tese (Doutorado) – Curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

KOMATSU, S.S.; MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C. Análises físico-químicas de amostras de méis de flores silvestres, de eucalipto e de laranjeira, produzidos por *Apis mellifera L.*, 1758 (hymenoptera, apidae) no estado de São Paulo. 2. Conteúdo de açúcares e de proteína, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p.143-146, 2002.

KUROISHI, A. M. *et al.* Avaliação da cristalização de mel utilizando parâmetros de cor e atividade de água. **Brazilian Journal of food technology**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 84-91, jan. 2012.

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; MORETI, A. C. C. C. **Mel brasileiro: Composição e Normas**. Ribeirão Preto-SP: A. S. Pinto, 2004. 111 p.

MARCHINI, L. C.; RODRIGUES, A. C. L.; MORETI, A. C. de C. C. HMF (Hidroximetilfurfural) e a diastase de méis submetidos a dissolução de cristais por aquecimento. **Boletim de Indústria Animal**. Nova Odessa, v. 57, n. 1, p. 85-91, 2000.

MENDONÇA, L. R. O.; LIBERATO, M. da C. T. C. Análise físico-química e biológica dos méis de abelha *Apis mellifera L.* de diferentes floradas e produção de hidromel em escala laboratorial. *In*: LIBERATO, M. da C. T. C. (org.). **Produção Acadêmica do Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia da Universidade Estadual do Ceará**. Belo Horizonte: Poisson, 2021. p. 1-31.

MEIRELES, S.; CANÇADO, I. A. C. Mel: parâmetros de qualidade e suas implicações para a saúde. **SynThesis Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v. 4, n. 4, p. 207-219, abr. 2013.

MORETI, A. C. de C. C. *et al.* Cor de amostras de mel de *Apis mellifera L.* de diferentes estados brasileiros. **Boletim Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 63, n. 3, p.159-164, nov. 2006.

MOREIRA, R. F. A.; MARIA, C. A. B. de. Glicídios no Mel. **Quim. Nova**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 4, p. 516-525, jan. 2001.

NETO, J. R. P. **Utilização do geoprocessamento para verificar a existência de áreas de conflito entre apiários.** 2005. 24 f. Monografia (Curso de Especialização em Geoprocessamento) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2005.

PUSCION-JAKUBIK, A.; BORAWSKA, M. H.; SOCHA, K. Modern Methods for Assessing the Quality of Bee Honey and Botanical Origin Identification. **Foods**, [S.l.], v. 9, n. 8, p. 1-21, 31 jul. 2020.

RODRIGUES, A. E. *et al.* Análise físicoquímica dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melípona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1166-1171, set./out. 2005.

SORBO, A.; BROETTO, F. Caracterização dos antioxidantes em cervejas tipo pilsen suplementadas com polpa de maracujá. **Energia na Agricultura**, [S.l.], v. 34, n. 3, p. 441-446, 23 set. 2019.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. D. (2007). **Características do mel.** Vitória: UFES, p. 1-8.

PINHEIRO, M.; REIS FILHO, R. R. Soldagem industrial: tipos, aplicações e inovações tecnológicas para produtos mais eficientes. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 666-677, 2023.

SOUZA, A. L. L. de; GOMES, A. M.; BRUM, D. de Q. Análise do processo produtivo de carrinhos de supermercado/Analysis of the production process of supermarket trolleys. **Brazilian**

Journal of Development, [S. l.], v. 4, n. 5, p. 1718-1733, 2018. DOI: 10.34117/bjdv4n5-208. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/208>. Acesso em: 12 jun. 2024.

ZAMBERLAN, L.; SANTOS, D. M. dos. **O comportamento do consumidor de Mel**: Um estudo exploratório. 2010. 21 p. Artigo (Agronomia) – Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai - IDEAU, [S.l.], 2010. 5.

ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Org.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analise_de_alimentos_ial_2008.pdf. Acesso em: 28 nov. 2018.

CAPÍTULO 12

Produção de um descristalizador
de mel de abelhas *Apis mellifera*:
buscando baixo custo na sua
confeccção e garantia da entidade e
qualidade do mel de abelhas

JOÃO GUILHERME FIGUEIREDO SOUZA
PÂMELA VALÉRIA COSTA ALVES
LUCIENE XAVIER DE MESQUITA-CARVALHO
TIAGO BALACO BORRAJO
LEONARDO EMMANUEL FERNANDES DE CARVALHO

INTRODUÇÃO

O mel é definido como um alimento açucarado fabricado pelas abelhas produtoras de mel, para qual elas utilizam o néctar e outras secreções das plantas, as quais esses animais irão coletar, adicionar enzimas, depositar nos favos, realizar a redução da umidade e pervencer os favos da colmeia (Brasil, 2000; Marchini; Moret; Otsuk, 2005).

Podendo ser considerado uma fonte alimentícia nutritiva e saudável, suas propriedades estão associadas à sua composição que depende exclusivamente da florada, do método de extração e do seu processamento (Finco; Moura; Silva, 2010). Além de ser usado como adoçante natural, o mel pode ser também um potencial terapêutico com ações imunológicas e antibacterianas (Escobar; Xavier, 2013).

Esses benefícios proporcionados são explicados pela sua composição: estão presentes açúcares como glicose e frutose, além de hidratos de carbono, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, substâncias aromáticas, pigmentos e grãos de pólen. É importante ter conhecimento da qualidade do mel que consumimos, para isso, deve-se realizar um estudo do mel e suas análises físico-químicas e sensoriais, pois o mesmo possui parâmetros a serem seguidos de acordo com a Legislação Brasileira. São eles: a cor (0 (incolor) a 150 mm Pfund (pardo escuro)), aroma e sabor (característicos com a sua origem), consistência (variável de acordo com o estado físico em que o mel se apresenta), fermentação (o mel não deve ter indícios de fermentação) e HMF (Hidroximetilfurfural, que é permitido no máximo 60 mg/kg) (Brasil, 2000).

Os méis são diferentes sensorialmente e físico-quimicamente devido a diversos fatores, como vegetais diferentes, que possuem néctar e pólen com substâncias variadas, solo, clima e o tipo de abelha responsável pela produção, contribuindo com diferentes enzimas. Em decorrência desses motivos, o mel apresentará textura, sabor, odor e cor diferentes (Rezende, 2015).

Os méis são riquíssimos em açúcares, sendo de 70-80% compostos por esses e contendo de 10 a 20% de água. Essa quantidade elevada de açúcar em relação à de água irá influenciar em uma característica física do mel chamada viscosidade, que exerce influência direta na característica sensorial de textura ou granulidade do mel. Essa propriedade é influenciada por fatores tais como a temperatura de armazenamento, composição química no quesito relação de glicose, teor de água e a quantidade e tamanho de cristais de açúcares (Bogdanov *et al.*, 2008).

Os méis, quando expostos a baixas temperaturas, podem sofrer o processo de cristalização. Nesse processo natural, ocorre a solidificação do mel por efeito da cristalização dos açúcares ali contidos (Brasil, 2000). Visto que o mel contém em sua composição açúcares como glicose e frutose, esses encontram-se associados à 5 moléculas de água, porém no momento de solidificação, ambos açúcares se dissociam dessas moléculas, ficando ligados a apenas uma molécula de água, essencialmente a glicose, por ser menos solúvel (Kuroishi *et al.*, 2012).

A cristalização é uma garantia do estado de pureza do mel (Alvim, 2004). Entretanto, por ser um alimento natural, nutritivo e o produto mais consumido das abelhas, torna-se facilmente alvo de adulterações, resultando no receio dos seus consumidores ao comprá-lo. Como consequência disso, os compradores, em busca de um mel de qualidade, usam parâmetros

populares no momento da compra, observando atentamente as características do mel e definindo o mel cristalizado como adulterado, velho ou com açúcar.

Diferentemente do que essas pessoas pensam, o mel do Nordeste cristaliza, embora não seja consumido normalmente em forma de cristais. Os estados que mais o produzem na região são Piauí, Ceará e Bahia, que juntos, já respondem há dois anos por 80% do mel de todo o Nordeste (Gomes, 2016, p. 56).

O mel é caracterizado por possuir alta quantidade de açúcares concentrado em sua composição, conseqüentemente, qualquer tipo de variação de temperatura pode provocar sua cristalização. Posto isso, popularmente desenvolveu-se métodos caseiros para descristalizar esse mel, utilizando-se para descristalização os métodos de raios solares, ar quente (microondas), água quente (banho-maria) e aquecimento com calor de lâmpadas elétricas (Ferreira *et al.*, 2014).

Além dos métodos caseiros, que atendem a apicultores com uma menor quantidade de mel, existem apicultores com maior demanda, para isso, seus entrepostos contêm maquinários industrializados encontrados hoje no mercado, tais como máquinas descristalizadoras de mel à banho-maria e/ou tipo estufas e resistências de inversão do mel. Apesar de reverterem o processo natural de cristalização do mel com eficiência, esses métodos possuem valores muito acima do que pequenos apicultores podem pagar (Martins, 2011, p. 8).

Deve-se ter cuidado no processo de descristalização para que não ocorra o aumento do número das moléculas de 5-hidroximetilfurfural (HMF) no mel (Belitz; Grosch, 1992). Como já foi mencionado anteriormente, o mel é constituído de açúcares redutores (glicose e frutose) dissolvidos em água e em

meio ácido, dando condições ideais para a formação desse composto furânico (Nozal *et al.*, 2001). Pesquisas realizadas sobre o HMF em mel ou em outros alimentos à base de açúcares se mostram relevantes, pois esse composto e seus derivados, 5-clorometilfurfural e 5-sulfoximetilfurfural, têm apresentado atividade citotóxica, genotóxica, mutagênica e carcinogênica (Teixidó *et al.*, 2006). O aumento do HMF pode estar ligado ao escurecimento do mel, em que essa cor poderá variar devido ao conteúdo de ácidos, de nitrogênio e frutos, além do aumento da temperatura (Crane, 1983).

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo produzir uma máquina descristalizadora de mel de baixo custo, utilizando os parâmetros de avaliação de qualidade estabelecidos pela Legislação Brasileira cor e HMF, contribuindo, dessa forma, para o mercado apícola com um produto acessível e de qualidade.

METODOLOGIA

Todos os procedimentos (cristalização do mel de abelhas, descristalização e análise físico-química) ocorreram no Laboratório de Análise de Físico-química de Produtos Apícolas e Geleia Real do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), campus Pau dos Ferros. As análises físico-químicas e descristalização foram realizadas em triplicatas no intuito de se obter maior precisão dos resultados.

Obtenção da amostra

O mel utilizado para ser descristalizado foi um mel de abelha *Apis mellifera* obtido no apiário do campus Apodi do IFRN. O mel foi levado ao campus Pau dos Ferros do IFRN, mais es-

pecificamente para o Laboratório de Análise de Físico-química de Produtos Apícolas e Geleia Real, lugar no qual o mel ficou acondicionado na geladeira durante dois meses, em que sofreu o processo de cristalização e, posteriormente, passou pela descristalização na máquina artesanal. Em seguida, foram feitas as análises físico-químicas e foi possível observar o aspecto das amostras descristalizadas.

Utilizou-se, ainda, o mel puro com sinais de cristalização natural, sem cristalização forçada, para, posteriormente, poder comparar os seus resultados com os demais méis descristalizados no calor da máquina.

Descrição da montagem da máquina

Para a montagem da máquina, optou-se por materiais acessíveis que estivessem inseridos nos requisitos: baixo custo, inflamabilidade e não tóxico para uso alimentício. Para isso, utilizou-se um *cooler* térmico composto por uma estrutura plástica (plástico atóxico) da marca MOR com capacidades de 25 litros, material polipropileno, com dimensões de interna da caixa térmica (34 cm x 25 cm x 31,5 cm), peso de 1,93 kg, capacidade de armazenar 35 unidades de latinhas de 350 ml e 5 (cinco) unidades de garrafa *pet* de 2 L deitadas, altura de 38,50 cm, largura de 29 cm e largura de 42,50 cm. Entretanto, essas são medidas especificadas no próprio *cooler* enquanto se encontra vazio, com a presença dos materiais internos, essas medidas diminuem. O *cooler* é revestido internamente com tecidos de couro usado por soldadores, como Equipamento de Proteção Individual - EPI, cinco metros de fios elétricos, fita adesiva e isolante, quatro lâmpadas halógenas de 42 watts, um conector de tomada e quatro bocais para as lâmpadas, podendo ser observado na figura 2.

Inicialmente, com o auxílio de uma furadeira, perfurou-se um furo na tampa do *cooler*, permitindo assim, a passagem dos fios. Os fios elétricos foram fixados com fita adesiva isolante no interior da tampa, os bocais foram instalados juntamente às lâmpadas e foi feita a fixação, permitindo assim, energia para que sejam acesas as lâmpadas de diferentes maneiras quando preciso. Feito isso, forrou-se o interior do *cooler* com o tecido de couro (Figura 1) para não expor o plástico da caixa diretamente a altas temperaturas.



Figura 1 – tecido de couro (usado por soldadores) sendo fixado no *cooler*

Fonte: elaboração própria.

A máquina foi construída dessa maneira para pode ser usada de quatro formas diferentes: usando-se somente uma lâmpada acesa, duas, três ou quatro. Esse fator irá influenciar no tempo que o mel levará para descristalizar.

Descrição da descristalização do mel

Para realizar o processo de descristalização do mel, foi utilizado o mel que estava armazenado há dois meses na geladeira e se encontrava totalmente cristalizado. O mel foi colocado em

uma garrafa *pet* com capacidade de 2 litros para ser cristalizado homogeneamente e, em seguida, subdividido para descristalização. O mesmo foi separado em 12 (doze) recipientes de vidro com tampas, os quais foram medidos, pesados e adicionados 50 g do mel, resultando em quatro amostras iguais que permitiram variar os testes com diferentes quantidades de lâmpadas.

A primeira amostra (amostra A) de mel foi colocada no interior da máquina que estava acima de um béquer virado para baixo, servindo como base. Para essa amostra, foi utilizada apenas uma lâmpada acesa. O procedimento de descristalização começou com a temperatura inicial de 29,7°C e o tempo foi cronometrado a partir do momento em que se acenderam as lâmpadas. Para saber se havia descristalizado, a cada 15 minutos a máquina era aberta e rapidamente era observada a forma do mel, ou seja, a diminuição dos cristais de açúcar. Na sequência, o tempo de verificação diminuiu, uma vez que se percebia que o mel estava sendo descristalizado. Ao ver que não havia concluído todo o processo de descristalização, fechava-se a máquina e deixava por mais tempo até concluir todo o processo.

Ao abrir novamente e ver que o mel estava descristalizado, pausou-se o cronômetro e consultou-se a temperatura do mel com auxílio de um termômetro digital e um termômetro de mercúrio, o digital verificou a temperatura do mel e o de mercúrio a temperatura interna da máquina. Essa amostra descristalizada com apenas uma lâmpada acesa levou 4h 28min para ser totalmente descristalizada. A temperatura inicial verificada havia sido 29,7°C e, ao final do processo, a temperatura medida do mel foi 70°C.

Para a segunda amostra (Amostra B), utilizou-se duas lâmpadas acesas. A temperatura inicial consultada foi de 29,7°C.

Dessa vez, a descristalização durou 2h 1min e a temperatura atingida do mel foi maior, chegando a 87°C.

Para descristalizar a terceira amostra (Amostra C), foi realizado o mesmo procedimento, porém, dessa vez, com três lâmpadas acesas. Nesse caso, a temperatura inicial também apresentou 29,7°C, entretanto, o tempo para descristalizar e a temperatura à qual chegou, foi diferente da primeira. O tempo do processo de descristalização foi de 1h 7min, sendo verificada a temperatura do mel de 75°C.

Por último, na quarta amostra (Amostra D) com 4 lâmpadas, o mel atingiu 79°C e o tempo que resultou ao todo foram 56 minutos e 40 segundos.

Na tabela 1, estão descritas as temperaturas aplicadas durante o processo de descristalização anteriormente explicado.

Tabela 1 – temperatura inicial de cada amostra, o tempo gasto para a descristalização total e a temperatura final

	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Amostra D
Temperatura Inicial:	29,7 °C	29,7 °C	29,7 °C	29,7 °C
Tempo:	4 h. e 28 min.	2 h. e 1 min.	1 h. e 7 min.	56 min. e 47 s
Temperatura Final do mel de abelhas:	70 °C	87 °C	75 °C	79 °C

*Amostra A- 1 lâmpada; Amostra B- 2 lâmpadas; Amostra C- 3 lâmpadas e Amostra D- 4 lâmpadas.

Fonte: elaboração própria.

Utilizou-se também o mel puro (Figura 2) com sinais de cristalização natural, sem cristalização forçada na máquina, para, posteriormente, ser possível comparar os seus resultados com os demais méis descristalizados no calor da máquina.



Figura 2 – mel puro com sinais de cristalização natural

Fonte: elaboração própria.

Descrição da metodologia das análises físico-química das amostras de méis

Para avaliar a eficiência do processo de descristalização com uso de lâmpadas halogênicas, realizou-se testes de análise físico-química com uma alíquota de mel cristalizado (amostra P), por conseguinte, com as quatro amostras descristalizadas com uma lâmpada (amostra A), duas lâmpadas (amostra B), três lâmpadas (amostra C) e quatro lâmpadas (amostra D).

Todas as metodologias de análises são adaptações do modelo de métodos de Marchini *et al.* (2004). As análises das amostras realizadas foram feitas em triplicata, no objetivo de obter maior precisão nos seus resultados e esses obedecem aos parâmetros exigidos pela legislação brasileira.

O teor de HMF é tido como um indicador de aquecimento e diz respeito à alteração do teor nutricional do mel, sendo 60 mg/kg o máximo permitido pela legislação brasileira. Para realizar esta análise, os méis foram separados e pesou-se 5 gramas de cada. Foram diluídos em 100 ml de água e purificados com 1 ml das soluções de ferrocianeto de potássio à 15% (Carrez I) e acetato de zinco (Carrez II). Após isso, as soluções foram fil-

tradas com o auxílio de uma bomba a vácuo, na qual os 10 ml iniciais foram descartados e o restante armazenado em tubos de ensaio. Com o uso do aparelho espectrofotômetro com ondas à 284 nm e 336 nm, foram realizadas as análises três vezes para se obter maior precisão. As soluções foram adicionadas em uma cubeta e colocadas no aparelho para ser efetuada a leitura que, ao final, nos fornece um resultado que é usado na seguinte fórmula:

$$\text{Mg de HMF/100g de mel} = \frac{(A_{284} - A_{336}) \times 14,97 \times 5^*}{\text{Peso da amostra (g)}}$$

Em que: A_{284} = absorvância em 284 nm

A_{336} = absorvância em 336 nm

Fator: $14,97 = (126/16,830) \times (1000 \times 100) \times (100 \times 5)$

126 g mol^{-1} = massa molar do HMF

$16,830$ = absortividade molar do HMF em 284 nm

1000 = mg/g

10 = centrilitros/L

100 = Porcentagem de HMF

5 = Massa teórica da amostra

Fonte: Zenebon, Pascuet e Tiglea (2008) p. 333-334.

A análise de cor nos permite classificar o mel quanto à sua cor, que varia desde âmbar claro à âmbar escuro, de acordo com a escala mm Pfund. Para esse processo, foi usado o aparelho espectrofotômetro “*Honey color photometer zero*” à 150 mm Pfund da marca HANNA, o qual é preciso calibrar inicialmente com glicerina. Após ser calibrado, adiciona-se o mel em uma cubeta, a insere na máquina e aguarda-se pela leitura do mel.

No critério de Cor, como nos mostra a Tabela 2, o mel pode variar de âmbar claríssimo até âmbar escuro (Marchini *et al.*, 2004).

Tabela 2 – classificação da cor do mel segundo Pfund

COR	Escala de Pfund (mm)
Branco d'água ou Âmbar claríssimo:	1 a 8
Extra-Branco	Mais de 8 a 17
Branco	Mais de 17 a 34
Extra âmbar claro	Mais de 34 a 50
Âmbar claro	Mais de 50 a 85
Âmbar	Mais de 85 a 114
Âmbar escuro	Mais de 114

Fonte: Marchini *et al.* (2004).

Descrição de como são feitos os cálculos de custos da máquina

Para analisar economicamente a máquina descristalizadora de mel, consideramos os custos iniciais com os materiais utilizados em sua montagem e os custos do consumo de energia elétrica gasto para descristalizar o mel.

Para calcularmos o consumo de energia elétrica das lâmpadas, utilizamos dois cálculos: o primeiro para sabermos o consumo de energia, em que o resultado é dado em KWh e o segundo para descobrir o custo de energia, dado em R\$, em que o valor utilizado para o preço de energia foi R\$ 0,53, referente à 1 KWh, valor estabelecido pela COSERN, Companhia Energética do Rio Grande do Norte, na cidade de Pau dos Ferros em zona urbanizável. Vale destacar que esse é um preço que varia de

acordo com a empresa de energia e a região, portanto, o valor utilizado no presente trabalho é um valor médio de referência durante o ano de 2018. Esses cálculos foram aplicados a cada uso da máquina, ou seja, variando o número e o tempo de lâmpadas utilizadas na experimentação.

- Cálculo de consumo de energia (uma lâmpada) = Potência (lâmpada) x Tempo de uso (em H)

1000

Fonte: Santos, Felici e Santos (2010).

Em que:

- A potência deve estar em Watts
- O tempo está relacionado ao período de utilização da máquina
- A divisão por 1000 serve para converter o W em KW.

Cálculo de custos de energia = Potência x Tempo de uso x Preço da energia x quantidade de lâmpadas

1000

Fonte: Schmalfluss (2021).

Em que:

- O tempo de uso corresponde ao número médio de horas por dia que o aparelho permanece ligado

Para a variável de potência, utilizamos 42W, o tempo foi dado em horas, o valor usado para o preço de energia foi o mesmo, de R\$ 0,53, e a quantidade de lâmpadas foi variada.

Os cálculos foram realizados em função das quatro formas de usar a máquina, usando-se somente uma lâmpada, duas, três e quatro. Já que a quantidade de lâmpadas utilizadas va-

ria, o tempo de uso até que o mel descristalize também varia, podendo aumentar ou diminuir, permitindo ao final comparar qual a forma mais econômica.

Análise estatística dos dados físico-químicos

Para a análise estatística dos dados, aplicou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado com o teste de médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, com o programa ASSISTAT 7.7 (CCT/UFPB).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultados físico-químicos

Para realizar as análises físico-químicas e garantir a eficiência da máquina descristalizadora, foram analisados 5 (cinco) amostras de méis pesando 50 g cada, sendo uma delas o mel ND (mel não descristalizado), o qual não passou pelo processo de descristalização, mas já apresentava sinais de cristais. Podemos observar na tabela 3 o tempo e a temperatura atingida pelos méis submetidos à descristalizadora artesanal.

Tabela 3 – resultados das temperaturas e tempo de descristalização dos méis

Amostras	Nº de lâmpadas	Quant. de mel	Tempo	Temperatura:
Amostra ND		50ml		
Amostra A	1	50ml	4h28min	70 °C
Amostra B	2	50ml	2h1min	87 °C
Amostra C	3	50ml	1h7min	75°C
Amostra D	4	50ml	56min47seg	79°C

*Amostra ND – Mel não descristalizado; Amostra A- 1 lâmpada; Amostra B- 2 lâmpadas; Amostra C- 3 lâmpadas e Amostra D- 4 lâmpadas.

Fonte: elaboração própria.

Ao analisar a tabela 3, é possível observar o tempo, a temperatura e a quantidade de lâmpadas utilizadas para descristalizar as quatro amostras de méis. É possível notar que a amostra A, descristalizada com apenas uma lâmpada, foi a que passou mais tempo em processo de descristalização e a que atingiu a menor temperatura, se comparada com as demais. Em contrapartida, a amostra B alcançou a mais alta temperatura (87°C), utilizando apenas duas lâmpadas. Devido a essa exposição do mel a altas temperaturas, é de se esperar alterações indesejáveis na qualidade do produto (Alvim, 2004). Essas informações serão cientificamente comprovadas se são viáveis por análises físico-químicas realizadas, como mostra a tabela 4.

Todos os testes físico-químicos tiveram as suas médias comparadas pelo teste Tukey. Médias na mesma linha, com a mesma letra, não são significativamente diferentes no nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. Os resultados da análises físico-químicas de cor e HMF, com suas médias e desvio padrão das quatro amostras de méis descristalizados na máquina artesanal em diferentes temperaturas: 70°C, 87°C, 75°C e 79°C, além da amostra de mel não descristalizada, mostrado na tabela 4.

Tabela 4 – os resultados das análises físico-químicas de cor e HMF foram obtidos a partir das quatro amostras de méis descristalizados na máquina artesanal em temperaturas variadas

Análises	Amostra ND	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Amostra D
Cor(mm Pfund)	51,67 + 1,24b	63,67 + 0,47a	62 + 0a	46 + 0c	54 + 1,41b
HMF (mg.kg-1)	12,66+ 2,34a	17,6+ 5,34a	16,39+ 3,67a	19,86+ 2,32a	17,91+ 4,12a

*Amostra ND – Mel não descristalizado; Amostra A- 1 lâmpada; Amostra B- 2 lâmpadas; Amostra C- 3 lâmpadas e Amostra D- 4 lâmpadas.

Fonte: elaboração própria.

Ao descristalizar as amostras de méis nas quatro temperaturas e em tempos diferentes, conforme a tabela 4, constatou-se que a amostra C adquiriu a cor de âmbar extra claro, dado que foi exposta a temperatura de 75°C pela duração de tempo de 1h7min. Entretanto, ela difere significativamente quando é comparada com a amostra padrão (amostra ND) que apresentou a tonalidade de âmbar claro. A amostra C ficou mais clara que a amostra padrão pelo motivo de que os cristais de açúcar dessa amostra impedem a passagem da luz na hora da leitura do equipamento (espectrofotômetro *Honey color photometer*), revelando um resultado mais escuro do que realmente a amostra provavelmente seria (Marchini *et al.*, 2004).

As amostras A, B e D não sofreram mudanças em sua coloração, permanecendo na cor âmbar claro. As amostras A e B ultrapassaram o limite de 60 mm Pfund, resultando em um mel não tão desejado atrativamente pelo mercado, ainda que seja considerado âmbar claro, pois os compradores desejam que a faixa de cor seja entre 50 e 60 mm Pfund (Moreti *et al.*, 2006), uma vez que, durante o armazenamento, ocorre o escurecimento natural do mel. Portanto, a vantagem de ter um mel claro é que ele terá um maior tempo de prateleira sem que esse perca a qualidade dessa característica sensorial, como também seu valor de mercado (Aubert, 1983).

Ao analisar o índice de HMF das amostras, verificou-se que a amostra com o menor índice de HMF foi a amostra B com 16,39 mg.kg⁻¹, a qual foi submetida ao período de 2h1min de descristalização, chegando à temperatura de 87°C. As amostras A e D alcançaram um resultado mediano em relação às demais. A amostra A foi a que passou mais tempo submetida ao experimento (4h28min) e, ainda assim, a quantidade de HMF do mel não ul-

trapassou o padrão imposto pela legislação brasileira. A amostra C foi a que adquiriu o maior índice, com 19,86 mg.kb-1. Todas as amostras foram comparadas com a amostra ND (mel não descristalizado) e obtiveram baixo aumento do HMF. Todos os resultados estão dentro dos padrões impostos pela legislação brasileira (Brasil, 2000), que corresponde à 60 mg.kg-1, comprovando físico-quimicamente a eficácia da máquina descristalizadora.

O HMF é praticamente imperceptível em alimentos frescos, mas é produzido naturalmente em alimentos ricos em açúcares durante a exposição ao tratamento de calor. O hidroximetilfurfural, produto da condensação do açúcar frutose, é um indicador da qualidade e conservação do mel (Silva, 2008). Não há muitos estudos comprovando diretamente a toxicidade do HMF, mas estudos mostraram que o HMF pode ser convertido em 5-sulfoximetilfurfural, um composto genotóxico e carcinogênico (Bakhiya, 2009).

Muitos equipamentos artesanais levam dias para descristalizar, porém, neste projeto, o processo de descristalização ocorreu em apenas algumas horas, mesmo com alta intensidade dos cristais, como pode ser verificado na figura 3. O equipamento conservou as características de qualidade do mel, o que é comprovado através de análises físico-químicas de HMF e cor, as quais muitas vezes são perdidas devido aos tratamentos térmicos demorados.

Resultados de custos da máquina

Para analisar economicamente a máquina, consideramos os custos iniciais com os materiais utilizados em sua montagem e os custos do consumo de energia elétrica. Os materiais utilizados e seus respectivos valores estão depositos na tabela abaixo (Tabela 4).

Tabela 5 – demonstrativo de valores dos materiais utilizados na montagem da máquina descristalizadora de mel de abelhas

Materiais	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Cooler térmico	01	89,93	89,93
Lâmpadas	04	R\$ 5,00	R\$ 20,00
Bocais para as lâmpadas	04	R\$ 2,25	R\$ 9,00
Tecido para revestimento	04	R\$ 7,50	R\$ 30,00
Fita isolante	01	R\$ 4,70	R\$ 4,70
Fios elétricos	01	R\$ 1,19 (metro)	R\$ 1,19
Fita adesiva	01	R\$ 3,11	R\$ 3,11
Conector de tomada	01	R\$ 1,89	R\$ 1,89
Total			R\$ 159,82

Fonte: elaboração própria.

Ao fazer a análise da tabela 4, é possível notar que o custo inicial para desenvolver a máquina descristalizadora de mel é baixo. Esse perfil de baixo custo permite aos pequenos apicultores montarem sua própria descristalizadora. Além do baixo custo inicial em sua montagem, a mesma também é viável na hora de usá-la, devido à sua fácil aquisição, manuseio e manutenção. Para corroborar com essa afirmação, podemos compará-la ao preço de uma máquina descristalizadora construída toda em aço inoxidável AISI 304, com capacidade para até 2 baldes (cada balde com capacidade de 25 kg e a descristalizadora artesanal possui capacidade de 23 kg), tampa superior, trabalha com um conjunto de turbina, caixa de resistência, caixa de controle e proteção para manter o ar circulando com temperatura controlada que custa em média R\$ 2.128,00 (Apix Artefatos Inox Ltda, 2018).

Também foram realizados cálculos com diferentes números de lâmpadas e comprovada sua economia no consumo de energia, como mostra o gráfico a seguir (figura 3):

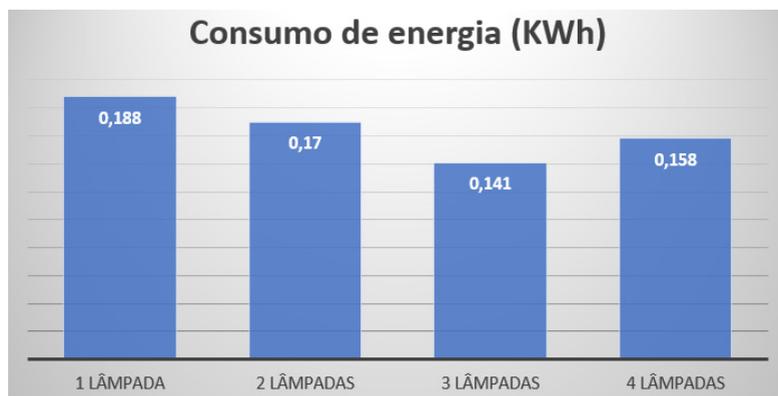


Figura 3 – dados referentes ao consumo de energia da máquina descristalizadora *Dados em KWh.

Fonte: elaboração própria.

A partir do gráfico anterior, é possível perceber que o menor consumo de energia foi quando foram usadas 3 lâmpadas, consumindo apenas 0,141 KWh. A seguir, está a com 4 lâmpadas, consumindo 0,158 KWh. Enquanto isso, a forma que mais consumiu energia foi quando se utilizou apenas 1 (uma) lâmpada, consumindo 0,188 KWh. Esse fato pode ser associado ao tempo, visto que essa foi a forma que passou mais tempo para descristalizar, chegando a 4 horas e 28 minutos. Logo em seguida, está a com 2 (duas) lâmpadas, com 0,17 KWh.

Ao considerar tais valores com o consumo de energia da máquina, calculou-se também seus custos em R\$ (figura 4):

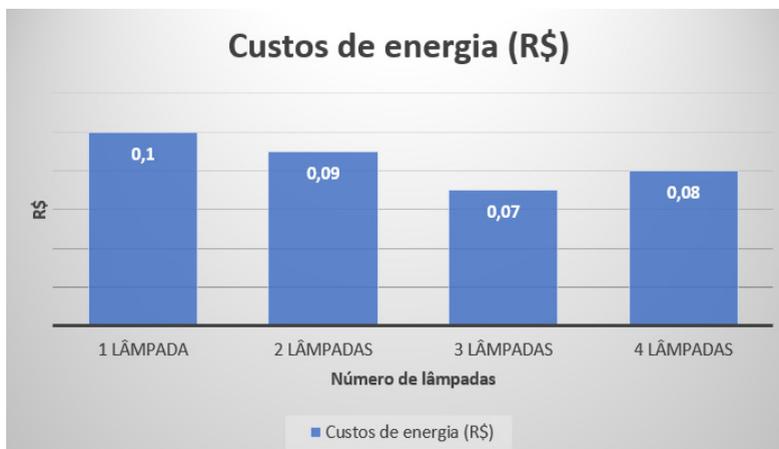


Figura 4 – dados referentes ao valor de energia gasto pela máquina descristalizadora (dados em R\$)

Fonte: elaboração própria.

Ao observar os custos de energia em R\$, verifica-se o mesmo que na figura 3, evidenciando que o método com 3 lâmpadas se destaca como o mais econômico, custando apenas R\$ 0,07, enquanto o método com 1 (uma) lâmpada é o menos econômico, custando R\$ 0,1.

CONCLUSÃO

Os critérios físico-químicos de cor e HMF permaneceram na faixa estabelecida pela legislação brasileira (Brasil, 2000). Quando nos referimos aos custos, a máquina montada com maior viabilidade econômica foi a máquina com 3 (três) lâmpadas.

Essa máquina possui potencial comercial por ser 13 vezes mais barata do que os modelos comerciais, além de sua fácil

montagem e manutenção barata, podendo ser considerada uma tecnologia social para as comunidades de pequenos produtores apícolas.

As análises sugeridas para os próximos experimentos são realizar atividade de água e atividade diastásica. A importância da atividade de água está no intuito de ver a diminuição da água livre que propicia o desenvolvimento de microrganismos; e a atividade diastásica se mostra relevante no fato de que representa a atividade enzimática que será baixa para méis mal armazenados, ou seja, em locais com elevadas temperaturas.

REFERÊNCIAS

AUBERT, S.; GONNET, M. Measure de la couleur dès miels. **Apidologie**, v. 14, p.105-118, 1983.

ALVIM, N. C. R. O mel e suas características. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, [S. l], v. 3, n. 3, p.1-7, jul. 2004

APIX ARTEFATOS INOX LTDA (org.). **Processamento de Mel: descristalizador de mel**. Descristalizador de mel. 2018. Disponível em: <https://www.apix.agr.br/index.php?company>. Acesso em: 17 jun. 2024.

BAKHIYA, N.; MONIEN, B.; FRANK, H.; SEIDEL, A.; GLATT, H. (2009). Renal Organic Anion Transporters OAT1 and OAT3 Mediate the Cellular Accumulation of 5-sulfooxymethylfurfural, a Reactive, Nephrotoxic Metabolite of the Maillard Product 5-hydroxymethylfurfural. *Biochemical Pharmacology*. **Germany**, 78(4), p. 414-419.

BELITZ, H.; GROSCH, W. **Química de los alimentos**. 2ª ed. Zaragoza: Editorial ACRIBIA, S.A., 1992.

BOGDANOV, S.; JURENDIC, T.; SIEBER, R.; GALLMANN, P. Honey for Nutrition and Health: A Review. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 27, n. 6, p. 677-689, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 11**, de 20 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de identidade e qualidade do mel.

CRANE, E. Constituintes e característica do mel. *In*: CRANE, E. **O livro do mel**. Trad. Astrid Kleinert Giovane. São Paulo: Nobel, 1983. 226 p.

ESCOBAR, A. L. S.; XAVIER, F. B. Propriedades fitoterápicas do mel de abelhas. **Revista uningá**, [S.l.], v. 37, n. 1, jan. 2013. ISSN 2318-0579. Disponível em: <http://revista.uninga.br/index.php/uninga/article/view/1115>. Acesso em: 24 nov. 2018.

FERREIRA, E. A. *et al.* Análise comparativa na descristalização de mel. **Acta Apícola Brasílica**, Pombal, v. 2, p. 24-28, jan-dez. 2014.

FINCO, F. D. B. A.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.l.], v. 30, n. 3, p. 706-712, set. 2010.

GOMES, S. J. da S. Consumo e Mercado do Mel: Um Estudo Bibliográfico. **AEDA**, v. 1, p. 52-64, jul-dez. 2016.

KUROISHI, A. M. *et al.* Avaliação da cristalização de mel utilizando parâmetros de cor e atividade de água. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [S.l.], v. 15, n. 1, p. 84-91, mar. 2012.

MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C.; OTSUK, I. P. Análise de agrupamento, com base na composição físico-química, de amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* L. no Estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 8-17, 2005.

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; MORETI, A. C. C. C. **Mel brasileiro: Composição e Normas**. Ribeirão Preto-SP: A. S. Pinto, 2004. 111 p.

MARTINS, Lauro Tadeu Corrêa. *In: Como montar uma produção de mel. Ideias de negócios*, SEBRAE, p. 1-30, 2011.

MORETI, A. C. de C. C. *et al.* Cor de amostras de mel de *Apis mellifera* L. de diferentes estados brasileiros. **Boletim Industria Animal**, Nova Odessa, v. 63, n. 3, p.159-164, nov. 2006.

NOZAL, M. J. *et al.* High-performance liquid chromatographic determination of methyl anthranilate, hydroxymethylfurfural and related compounds in honey. **Journal of Chromatography A**, v. 917, n. 1-2, p. 95-103, 2001.

REZENDE, S. G. **Métodos eletroanalíticos e ensaios de atividade antioxidante no controle de qualidade de mel**. 2015. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SANTOS, A. P. dos; FELICI, E. M.; SANTOS, V. R. dos. Proposta de diminuição do consumo de energia elétrica e redução dos impactos ambientais através da análise de viabilidade de substituição de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas led em um supermercado. **Colloquium Exactarum**, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 62-72, 15 jun. 2020.

SOARES, M. R.; SANTOS JUNIOR, G. dos. A Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem: contribui-

ções das atividades sobre energia elétrica. **Revista Práxis**, [S.l.], v. 8, n. 16, p. 39-57, 9 out. 2016.

SILVA, S. J. N. da; SCHUCH, P. Z.; VAINSTEIN, M. H. **Determinação do 5-hidroximetilfurfural em méis utilizando cromatografia eletrocínética capilar micelar**. 2008. 5 f. Tese (Doutorado) – Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SCHMALFUSS, L. M. **Análise de viabilidade de um edifício comercial atingir o balanço energético nulo, a partir de diferentes níveis de eficiência energética, no extremo sul do Brasil**. 2021. 142 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

TEIXIDÓ, E. *et al.* Analysis of 5-hydroxymethylfurfural in foods by gas chromatography–mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, v. 1135, n. 1, p. 85-90, 2006.

WHITE JÚNIOR, J. W. H. **Advances in Food Research**, v. 22, p. 287-374, 1978.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Capítulo VII - Açúcares e produtos correlatos. *In*: INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo-sp) (Org.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Cap. 2005. p. 335-335. Disponível em: https://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 23 nov. 2018.

CAPÍTULO 13

Estudo de possíveis adulterações
em amostras de mel de abelha
Apis mellifera comercializada na
microrregião do Vale do Açu

FRANCISCO VIEIRA SALES JÚNIOR
MICHELLY LINS DO NASCIMENTO
VANDEILSON CHAVES DA SILVA
LUCIENE XAVIER DE MESQUITA-CARVALHO
JOSE GERALDO BEZERRA GALVÃO JUNIOR
RENATA NAYHARA DE LIMA

INTRODUÇÃO

O mel é um alimento oriundo de secreções salivares das abelhas melíferas e é produzido a partir do néctar coletado das flores, ou das secreções liberadas de brotos verdes, ou da ejeção de substâncias ricas em açúcar de alguns insetos sugadores que permanecem sobre as plantas floríferas. As abelhas coletam, modificam e combinam essas substâncias com algumas enzimas e ácidos provenientes do seu organismo, armazenam e deixam amadurecer nos favos da colmeia (Brasil, 2000). Os méis brasileiros são reconhecidos em todo o mundo devido à sua qualidade organoléptica e físico-química e por estarem livres de contaminação por antibióticos, encontrando-se no topo das preferências mundiais (Almeida, 2021).

A composição do mel é altamente nutritiva para o corpo humano, tendo concentrações de sacarose predominantemente à base de glicose e frutose. Nele, estão presentes nutrientes como compostos fenólicos, proteínas, ácidos orgânicos, sais minerais, aminoácidos livres, enzimas e vitaminas (Seraglio, 2020).

Apesar disso, com o objetivo de elevar o lucro, alguns produtores promovem a adulteração do mel, e com isso, em muitas formulações são adicionados amidos, glicoses, xaropes à base de açúcar invertido e água como forma de aumentar a quantidade do mel (Weise, 2005). No Brasil, a instrução normativa nº 11 de outubro de 2000 prescreve a proibição do uso de aditivos no mel (Camargo, 2017).

Por isso, como forma de controle de qualidade e para a fiscalização do produto a ser comercializado, é essencial a realização de análises físico-químicas dos méis. Os valores obtidos são comparados aos padrões citados por órgãos oficiais do Brasil

ou estabelecidos internacionalmente, prevenindo, com isso, a fraude do produto. Procedimentos analíticos para a identificação de possíveis alterações de méis são as reações de Lund e Lugol, sendo ferramentas para garantir a qualidade do mel no mercado (Périco *et al.*, 2011).

Logo, o objetivo do presente trabalho é avaliar a ocorrência de adulterações em amostras de méis de abelha comercializadas na Microrregião do Vale do Açu-RN e comparar com os parâmetros estabelecidos na Instrução Normativa de identidade e qualidade do mel nº 11 de 20 de outubro/2000.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das amostras

No segundo semestre do ano de 2018, entre os meses de julho a novembro, foram coletadas 12 amostras, as quais foram obtidas em mercados, casas agropecuárias, associações, feiras livres e apicultores, comercializadas aos consumidores finais da Microrregião do Vale do Açu, do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Tais amostras foram coletadas e acondicionadas em recipientes de plástico e vidro com informações referentes à localidade de produção.

A Microrregião do Vale do Açu, com aproximadamente 4.708,83 Km² de área, é composta por nove municípios norte-rio-grandenses, são estes: Açu, Alto do Rodrigues, Carnaubais, Ipanguaçu, Itajá, Jucurutu, Pendências, Porto do Mangue e São Rafael, que juntos somam um total de 140.534 habitantes. Diante disso, é um território provido de diversos recursos naturais, de modo que a sua biodiversidade promove produções efetivas que geram lucro para os comerciantes. O Vale do Açu é rico em

solos férteis, água doce, gás natural, minerais e petróleo. Além disso, apresenta grandes correntes de vento, o que possibilita à indústria energética a exploração desse recurso. Se situa, também, próximo a centros de consumo do RN, o que fomenta o livre comércio e a competitividade, atraindo, para além de clientes, investidores nacionais e estrangeiros (Brasil, 2010).

IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS COLETADAS

A amostra 1 foi obtida na cidade de Porto de Mangue. A cidade possui um clima muito quente, com latitude: 5° 04' 04" Sul e longitude: 36° 46' 54" Oeste, área total de 318,6 km², equivalente a 0,60% da superfície estadual e distante 235 km da capital Natal. As amostras 2 e 3 foram obtidas na cidade de Carnaubais, caracterizada por um clima muito quente e semiárido, possuindo latitude: 5° 20' 54" Sul e longitude: 36° 50' 04" Oeste, com área total de 529,84 km², equivalente a 1% da superfície estadual, distante 203 km da capital Natal. A amostra 4 foi obtida na cidade de Jucurutu, caracterizada por um clima tropical chuvoso; possui latitude: 6° 02' 02" Sul e longitude: 37° 01' 13" Oeste, com uma área total de 933,72 km², equivalente a 1,77% da superfície estadual e distante 262 km da capital Natal. As amostras 5 e 6 foram adquiridas na cidade de São Rafael, caracterizada por um clima muito quente e semiárido, possui latitude: 5° 47' 58" Sul e longitude: 36° 55' 14" Oeste, com uma área total de 469,10 km², equivalente a 0,81% da superfície estadual e distante 216 km da capital Natal. A amostra 7 foi adquirida na cidade de Itajá, caracterizada por um clima muito quente e semiárido, possui latitude: 5° 38' 39" Sul e longitude: 36° 52' 17" Oeste, com uma área total de 203,62 km², equivalente a 0,39% da superfície

estadual e distante 200 km da capital Natal. As amostras 8 e 9 foram adquiridas na cidade de Ipangaçu, caracterizada por um clima muito quente e semiárido, possui uma latitude: 5° 29' 54" Sul e longitude: 36° 51' 18" Oeste, com uma área total de 374,24 km², equivalente a 0,71% da superfície estadual e distante 214 km da capital Natal. A amostra 10 foi adquirida na cidade de Alto do Rodrigues, caracterizada com um clima muito quente e semiárido, possui uma latitude: 5° 17' 18" Sul e longitude: 36° 45' 44" Oeste, com uma área total de 191,31 km², equivalente a 0,36% da superfície estadual e distante 204 km da capital Natal. A amostra 11 foi adquirida na cidade de Pendências, caracterizada por um clima muito quente e semiárido, possui uma latitude: 5° 15' 36" Sul e longitude: 36° 43' 20" Oeste, com uma área total de 419,1 km², equivalente a 0,79% da superfície estadual e distante 203 km da capital Natal. A amostra 12 foi adquirida na cidade de Assú, caracterizada por um clima muito quente e semiárido, possui uma latitude: 5° 34' 36" Sul e longitude: 36° 54' 31" Oeste, com uma área total de 1.269,24 km², equivalente a 2,40% da superfície estadual e distante 207 km da capital Natal (IDEMA, 2008).

Análises físico-químicas

Para a realização das análises físico-químicas, as amostras foram levadas ao Laboratório de Análise de Produtos Apícolas e Geleia Real (N° 91) situado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Pau dos Ferros, onde foram realizadas as análises em triplicatas por amostra para cada parâmetro a ser analisado, sendo eles os critérios de Umidade, Cor, Acidez, Lugol, Lund e Atividade de Água.

ANÁLISE DE UMIDADE

Para umidade, utilizou-se o refratômetro manual ATAGO *HONEY MOISTURE* (ATAGO PAL-22S), em que foi colocada uma alíquota de mel na superfície prisma do aparelho e observado o resultado no próprio visor.

ANÁLISE DE COR

A determinação de cor foi realizada utilizando o colorímetro *HANNA HONEY COLOR PHOTOMETER* (HI 96785). Inicialmente, o aparelho é zerado com glicerina e depois os méis são homogeneizados e colocados nas cubetas para aferição da cor. Após inserir a cubeta na parte interna do aparelho, pode-se observar o resultado na escala de mm Pfund, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 – classificações Pfund para determinação de cor do mel

Cor	Leitura Pfund
Branco d'água	1 até 8 mm
Extra Branco	8 até 17 mm
Branco	17 até 34 mm
Extra Âmbar Claro	34 até 50 mm
Âmbar Claro	50 até 85 mm
Âmbar	85 até 114 mm
Âmbar escuro	Mais de 114 mm

Fonte: adaptado de Somerville, 2017.

ANÁLISE DE ACIDEZ

O parâmetro acidez se iniciou com a medição de aproximadamente 10 g de mel de cada amostra em balança semi-analítica previamente tarada, que, posteriormente, foi dissolvido em 80 ml de água destilada e transferido para um Erlenmeyer de 250 ml, no qual foi acrescentado 1 ml de fenolftaleína e titulado com hidróxido de sódio 0,1N (previamente padronizado). Foi feita, também, análise de pH, que é um auxiliar no teste de acidez. Primeiramente, o medidor de pH é calibrado com soluções padrão de 4,0 e 7,0, em seguida, foi colocado o eletrodo na solução de mel e água destilada. Com isso, o valor do pH foi dado no visor do aparelho (Marchini *et al.*, 2004).

Após o processo de titulação, o seguinte cálculo foi feito:

$$M \times Fc \times Vt \quad (eq.3)$$

Em que:

M = Massa de mel;

Fc= Fator de correção da solução de NaOH 0,1 N;

Vt= Volume total gasto na titulação.

ANÁLISE DE LUGOL

Para o teste de Lugol, foi diluído 10 ml de mel em uma proveta e, posteriormente, adicionado 20 ml de água destilada; em um becker foi despejado o conteúdo da proveta e adicionada a solução de amido a 1%, como mostra a Figura 1.

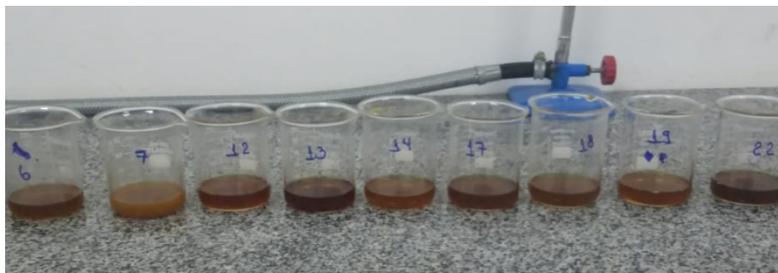


Figura 1 – méis de *Apis mellifera* após a realização da análise de Lugol

Fonte: elaboração própria.

O critério adotado é positivo quando a coloração se apresentar na cor vermelha ou violeta, pois isso se dá quando há açúcar comercial no mel. A intensidade da cor irá depender da qualidade e quantidade de dextrinas presentes no açúcar comercial. Será negativo quando não houver mudança na coloração (Instituto Adolf Lutz, 2005).

ANÁLISE DE LUND

Para a prova Lund, pesou-se 2 g da amostra em uma proveta graduada de tampa esmerilhada de 50 ml. Adicionou-se uma solução de ácido tânico a 0,5% e completou-se o volume com água destilada agitando-a e, posteriormente, foi deixado em repouso por 24 horas. Na presença de mel puro, se formará um depósito proteico de 0,6 a 3,0 ml, já no mel adulterado, não haverá a formação de depósito ou esse será desprezível (Figura 2) (Instituto Adolf Lutz, 2005).

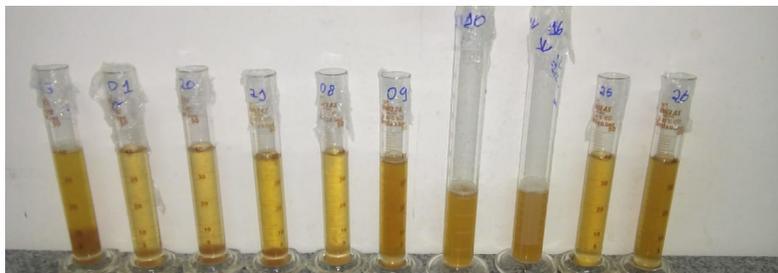


Figura 2 – méis de *Apis mellifera* após a realização da análise de Lund

Fonte: elaboração própria.

ANÁLISE DE ATIVIDADE DE ÁGUA

A determinação da atividade de água foi realizada através do Analisador de Atividade de Água, modelo LAB START-AW, seguindo as recomendações do fabricante. As análises foram feitas colocando 2 g da amostra nas cubetas e realizando a leitura em duplicata das amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises físico-químicas especificadas na Legislação de qualidade do mel

Os valores médios dos ensaios de cor, umidade, e acidez apresentaram-se dentro do que está determinado na Instrução Normativa N° 11 de 20 de outubro de 2000 para identidade de qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* (Brasil, 2000), como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – média \pm desvio padrão dos teores de cor, umidade e acidez em mel de abelha *Apis mellifera* de diferentes cidades da Microrregião do Vale do Açu do Rio Grande do Norte, comparadas com a legislação brasileira de 11 de outubro de 2000 (Brasil, 2000) para identidade e qualidade do mel de abelhas melífera

Amostras	Cor (PFund)	Umidade (%)	Acidez (m.E.q/kg)
1	122,67 (âmbar escuro)	14,83	80,09
2	150 (âmbar escuro)	19,9	58,72
3	112 (âmbar escuro)	16,46	47,38
4	72 (âmbar claro)	15,4	46,43
5	78,67 (âmbar claro)	12,9	45,24
6	102 (âmbar)	15,56	44,39
7	74 (âmbar claro)	16,63	42,16
8	96 (âmbar)	13,93	54,58
9	101 (âmbar)	16,27	56,33
10	75 (âmbar claro)	17,77	39,31
11	101 (âmbar)	20,1	37,45
12	79 (âmbar claro)	16,9	38,96
Média	96,94 (âmbar)	16,39	49,25
Desvio Padrão	23,45 (branco)	2,14	11,92
Máximo	150 (âmbar escuro)	20,1	80,08
Mínimo	72 (âmbar claro)	12,9	37,45
Legislação	1-150	20	50

Fonte: elaboração própria.

De acordo com as análises, os méis de coloração mais clara apresentaram predominância, sendo a cor âmbar claro a mais observada (A4, A5, A7, A10, A12). Também foram verificadas as colorações âmbar (A6, A8, A9, A11) e âmbar escuro (A1, A2, A3), como mostrado na Tabela 2. É importante destacar que as análi-

ses dos méis para o parâmetro cor estão de acordo com a escala Pfund (Tabela 1) e de acordo com a literatura para os méis brasileiros, em que são evidenciadas cores que vão do branco-água ao âmbar escuro (Somerville; Winner; Frost, 2017; Brasil; 2000). A coloração dos méis está diretamente ligada à sua origem botânica, processamento, armazenamento, mudanças climáticas e níveis de néctar (Santos; Oliveira; Martins, 2011). Além disso, a cor do mel pode sofrer alteração, variando de branco-aquoso a quase preto. É importante ressaltar que diversos fatores influenciam a cor do mel, a presença de elementos como ácidos, frutose e nitrogênio podem diversificar sua coloração, associada ao aumento de temperatura ou armazenamento prolongado, pois acarreta a produção de hidroximetilfurfural (HMF) que tem como consequência produção de melanoidinas, substância responsável por escurecer os alimentos (Moraes et al., 2014; Ribeiro, 2019).

O consumidor possui preferência pelos méis que apresentam cores mais claras, por esses, inclusive, serem mais suaves ao paladar se comparado aos méis escuros. Nesse sentido, a maioria dos méis analisados seriam bem aceitos no mercado consumidor. Geralmente, a presença de muitos minerais é responsável por escurecer o mel, já em casos de méis mais claros, associamos, usualmente, à pouca matéria mineral. Sendo assim, a cor é um parâmetro que está diretamente relacionado à qualidade por ser capaz de revelar formas de estoque do produto sendo exposto a temperaturas elevadas e armazenamento prolongado provoca seu escurecimento (Gomes, 2017).

Em relação ao teor umidade, as amostras apresentaram, em sua maioria, valores dentro do permitido de 20% de acordo com a legislação (Tabela 2). Apenas uma amostra (A10) obteve

20,1%, apresentando, com isso, uma discrepância pequena em relação ao permitido de no máximo 20% (Brasil, 2000; Codex, 2001). A umidade do mel é primordial para conservação, peso e cristalização, sendo referência para qualificar a qualidade sensorial e química do produto. Além disso, o alto teor de umidade facilita o processo de fermentação do mel. A quantidade elevada de água presente no mel facilita a proliferação de leveduras, o que leva à fermentação, torna o produto impróprio para consumo e impossibilita a sua comercialização (Périco *et al.*, 2011).

Na análise de acidez, foi observado que a maioria das amostras estão nos parâmetros exigidos pela legislação (50 m.E.q/kg). Entretanto, os méis A1, A2, A8, A9 estão discrepantes do valor permitido, como mostrado na Tabela 2. Os níveis elevados de acidez podem estar relacionados tanto à origem floral do mel e às condições climáticas, como também às formas de manejo desse produto (Santos; Oliveira; Martins, 2011). Amostras com mais de 50 m.E.q/kg são resultados sugestivos a concluir que esses méis estão em processo fermentativo através de microrganismos osmofílicos presentes nas abelhas e no processo de extração do mel quando não realizado de forma higiênica (Oliveira *et al.*, 2015). Possivelmente, esses méis sofreram grande influência desses fatores, principalmente a amostra com maior valor de acidez (A1) (80,09 m.E.q/kg).

Análises físico-químicas não especificadas na legislação de qualidade do mel

Os valores médios dos ensaios de Lund, Lugol, pH e atividade de água (A_w) apresentaram-se em consonância com valores pré-estabelecidos nas literaturas de referência, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 – média \pm desvio padrão dos teores de Lund, Lugol, pH e atividade de água (Aw) do mel de abelha *Apis mellifera* de diferentes cidades da Microrregião do Vale do Açu do Rio Grande do Norte

Amostras	Lund(ml)	Lugol	pH	AW(%) Atividade de água
1	0	Positivo	3,78	0,53
2	0,4	Negativo	3,48	0,59
3	0,3	Negativo	3,88	0,55
4	0,4	Positivo	3,42	0,51
5	0,3	Negativo	3,56	0,5
6	0,4	Negativo	4,03	0,5
7	5,9	Negativo	3,99	0,47
8	0,1	Negativo	4,037	0,54
9	3	Negativo	3,68	0,55
10	0,1	Negativo	4,32	0,54
11	0,4	Negativo	4	0,58
12	0	Negativo	4,02	0,54
Média	0,94	Xxxx	3,85	0,53
DP	1,75	Xxxx	0,269	0,033
Máximo	5,9	Xxxx	4,32	0,59
Mínimo	0	Xxxx	3,42	0,47
Literatura	0,6 a 3,0a	Positivo ou Negativob	3,5 a 4,6c	0,54 a 0,75d

*a = Instituto Adolfo Lutz, 2005, pg. 341.

*b = Instituto Adolfo Lutz, 2005, pg. 343.

*c = Portaria Nº 6, de 25 de julho de 1985, capítulo VI- Brasil, 1985.

*d = Frnaco e Landgraf, 2005.

Fonte: elaboração própria.

Para a reação de Lund, apenas uma amostra (A9) apresentou resultados dentro do padrão de 0,6 a 3,0 ml encontrado na literatura. As outras onze amostras apresentaram resultados

acima do encontrado na literatura. A análise de Lund no mel indica a presença de albuminoides precipitados no intervalo de 0,6 a 3,0 ml, sendo necessário acontecer a precipitação de proteínas para não indicar fraude ou má conservação. Se essa precipitação for superior ao intervalo proposto, indicará mel de má qualidade, se for inferior ou nula, indicará mel adulterado (Instituto Adolfo Lutz, 2005). Segundo Braghini *et al.* (2017), resultados inferiores a 0,6 ml supostamente sofreram adições de açúcares comerciais, justamente por não haver precipitação, o que indica adulteração no mel. Mas, só se poderá fechar um diagnóstico de adulteração se forem testadas quantitativamente as amostras suspeitas, ou seja, se for realizada a análise de atividade diastásica que irá determinar se o mel sofreu variação brusca de temperatura, tanto no processamento como no envase, pois indica a degradação da enzima diastase que digere os grãos de pólen para produção de mel (Melo; Duarte; Mata, 2003).

Diante da análise apresentada, o resultado de Lugol mostrou-se negativo para a maioria das amostras. Apenas duas amostras revelaram resultados positivos (A1 e A4). Quanto às amostras que se demonstraram positivas, provavelmente nelas houve a adição (mesmo que de forma acidental) de amidos ou dextrinas devido à reação ter mudado para a coloração negra azulada (Instituto Adolfo Lutz, 2005). Nesse sentido, a adição de açúcares e xaropes provoca alterações na coloração, variando de marrom-avermelhada a azul, pois essa depende da quantidade e do tipo de proteína ou amido adicionados no mel (Royo, 2020). A adição de produtos no mel, muitas vezes, se dá pela necessidade do produtor de mantê-lo viscoso e denso, então, dispõe-se de aditivos para aumentar a quantidade do mel e ga-

rantir a preferência do consumidor (Sá; Santos, 2018). Porém, só se poderá afirmar com certeza que houve falsificação com a realização da análise quantitativa da determinação de açúcares redutores (glicose e frutose), como também de sacarose, e comparar os valores obtidos com o que está descrito na Instrução Normativa N° 11 de identidade e qualidade do mel de abelha de outubro de 2000 (Brasil, 2000; Royo, 2020).

Os valores de pH variaram de 3,42 a 4,32, semelhante à faixa encontrada por Marinho (2018), que foi de 3,08 a 4,31, e também está de acordo com a Portaria N° 6, de 25 de julho de 1985, Capítulo VI, que determina as Normas Tecnológicas para Mel, Cera de Abelhas e Derivados localizada no intervalo de 3,5 a 4,6 (Brasil, 1985). Apesar da legislação brasileira atual (2000) não instituir parâmetros para o pH no controle de qualidade, a análise desse parâmetro é essencial para caracterização da pureza e da deterioração dos méis.

Para a atividade de água, observou-se que os valores variaram entre 0,47 a 0,59, respeitando o que Franco e Landgraf (2005) e Camargo et al. (2017) preconizam, que esse critério deverá ficar no intervalo de 0,54 a 0,75. Apesar da legislação não especificar valores para esse parâmetro, a atividade de água é uma análise primordial para determinar as boas condições de armazenamento, embalagem e consumo do mel (Picanço *et al.*, 2018). A atividade de água é recomendada como complemento para a análise de umidade, visando, com isso, prever uma possível fermentação e desenvolvimento de microrganismos no produto (Dantas, 2017).

CONCLUSÃO

Em aspectos gerais, as amostras apresentaram-se dentro do que é permitido na legislação brasileira e na literatura. Entretanto, alguns dos resultados foram sugestivos de deterioração ou adulteração, fazendo-se necessário realizar teste de açúcares redutores, teste de sacarose e o teste de atividade diastásica para confirmação de possíveis fraudes ou comprovação de que as boas práticas apícolas não foram aplicadas, tanto para produção, extração ou comercialização do produto.

Sendo assim, é importante, também, incentivar programas de capacitação para os apicultores, com a finalidade de aperfeiçoar o processo de extração do mel. Logo, será possível proporcionar uma melhor qualidade, higiene e longevidade do produto apícola.

REFERÊNCIAS

AOAC – Association of Official Analytical Chemists Sugar and sugar products. *In: AOAC (Ed). Official Methods of Analysis.* Arlington, VA, USA, p. 44, 1995.

ALMEIDA, L. E. C.; OLIVEIRA, E. N. A. de; ALMEIDA, F. L. C.; FEITOSA, B. F.; FREITAS, P. V. C. de; FEITOSA, J. V. F.; OLIVEIRA NETO, J. O. de. Caracterização dos méis das abelhas *Apis mellifera* comercializados no alto oeste potiguar, RN, Brasil. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v. 12, n. 1, p. 57-65, 2021.

BRAGHINI, F.; CHIAPETTI, E.; S. JÚNIOR, J. F.; MILESKI, J. P.F.; OLIVEIRA, D. F. de; MORÉS, S.; COELHO, A. R.; TONIAL, I. B. Qualidade dos méis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e jataí (*Tetragonisca angustula*) comercializado na microrregião de Francisco Beltrão - PR. **Revista de Ciências Agrárias**, [S.l.], v. 40, n. 1, p. 279-289, 9 jan. 2017.

BRASIL. **Censo demográfico de 2010**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 2010.s/p.

BRASIL. 2000. Ministério da Agricultura. **Instrução normativa nº 11**, de 20 de outubro/2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/anexo>. Acesso em: 17 jul. 2021.

BRASIL. **Portaria nº6**, de 25 de julho de 1985. Ministério da Agricultura e Abastecimento Secretaria de Inspeção de Produ-

to Animal. Normas Tecnológicas para Mel, Cera de Abelhas e Derivados. Brasília: MAPA, 1985.

CAMARGO, R. C. R. de; OLIVEIRA, K. L. de; BERTO, M. I. Mel de abelhas sem ferrão: proposta de regulamentação. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [S.l.], v. 20, n. 2, p. 1-7, nov. 2017.

Codex Alimentarius Commission. **Revise codex standard for honey**, Codex Standards 12-1981, Adopted in 1981, Revision 1 (1987), Revision 2 (2001), p.1-8.

DANTAS, M. C. de A. M.; SILVA, S. do N.; GOMES, D. J.; FERREIRA NETO, J.; LIMA, C. J. de; SILVA, R. A. da. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de méis de abelhas obtidos no comércio de Sousa, Paraíba. **Acta Apicola Brasilica**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 1-5, 1 jun. 2017.

FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 182 p.

GOMES, V. V. *et al.* Avaliação da qualidade do mel comercializado no oeste do Pará, Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, p. 815-826, 2017.

GRAEFF, I. **A apicultura como instrumento de educação ambiental no contexto social, econômico e ambiental**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul. 2011.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do seu município**. Natal/RN, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. v. 1, 4 ed. Brasília, 2005. 1018 p.

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; MORETI, A. C. C. C. *et al.* **Mel brasileiro**: Composição e Normas. A. S. Pinto, Ribeirão Preto/SP. 2004. 111 p.

MARINHO, J. K. L. *et al.* Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de méis comercializados em Natal, RN. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 77, p. 1-6, 2018.

MELO, Z. F. N.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C. Estudo das alterações do hidroximetilfurfural e da atividade diastásica em méis de abelha em diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 89-99, 30 abr. 2003.

MORAES, F. J. *et al.* Caracterização físico-química de amostras de mel de abelha africanizada dos municípios de Santa Helena e Terra Roxa (PR). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.l.], v. 66, n. 4, p. 1269-1275, ago. 2014.

OLIVEIRA, K.M.G. *et al.* Análises das características físico-químicas do mel de abelhas comercializado na região noroeste do Paraná. 24º Encontro Anual de Iniciação Científica. **4º Encon-**

tro Anual de Iniciação Científica Júnior. Resumos... Parana-
vaí: UEP. 2015. 4 p.

OLIVEIRA, E. N. A. Características físico-químicas e microbio-
lógicas de méis de *Apis mellifera* L. provenientes de diferentes
entrepósitos. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 1, p. 67-74, 2013.

PEREIRA, G. S. S. **Avaliações físico-químicas de mel coletado
em assentamentos rurais no Mato Grosso do Sul.** 2019. Tra-
balho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Fa-
culdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande
Dourados, Dourados, MS, 2019.

PÉRICO, E. *et al.* Avaliação microbiológica e físico-química de
méis comercializados no município de Toledo, PR. **RECEN-Re-
vista Ciências Exatas e Naturais**, v. 13, n. 3, p. 365-382, 2011.

PICANÇO, Y. dos S.; OLIVEIRA, S. S.; ALMEIDA, M.; OTANI, F. S.;
PEREIRA, E. J.; SANTOS, G. C. dos. Análise de atividade de água
e umidade na qualidade do mel produzido em comunidades da
reserva extrativista Tapajós - Arapiuns, Santarém, Pará. **Revista
Agroecossistemas**, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 1, 19 nov. 2018.

RIBEIRO, R. O. R.; MÁRSICO, E. T.; CARNEIRO, C. S.; MONTEIRO,
M. L.G.; CONTE JÚNIOR, C.; JESUS, E. F. O. Detection of honey
adulteration of high fructose corn syrup by Low Field Nuclear
Magnetic Resonance (LF 1H NMR). **Journal of Food Enginee-
ring**, v. 135, p. 39-43, 2014.

RIBEIRO, R.; STARIKOFF, K. R. Avaliação da qualidade físico-

-química e microbiológica de mel comercializado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 1, p. 111-118, 2019.

ROYO, V. de A. (org.). Manual técnico: avaliação da qualidade do mel. Montes Claros: Independente, 2020. 25 p.

SANTOS, D. C.; OLIVEIRA, E. N. A.; MARTINS, J. N. Caracterização físico-química de méis comercializados no município de Aracati-CE. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, p. 158-162, 2011.

SÁ, A. A. de S. L. N.; SANTOS, F. A. de M. L. Avaliação da ocorrência de fraude em amostras de mel de abelha comercializadas em mercados públicos da cidade do Recife. 2018. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Nutrição, Faculdade Pernambucana de Saúde, Recife, 2018.

SERAGLIO, Siluana Katia Tischer. **Mel de melato de bracatinga (Mimosa scabrella Bentham)**: bioacessibilidade e estabilidade química e bioativa. 2020. 215 f. Tese (Doutorado) – Curso de Doutorado em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

SOMERVILLE, D.; WINNER, B.; FROST, E. **Honey harvesting and extracting**. 2017. 92 p.

WEISE, H. **Apicultura Novos Tempos**. 2. ed. Guaíba, RS: Livraria e Editora Agropecuária Ltda., 2005. 378 p.

WHITE, J. W. H. **Advances In Food Research**, [S.l.], v. 24, n. 1, p. 287-374, jan. 1978. Elsevier.

CAPÍTULO

14

Análise físico-química de mel de abelha *Apis mellifera*, enriquecido com própolis verde e essência de tutti-frutti

MARIA LUIZA MOISES JALES
JOÃO CARLOS SILVA FERNANDES
LUCIENE XAVIER DE MESQUITA-CARVALHO
FRANCISCO VIEIRA SALES JÚNIOR
ELISABETE PIANCÓ DE SOUSA

INTRODUÇÃO

O mel é considerado um fluido viscoso, aromático e doce formado principalmente pelo pólen e néctar encontrados nas flores e coletados pelas abelhas, tendo acréscimo de secreções do próprio inseto. Ele é armazenado e amadurecido nos favos presentes nas colmeias para posteriormente se tornar alimento para as abelhas, podendo variar suas características de cor, aroma e sabor em função da florada e ambiente em que foi coletada a matéria prima (Carvalho *et al.*, 2005; Venturini, 2007). O mel, além de alimento para as abelhas, é também para os seres humanos; o produto possui composição de monossacarídeos e dissacarídeos, vitaminas e ácidos orgânicos, o que propicia um bom desempenho nutricional (Albuquerque; Elizangela Sobrinho; Lins, 2021).

O segundo produto apícola mais conhecido é a própolis e tanto ela como o mel de abelhas são consumidos como produtos de princípio medicamentoso. A própolis tem atividade antioxidante, com composição de pólen, cera e resinas vegetais coletadas pelas abelhas capazes de roubar os radicais livres (Dantas *et al.*, 2011); Salgueiro; Castro, 2016), sendo também, amplamente utilizada para prevenir doenças e auxiliar no tratamento delas. O mel e o própolis apresentam espectro de atuação terapêutico e nutricional vasto, determinado por suas variedades de componentes que deverão ser pesquisadas devido ao seu potencial uso na indústria farmacêutica, alimentícia e desenvolvimento da cadeia apícola (Afonso, 2020).

Logo, o mel composto, como o próprio nome indica, é um composto de mel de abelhas e outros produtos apícolas, como pólen, geleia real, extrato de própolis e outras substâncias como essências, extrato aromático e extratos de plantas medicinais,

se fazendo importante pesquisar sobre suas características sensoriais e físico-químicas (Batista *et al.*, 2020). De acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA, os alimentos são julgados fraudados ou falsificados ao sofrerem adição ou substituição de algum ingrediente que é dispensável para a caracterização do alimento, muitas vezes, isso acontece quando a intenção é ocultar ou disfarçar imperfeições do processamento ou produção, ou também, para aumentar o rendimento do produto (Silva *et al.*, 2020). Nesta pesquisa, após feitas as análises, será utilizado como método de comparação a instrução normativa de identidade do mel.

Considerando todos os fatores benéficos supracitados, deve-se avaliar a possibilidade da inclusão do mel composto na nossa alimentação diária. Sua criação tem como objetivo mostrar novas formas de inserção dos méis em nossa dieta, além de agregar valor ao produto vendido através dos benefícios das composições. Dessa forma, o produto desenvolvido no presente trabalho pode ser uma alternativa de consumo dessa matéria no nosso dia a dia, auxiliando na inserção do produto nas nossas refeições e uma maneira de aliviar o sabor forte dele.

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e análise físico-química de um produto composto de mel de abelhas (*Apis mellifera*), extrato de própolis verde e essência de tutti-frutti.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi dividido em duas etapas. Inicialmente, foi feita a produção do mel composto de extrato de própolis verde (comercial de alecrim do campo) e essência de tutti-frutti e,

em seguida, realizada as análises físico-químicas do mesmo. É importante destacar que os produtos utilizados para a realização deste trabalho foram adquiridos nos mercados da cidade de Pau Dos Ferros - RN e que os experimentos foram realizados nos laboratórios do IFRN, Campus Pau dos Ferros.

Produção dos méis compostos

Todo o processo de preparação dos méis ocorreu no Laboratório de Processamento de Pólen e Própolis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (Campus Pau dos Ferros). Durante a formulação, foram desenvolvidas três amostras preparadas com mel de abelha *Apis mellifera*, própolis verde e essência de tutti-frutti, sendo divididas da seguinte maneira: a primeira amostra (A) era composta por mel de abelha *Apis mellifera*, extrato de própolis verde e essência de tutti-frutti; a segunda amostra (B) era composta por mel de abelha *Apis mellifera* e essência de tutti-frutti; e por último, a terceira amostra (C) composta por mel de abelha *Apis mellifera* e extrato de própolis verde. A quantidade de material utilizada em cada combinação está descrita na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – ingredientes e quantidades utilizadas na formulação dos méis compostos com extrato de própolis verde e essência de tutti-frutti

Ingredientes	Amostra A	Amostra B	Amostra C
Mel de abelhas <i>Apis mellifera</i>	300 g	300 g	300 g
Extrato de própolis verde	3 ml	-----	3 ml
Essência de tutti-frutti	3 ml	3 ml	-----

Fonte: elaboração própria.

Para a preparação do produto, inicialmente, mediu-se o extrato de própolis e a essência de tutti-frutti utilizando pipetas volumétricas de 5 ml, em seguida, utilizou-se béqueres de 500 ml e uma balança semi-analítica para pesagem do mel de abelhas. Logo após, com as amostras, adicionaram-se os ingredientes em uma batedeira na rotação leve durante 5 minutos para que ocorresse toda a homogeneização. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em vidros limpos com tampa rosqueada. Podemos observar o resultado na Figura 1 a seguir.



Figura 1 – méis compostos em recipiente de vidro, amostras recém homogeneizadas

Fonte: elaboração própria.

Análise físico-química

Após o desenvolvimento dos méis, eles foram submetidos a análises físico-químicas, utilizando o método de Zenebon *et al.* (2008) do Manual de Normas Analíticas do Adolpho Lutz. As análises foram realizadas três vezes para uma melhor validação dos resultados. A pesquisa ocorreu no Laboratório de Análise Físico-química de Produtos Apícolas e Geleia Real no IFRN Campus Pau Dos Ferros, onde foi feita a checagem de: umidade, cor, pH, acidez, açúcares redutores e açúcar não redutor (Glicose). Para a análise de umidade, foi utilizado o refratômetro calibrado utilizando água destilada no aparelho do modelo – Pal 22S da marca Atago®.

Posteriormente, foi feita a limpeza para começar a verificação de umidade, em que foi depositado produto suficiente para realizar o experimento. Quando a leitura foi finalizada, pôde-se observar a taxa percentual de umidade presente no mel no visor do equipamento.

Em relação ao parâmetro cor, para realizar a análise, foi feita a calibração do fotômetro portátil para cor de mel utilizando glicerol, sendo esse considerado branco. Para a classificação do produto, foi utilizado o aparelho de modelo – HI96785, marca HANNA®.

Logo após calibrar, a amostra foi inserida no dispositivo, assim, o resultado obtido foi observado já em escala de Pfund.

Para determinar o pH do produto, foi colocado em uma balança semi-analítica já calibrada um béquer para fazer a tara do seu peso; em seguida, foi feita a diluição de 10 g do mel composto em 80 ml de água destilada. Após feita a mistura, utilizamos o pHmetro de modelo HI 221® (que previamente foi calibrado com solução de pH 4 e 7) para fazer a checagem de pH.

Já na acidez, o processo foi iniciado com a titulação de uma solução de NaOH a 0,1 normal padronizada, uma solução de mel de abelhas com 10 g de mel composto e 80 ml de água destilada em um Erlenmeyer adicionada de fenolftaleína, em que titulou-se até ponto de viragem. Após completar todo o processo, foi realizado o seguinte cálculo (1) para obtenção dos resultados:

$$\textit{Acidez Livre} = m \times Fc \times Vt \quad (1)$$

Em que:

m = massa de mel;

Fc = fator de correção da solução de NaOH 0,1 N;

Vt = volume total gasto na titulação.

Para o processo de análise dos açúcares redutores, iniciou-se fazendo a pesagem de 2 g de amostra do mel composto em um béquer de 100 ml, que logo foi transferido para um balão volumétrico também de 100 ml, no qual foi preenchido com água destilada até o menisco, sendo enviado, em seguida, para passar pelo processo de filtração, colocado na bureta para ser o titulante. Após isso, foi colocada em um Erlenmeyer de 150 ml a porção de 10 ml das soluções padronizada de Fehling “A” e “B” e 40 ml de água destilada; o Erlenmeyer foi colocado depois na manta aquecedora para que o líquido entrasse em ebulição. Foi, também, utilizado 1 ml de azul de metileno, sendo realizada a titulação por gotejamento para que a substância pudesse atingir uma coloração avermelhada. Para os estudos dos dados obtido, utilizou-se a seguinte fórmula (2):

$$\text{Glicídios redutores em glicose (\%)} = \frac{100 \times v_b \times f}{m \times v} \quad (2)$$

Em que:

v_b = volume do balão volumétrico utilizado (ml);

f = fator da solução de Fehling;

m = quantidade de amostra inicial utilizada para a análise;

v = volume gasto na titulação (ml).

Após realizados os processos supracitados, foi feita a análise de sacarose no produto, no qual, filtrado o mel, foram incorporadas três gotas de ácido clorídrico PA, posteriormente, sendo colocado em banho-maria por 30 minutos a 80°C. Para neutralizar, foi adicionado uma solução de hidróxido de sódio a 40%. Assim, foi possível realizar a verificação da neutralização, utilizando o papel tornassol.

Assim como a análise realizada anteriormente, a solução foi transferida para um Erlenmeyer de 150 ml e, junto a ela, foi incorporado 10 ml do Fehling “A” e “B” e 40 ml de água destilada. Posteriormente, a mistura foi aquecida com a ajuda de uma chapa aquecedora e acrescentou-se 1 ml de azul de metileno para que, finalmente, fosse realizada a titulação da solução até atingir uma coloração avermelhada. Com os dados recolhidos, foram realizados os cálculos utilizando a fórmula a seguir (3):

$$\text{Glicídios não redutores em glicose (sacarose) (\%)} = \frac{100 \times v_b \times 2 \times f}{m \times v} \quad (3)$$

Em que:

v_b = volume do balão volumétrico utilizado (ml);

f = fator da solução de Fehling;

m = quantidade de amostra inicial utilizada para a análise;

v = volume gasto na titulação (ml).

2.3 Análise estatística dos dados

Os resultados físico-químicos das amostras foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA) e, *a posteriori*, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade por meio do programa *BioStat*® 5.3.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise físico-química

O resultado das análises físico-químicas amostrados estatisticamente pela ANOVA podem ser encontrados na Tabela 2.

Tabela 2 – resultados obtidos das análises físico-químicas para cada amostra com suas respectivas médias e desvio padrão comparados com a Legislação Brasileira de Identidade e Qualidade para Mel de Abelhas – Instrução Normativa nº 11 de outubro de 2000

Parâmetros	Amostra A	Amostra B	Amostra C	BRASIL (2000)*
Umidade (%)	17,56 ± 0,05a	18,33 ± 0,05b	18,63 ± 0,15c	Max. 20
Cor (PFund)	76,66 ± 0,57a	76,66 ± 0,57a	71 ± 1,73b	Incolor/castanho escuro
pH	3,33 ± 0,028ab	3,1 ± 0,2a	3,71 ± 0,21b	xxx**
Acidez (m.E.q/kg)	33,66 ± 3,05a	37,00 ± 2,64a	36,72 ± 0,7a	Max. 50
Açúcar redutor (%)	66,66 ± 0,57b	67,66 ± 0,57b	69,92 ± 0,06a	Min. 60
Sacarose (%)	5,66 ± 1,53b	6 ± 1b	5,55 ± 0,37a	Max. 6

*Médias dentro da mesma linha com letras iguais não são significativamente diferentes no nível de 5% pelo teste de Tukey.

*Legislação Brasileira de Identidade e Qualidade para Mel de Abelhas - Instrução Normativa nº 11 de outubro de 2000 (Brasil, 2000).

*Não está presente na Legislação Brasileira de Identidade e Qualidade para Mel de Abelhas - Instrução Normativa nº 11 de outubro de 2000 (Brasil, 2000).

Fonte: elaboração própria.

Após feitas as análises dos resultados visíveis na tabela anterior, observou-se que as amostras de méis, mesmo adicionadas de essência de tutti-frutti ou extrato de própolis e/ou dois juntos, não perderam suas propriedades físico-químicas quando comparadas ao que determina a Legislação Brasileira de Identidade e Qualidade para Mel de Abelhas, a Instrução Normativa nº 11 de outubro de 2000 (Brasil, 2000).

De acordo com a legislação brasileira, o teor máximo de umidade do mel é de 20% (Brasil, 2000), sendo assim, todas as amostras estavam dentro dos parâmetros definidos. A umidade do mel é uma das características mais importantes a serem consideradas, principalmente pelo armazenamento, já que influencia diretamente em seu tempo de prateleira, pois quando os

níveis estão muito elevados, isso facilita a fermentação do produto, causando prejuízo para o comerciante e para o apicultor. Dessa forma, a umidade também é um fator determinante para a qualidade do mel, pois altera a viscosidade, fluidez do mel, cor, cristalização e sabor (Dias; Camargo; Barin; Ellensohn, 2009).

A cor é definida, primordialmente, pela flora que foi produzida o mel, sendo assim, quando adicionada essência de tutti-frutti e/ou extrato da própolis, ou os dois, o mel quase não possui alteração de cor. Considerando que o tutti-frutti é uma essência incolor e a quantidade de extrato foi significativamente pequena, todos os méis ficaram na cor âmbar claro (50 a 85 mm Escala de Pfund). Já com a adição de própolis, de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mel (Brasil, 2000), as amostras estão dentro dos padrões, que variam de quase incolor a castanho escuro. Ademais, destaca-se que o mercado consumidor possui uma preferência por méis mais claros, graças ao sabor mais suave que eles possuem (Zamberlan; Santos, 2010), o que nos leva a deduzir que as amostras teriam boa aceitação de mercado.

Na Legislação Brasileira de Identidade e Qualidade para Mel de Abelhas, a Instrução Normativa nº.11 de outubro de 2000, não há regras para um valor de referência ao pH, mas, quando o mel possui um pH que não seja ácido, o sabor dele pode ser influenciado, além de que, também, pode indicar que foi alterado ou que houve fermentação (Brasil, 2000). Os valores recomendados de pH para o mel é de 3,40 a 5,60, de acordo com Moretti *et al.* (2009). Posto isso, as amostras do presente estudo estão dentro dos padrões requisitados pelos autores para melhor manter o mel, evitando a proliferação de fungos e bactérias e mantendo, também, o sabor ideal do produto.

A acidez é uma característica que atua diretamente no sabor do mel, podendo variar, especialmente, pela origem da floração do néctar (Okaneke, 2020). De acordo com o regulamento brasileiro, a acidez do mel deve ser de até 50 meq/kg, em que os resultados se encontram todos dentro do padrão (Brasil, 2000). Destaca-se que a acidez é um fator importante para as características sensoriais do mel, influenciando no sabor, textura e doçura do produto (Oliveira *et al.*, 2019).

Os açúcares redutores calculam a quantidade de açúcar presente no mel e interferem, primordialmente, no sabor e cristalização (Lucena, 2020). Os valores obtidos seguem os regulamentos exigidos, nos quais o valor mínimo é de 65% do mel (Brasil, 2000). Como pudemos observar na Tabela 2, a adição de extrato de própolis e da essência de tutti-frutti não interfere na análise realizada, o que já era esperado, considerando que nenhum desses produtos possuíam açúcares em sua composição.

Para os açúcares não redutores, a sacarose, os resultados encontrados foram equivalentes aos encontrados nos açúcares redutores; todas as três amostras estavam dentro do padrão estabelecido de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mel (Brasil, 2000), apesar de serem valores muito próximos ao limite, considerando que é de, no máximo, 6%.

Convém destacar que não existe uma legislação específica para os méis compostos, sejam eles adicionados de alguma essência (em que, nesse caso, utilizamos da de tutti-frutti) ou extrato de própolis, sendo assim, as análises foram realizadas com base nas leis utilizadas para qualidade de mel puro. Sendo assim, é comum que haja uma diferença nos resultados obtidos para os resultados ideais.

CONCLUSÃO

Referente aos parâmetros físico-químicos avaliados (umidade, cor, acidez, açúcares redutores e sacarose), as amostras encontram-se todas dentro da legislação de qualidade de mel no Brasil, dessa forma, estando apropriadas para comercialização das formulações e consumo pelo homem. A análise de pH também condiz com o previsto na literatura.

Juntamente com as avaliações físico-químicas, que estão de acordo com os parâmetros determinados pela legislação, oportuniza-se a possibilidade para o incremento da cadeia apícola, pois o mel pode ser enriquecido com a própolis e outras matérias. O mel e a própolis não são protagonistas sozinhos, ambos possuem propriedades que podem se completar e aprimorar o produto final, além de otimizar o consumo dos produtos apícolas e atender a outros mercados. Assim, criam-se diferentes méis compostos e formulações já conhecidas são reformuladas.

REFERÊNCIAS

AFONSO, A. M. **Caracterização e avaliação das propriedades regenerativas do mel com própolis** *Experiência Profissionalizante na vertente de Farmácia Comunitária, Hospitalar e Investigação*. 2020. 190 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestre em Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Ciências da Saúde – Departamento de Ciências Médicas, Universidade da Beira Interior, Covilhã/Portugal, 2020.

ALBUQUERQUE, J. C. G.; ELIZANGELA SOBRINHO, M.; LINS, T. C. de L. Análise da qualidade do mel de abelha comercializado com e sem inspeção na região de Brasília - DF, Brasil. **Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 42, n. 1, p. 71-80, jun. 2021.

BATISTA, F. A. F.; OLIVEIRA, J. B. O.; CARVALHO, L. E. F.; MESQUITA-CARVALHO, L. X. Aceitação e análise físico-química de mel de *Apis mellifera* enriquecidos com geleia real. **Acta Apícola Brasileira**, [S.l.], v. 8, p. 73-84, 24 ago. 2020. Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, **Instrução Normativa 11**, de 20 de outubro de 2000, Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/das/dipoa/anexo_intrnorm1.html. Acesso em: 20 jul. 2021.

CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. de A.; SODRÉ, G. da S.; MARCHINI, L. C.; ALVES, R. M. de O. **Mel de abelhas sem ferrão**: contribuição para a caracterização físico-química. Cruz das

Almas: Universidade Federal da Bahia/SEAGRI-BA, 2005. 32 p.: il. (Série Meliponicultura; 4).

DANTAS, P. C.; CORREIA-OLIVEIRA, M. E.; PODEROSO, J. C. M.; GONÇALVES, F. B.; FERREIRA, A. F.; RIBEIRO, G. T.; ARAÚJO, E. D. Preferências da população da Região Metropolitana da Grande Aracaju (SE) sobre o consumo de produtos apícolas. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 5, n. 12, p.1-7, 2011.

DIAS, J. da S.; CAMARGO, A. C. de; BARINC, C. S.; ELLEN-SOHN, R. M. Caracterização Físico-Química de Amostras de Mel. **Unopar Cient. Exatas Technol**, Londrina, v. 8, n. 1, p. 19-22, nov. 2009.

LUCENA, R. M. **Caracterização do mel de abelha da espécie Apis melífera L. da região do curumataú oriental paraibano**. 2020. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Bacharel em Farmácia. Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

MORETTI, A. C. de C. C.; SODRÉ, G. da S.; MARCHINI, L. C.; OTSUK, I. P. Características físico-químicas de amostras de méis de Apis mellifera L. do estado do Ceará, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, [S.l.], v. 33, n. 1, p. 191-199, fev. 2009.

OKANEKU, B. M.; SOUZA, A. Q. L. de; ARAÚJO, D. L.; ALVES, T. C. L.; CARDOSO, D. N. P.; SANTOS, W. G. dos. Análise físico-química e microbiológica do mel de abelhas africanizadas (Apis mellifera) / Physicochemical and microbiological analysis of africanized bee (apis mellifera) honey. **Brazilian Journal of**

Development, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 18607-18620, 2020.

OLIVEIRA de, L. R. C.; DUTRA, R.; LACHNO, A. S.; DOS SANTOS OLIVEIRA, M.; SEVERO, J. Bioaditivos e aditivos naturais em alimentos: corantes, antioxidantes e aromatizantes. **Boletim Técnico-Científico**, Farrroupilha, v. 5, n. 2, p. 79-93, jul. 2019.

SALGUEIRO, F. B.; CASTRO, R. N. Comparação entre a composição química e capacidade antioxidante de diferentes extratos de própolis verde. **Química Nova**, São Paulo, v. 39, n. 10, p. 1192-1199, ago. 2016.

SILVA, J. B.; BARBOZA, A. S.; LIMA, L. S.; PRAZERES, A. R.; OLIVEIRA, F. P. M.; MORAES, C. M. Pesquisas de fraudes em méis no estado do Pará, Brasil. **Ars Veterinaria**, [S.l.], v. 36, n. 4, p. 230-235, 23 dez. 2020.

VENTURINI, K. S. **Características do Mel**. In: VENTURINI, K. S. Características do Mel. Orientador: Luís César da Silva. 2007. (Dissertação) – Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, 2007. 8 p. Disponível em: https://www.agais.com/telomc/b01107_caracteristicas_mel.pdf. Acesso em: 9 set. 2021.

ZAMBERLAN, L.; SANTOS, D. M. dos. O comportamento do consumidor de mel: um estudo exploratório. **Raci - Revista de Administração e Ciências Contábeis**: Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai - IDEAU, Getúlio Vargas, v. 5, n. 10, p. 1-21, jun. 2010.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Org.). Capítulo XXVI - Cereais, Amiláceos e Extrato de Soja. In: INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Instituto Adolfo Lutz (Org.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Cap. 26, p. 809-822. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 10 set. 2020.

CAPÍTULO 15

Formulação, análise química e teste de estabilidade de sabonetes íntimos glicerizados com mel de abelhas

LUCIENE XAVIER DE MESQUITA-CARVALHO
CRISTÓVÃO MATHEUS PEREIRA FERNANDES
RUAN PABLO DA SILVA DE LIMA
ELISABETE PIANCÓ DE SOUSA
LEONARDO EMMANUEL FERNANDES DE CARVALHO

INTRODUÇÃO

Os sabonetes têm como principais funções a hidratação da epiderme e a eliminação de resíduos. Esses cosméticos constituem um dos principais grupos da área de higiene pessoal e perfumaria e podem se apresentar de diversas formas: em barra, líquido, em gel com princípios antibacterianos, hidratante, entre outros. Dentre esses, pode-se destacar o sabonete líquido artesanal, que poderá possuir pH neutro ou ácido, ajudando na prevenção de irritações na pele e desidratação em determinadas regiões corporais. Especificamente na região íntima, a formulação deve seguir cautelosamente as especificações do Parecer Técnico Nº 1, de 28 de maio de 2004, que pondera que o sabonete íntimo deve ter pH entre três e cinco, sendo esse pH ideal para a flora vaginal (Brasil, 2004; Heffko *et al.*, 2019).

Na formulação de sabonetes artesanais é presente a adoção de plantas medicinais ou aromáticas, entretanto, como uma alternativa de enriquecimento dos sabonetes, seria o incremento com derivados apícolas, o que aumenta o poder sanitizante e terapêutico e valida a relação homem-natureza (Pedroza, 2021; Bouranen *et al.*, 2018).

As formulações de insumos de higiene contendo vegetais vêm sendo, no decorrer dos anos, uma das opções mais utilizadas para o desenvolvimento de produtos diversos, além disso, o mercado está cada vez mais interessado em produtos “verdes” (Oliveira, 2018). Esse fato se deve, em especial, por esses produtos apresentarem uma alternativa com apelo ecológico e rentável para cadeias agrícolas fornecedoras desses ingredientes (Lentz; Blau, 2018).

No Brasil, o mercado de higiene pessoal sempre foi destaque mundialmente pelo seu faturamento, porém, de acordo com dados econômicos de mercado da Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC), apresentou um crescimento de apenas 4% no primeiro semestre de 2021. Segundo a instituição, isso deve-se pelo recente cenário pandêmico em que o país enfrentou alta inflação, que resultou no crescimento dos preços de cosméticos (ABIHPEC, 2021).

Logo, a produção artesanal de sabonetes com produtos oriundos da apicultura se mostra como uma possibilidade de uma nova fonte de renda para os produtores apícolas do semiárido brasileiro (Tomazini, 2019). Nessa perspectiva, a pesquisa foi desenvolvida através da formulação de sabonetes íntimos à base de mel puro com a principal finalidade de analisar a físico-química e teste de estabilidade do sabonete íntimo líquido à base de mel.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrições do produto e formulação química

Para a formulação do sabonete líquido, foram adicionados os seguintes componentes: Base glicerínada (Peter Paiva®) neutra e líquida, extrato glicólico de *Aloe vera* (procedência: Peter Paiva®), pH: 3,0), lauril éter sulfato de sódio (procedência: êxodo científica®; grau de pureza: entre 26,5-27,5%; pH: 5,2), mel (procedência: Apisflora®), essência de mel de abelhas (procedência: Peter Paiva®, pH: 7,0), corante amarelo (procedência: Peter Paiva®, uso cosmético à base de água, pH: 7,0), água mineral (Santos Reis®, pH 7) e Anfótero cocoamidopropil betaína (procedência: Peter Paiva®, pH=6,9).

Primeiramente, calculou-se as quantidades necessárias dos componentes para a confecção do sabonete, que, logo em seguida, foram devidamente pesadas e medidas individualmente. As formulações foram preparadas seguindo as Boas Práticas de Fabricação e Controle preconizadas pela Resolução 67/2007 da Diretoria Colegiada (RDC) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2004).

Para a confecção do sabonete líquido, iniciou-se com a medição da água mineral que atua como diluente e a adição do umectante (base glicerínada) que atua como condutor para a produção do sabonete líquido e também garante a umidade do sabonete. Em seguida, acrescentou-se o tensoativo iônico (lauril éter sulfato de sódio) que possui propriedade detergente, ação emulsificante e remove a gordura e o óleo das superfícies, além de produzir espuma e ter efeito solubilizante. Depois, o extrato glicólico de *Aloe vera* que possui propriedades anti-inflamatórias, atua como tonificante e tem efeitos cicatrizantes e restaurador de tecidos, além de agir como hidratante, suavizante e tonificante na pele e ter ação protetora, lenitiva e emoliente. Posteriormente, adicionaram-se o extrato glicólico de mel de abelha para potencializar a hidratação e a conservação do produto; a essência de mel responsável pelo odor agradável e atraente e, subsequentemente, o corante para dar a pigmentação amarela característica do sabonete e o mel de abelhas puro que possui propriedades antissépticas e cicatrizantes. Por fim, foi adicionado anfótero cocoaminopropil que é o responsável pela viscosidade do líquido e a estabilidade na espuma.

Após todo esse processo, obteve-se as duas formulações de sabonetes, que se diferenciam entre si por possuírem concentrações diferentes, como está especificado na Tabela 1.

Tabela 1 - quantidade de matérias-primas utilizadas para a fabricação do sabonete líquido íntimo à base de mel e extrato de *Aloe vera*

Componente	Função	Formulação A	Formulação B
Base Glicerina Neu- tra líquida	Umectante	300 ml	300 ml
Lauril Éter Sulfato de Sódio	Tensoativo principal e estabilizante	100 ml	100 ml
Extrato Glicólico de Aloe vera	Ação emoliente, cica- trizante, tonificante, anti-inflamatória, refrescante, hidratante, protetora e restau- radora de tecidos	50 ml	25 ml
Extrato Glicólico de mel de abelhas	Potencializar a hidra- tação e conservação	50 ml	25 ml
Essência de mel	Utilizado para forne- cer um odor agra- dável	10 ml	10 ml
Corante - amarelo	Responsável pela cor do produto	5 ml	5 ml
Mel	Possui propriedades antisséptica e cicatri- zante	82 g	41 g
Água mineral	Diluyente	700 ml	700 ml
Anfótero cocoamido- propil Betaína	Viscosidade e estabili- zação da espuma	50 ml	50 ml

Fonte: elaboração própria.

Após as formulações, os sabonetes ficaram com aspecto amarelo ouro como pode ser observado na Figura 1.



Figura 1 – formulações dos sabonetes A e B

Fonte: elaboração própria.

Teste de estabilidade

Metodologia adaptada do Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (ANVISA, 2004) para os ensaios de estabilidade, os estados de armazenagem mais utilizados são: temperatura (ambiente, elevada, baixa) na estufa a 45° C, no freezer a -5° C e na geladeira. Para avaliar a estabilidade das formulações do sabonete líquido íntimo a base de mel, as amostras foram divididas e acondicionadas em recipientes de vidro transparente e fechados hermeticamente, que foram armazenados em condições variadas de temperatura e tempo às quais atribuímos o nome de ciclos. No caso, foram três ciclos de estabilidade, alternados em intervalos regulares de tempo e um com a nomenclatura de tempo zero. Em torno de 200 ml de cada formulação foram expostos aos quatro ciclos de tratamento, valendo ressaltar que a separação por ciclos aconteceu em ambas as formulações A e B, como está elucidado na imagem abaixo, Figura 2.



Figura 2 – sabonetes nos frascos em temperatura ambiente

Fonte: elaboração própria.

Organização do teste de estabilidade

Tempo zero: mantido em temperatura ambiente por 10 dias na temperatura de 28 ± 2 °C.

Ciclo 1: 10 dias mantido na geladeira 4 ± 2 °C.

Ciclo 2: foi mantida em estufa por 10 dias 45 ± 2 °C.

Ciclo 3: das amostras foi levada ao *freezer* -5 ± 2 °C e mantida 10 dias.

Após os 10 dias de armazenamento, realizou-se a avaliação de aspectos organolépticos das amostras como: cor, aspecto e odor, para medir a qualidade do produto.

Cor: a análise da cor (colorimetria) foi realizada por meio visual. Na análise visual (colorimetria visual), comparou-se visualmente a cor das duas formulações (A e B). Com isso, pode-se contestar que: os ciclos 1, 2 e 3 e o tempo zero da amostra A estavam não translúcidos, ou seja, opacos, mas com cor característica do produto.

Aspecto: observou-se visualmente as características macroscópicas das amostras apresentadas. Percebeu-se que, na formulação A, apenas o ciclo 2 se tornou bifásico, o tempo zero e os ciclos 1 e 3 se mantiveram monofásicos e sem alterações.

Odor: as amostras tiveram seus odores diretamente comparados através do olfato e concluiu-se que todas as amostras A e B possuem cheiro característico.

Análise físico-química

Terminado cada ciclo (tempo zero, 1, 2 e 3), foi realizada análise físico-química (altura de espuma e pH) das formulações A e B, essas análises foram realizadas após os testes de estabilidade anteriormente mencionados. Todas as análises foram realizadas em triplicatas, como é recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz, pois

deve se retirar “[...] partes representativas das formulações e em quantidade suficiente para análise em triplicata e eventuais repetições do ensaio...” (Zenebon; Pascuet; Tiglea, 2008, p. 86-86).

ALTURA DE ESPUMA

Para a altura de espuma, 2 g dos sabonetes foram pesadas e transferidas para uma proveta de 100 ml, adicionando em seguida 18 ml de água, também medidos em proveta de 50 ml. Agitou-se com bastante veemência até a formação de coluna da espuma, sendo mantida em repouso por 10 minutos. Registrou-se o volume de espuma obtida na proveta (Prista *et al.*, 1995).

TESTES DE PH

A determinação do pH foi definida pelo método potenciométrico, através da diluição de 10 g do sabonete em 100 ml de água destilada com auxílio de uma barra magnética para facilitar a solubilização da amostra (Farmacopéia Brasileira, 2010).

Análise estatística dos dados

Para a análise estatística dos dados, os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Teste de estabilidade

No final do preparo, as formulações ficaram com o seguinte aspecto: a Formulação A apresentou aspecto bifásico e quando agitada tornou-se um amarelo turvo (amarelo perolado), já a Formulação B tornou-se amarelo translúcido (Figura 2).

No quesito aspecto, observa-se que no ciclo 2 foi apresentada uma alteração e sua aparência se mostrou monofásica (diferente do tempo zero e dos ciclos 1 e 3 que se mantiveram bifásicos). Ao observarmos a cor da Formulação A, foi constatado que o tempo zero e todos os ciclos (1, 2 e 3) apresentaram coloração não translúcida e no ciclo 3 (armazenado no *freezer*) reparou-se uma maior opacidade. Em relação ao odor, a formulação se manteve com o cheiro característico de mel, mas com variações na intensidade e na projeção do odor, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 – resultados obtidos nas análises subsequentes dos testes sobre a Formulação A

Aspectos organolépticos	Tempo zero*	Ciclo 1*	Ciclo 2*	Ciclo 3*
Aspecto Físico	Bifásico	Bifásico	Monofásico	Bifásico
Cor	Não translúcido	Não translúcido	Não translúcido	Não translúcido (opaco)
Odor	Cheiro característico mais intenso	Cheiro característico, mas com maior projeção do odor	Cheiro característico	Possui cheiro característico, porém muito suave

*Tempo zero: temperatura ambiente, ciclo 1: geladeira 4 ± 2 0C, ciclo 2: na estufa a 45 ± 2 0C, ciclo 3: no freezer a -5 ± 2 °C.

Fonte: elaboração própria.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, houve alterações na amostra A em relação às suas características organolépticas (aspecto físico), que são as propriedades que podem ser facilmente percebidas pelos cinco sentidos (tato, olfato, paladar, visão e audição). Por sua vez, esses são fatores

determinantes na avaliação das características do produto, características essas de natureza subjetiva, levando em conta que não existe um regulamento de padronização. Assim, cada fabricante tem liberdade para atribuir o aspecto que desejar à sua formulação, contanto que não represente problemas na segurança e eficácia do produto (ANVISA, 2004).

Possivelmente, a causa da alteração do aspecto físico que ocorreu no ciclo 2 tenha sido a exposição a altas temperaturas, tendo em vista o armazenamento em estufa a 45 oC durante o período de 10 dias, pois o calor pode influenciar na composição intermolecular da formulação (Vieira-Junior et al., 2022).

Considerando que 25 oC é a temperatura ideal para manter o equilíbrio durante a manipulação do lauril ether de sódio, principal tensoativo do sabonete, isso reflete negativamente na performance do produto, levando em conta que um sabonete íntimo líquido deve se manter estável mesmo com mudanças na temperatura, já que é um produto de uso pessoal, sendo de suma importância que o produto seja seguro para seus utentes os transportarem consigo para as mais diversas localidades (Borba *et al.*, 2013).

Na cor não se obteve nenhuma alteração nos ciclos, se mantendo todos não translúcidos, provavelmente devido ao sinergismo dos demais produtos da formulação com o corante amarelo, que, por sua vez, é bastante fotossensível, o que em tese também auxiliou na opacidade da amostra (Mondelli, 2004). Esse fato estabelece um ponto positivo para a formulação A, pois observa-se que a cor manteve sua estabilidade em relação às mudanças na temperatura.

A coesão dos demais produtos, como a essência de mel, também pode ter sido a causa da amostra ter apresentado o

cheiro característico de mel. Vale mencionar que tal característica é o fator que mais influência na aceitabilidade e na intenção de compra do produto pelos usuários (Bánkuti; Gomes, 2021).

A formulação A demonstrou resultados positivos, pois visualizou-se que em todos os ciclos se manteve o cheiro característico de mel, entretanto, nos pontos de mudança de temperatura, observou-se que os níveis de projeção e intensidade se diferenciam: enquanto no ciclo 1, cujo armazenamento se deu na geladeira entre 4 + 2 oC, a projeção do cheiro no ambiente se mostrou maior que nos demais ciclos, no ciclo 3 (armazenado no freezer a -5 oC) notou-se uma diminuição na intensidade da percepção do odor. Isso aconteceu, provavelmente, devido à coadjuvação da temperatura com a essência de mel, tendo em vista que tais aromatizantes são reacionários a mudanças de temperatura (Cruz, 2021).

Assim, apesar da amostra ter mantido seu cheiro característico, constatou-se uma pequena instabilidade nas mudanças de temperatura, que, como já discutido, não é um ponto interessante para a performance do produto.

Na Tabela 3, pode-se observar que os aspectos físicos das amostras não mostraram alterações e todos se mantiveram monofásicos, o que é extremamente positivo, tendo em vista que a formulação B se manteve estável em meio às mudanças de temperatura. O sinergismo entre os ingredientes, como o umectante e o tensoativo, deve ter mantido a amostra em equilíbrio, conservando seu aspecto translúcido (Moraes; Paula, 2013).

Tabela 3 – resultados obtidos nas análises subsequentes dos testes sobre a Formulação B

Aspectos organolépticos	Tempo zero*	Ciclo 1*	Ciclo 2*	Ciclo 3*
Aspecto Físico	monofásico	monofásico	monofásico	monofásico
Cor	translúcido	translúcido	translúcido	não translúcido (opaco)
Odor	Cheiro característico	Cheiro característico	Cheiro característico (suave)	Cheiro característico (muito forte)

*Tempo zero: temperatura ambiente; ciclo 1: geladeira 4 ± 2 oC; Ciclo 2: na estufa a 45 ± 2 oC; ciclo 3: no freezer a -5 ± 2 oC.

Fonte: elaboração própria.

Já na análise de cor, pode-se constatar que o tempo zero e os ciclos 1 e 2 apresentaram coloração de aparência translúcida, mas o ciclo 3 se mostrou opaco (não translúcido). Entende-se que isso ocorreu devido às baixas temperaturas a que o ciclo 3 foi submetido: -5 oC por 10 dias seguidos; levando à formação de cristais de água, assim, alterando a coloração e tornando a amostra opaca. Notoriamente, consta-se um ponto negativo, pois percebe-se instabilidade em relação a baixas temperaturas. Entretanto, tal instabilidade pode, possivelmente, ser corrigida por um armazenamento em embalagens reguláveis (Dias; Weber, 2017).

Ao observar o odor das amostras, constatou-se cheiro característico em todas as amostras, mas o ciclo 2 demonstrou maior suavidade, enquanto o ciclo 3 expressou um cheiro mais forte que os demais ciclos.

Ainda a respeito do odor da amostra, notou-se que todos os ciclos apresentaram cheiro característico, entretanto, obser-

vou-se que nos ciclos onde houve maior mudança de temperatura também se identificou variações de intensidade, levando em conta que essências são produzidas com matérias-primas naturais e óleos essenciais que se degradam facilmente no meio ambiente (Cruz, 2021). Assim, subtende-se que quando a amostra foi submetida a temperaturas elevadas (ciclo 2, 45 oC), as moléculas se tornaram mais dispersas, suavizando o odor obtido e, conseqüentemente, foi inversamente proporcional ao ciclo 3 que exposto em temperaturas baixas compactou as moléculas odoríferas (Morais, 2009).

Resultados da análise físico-química

Na Tabela 4, apresentam-se os resultados das formulações de sabonete, considerando a avaliação da formação de espuma ao longo de quatro ciclos distintos. No ciclo zero, as amostras foram mantidas em temperatura ambiente por 10 dias a $28 \pm 2^\circ\text{C}$; no ciclo 1, foram refrigeradas a $4 \pm 2^\circ\text{C}$ por igual período; no ciclo 2, submetidas a uma estufa a $45 \pm 2^\circ\text{C}$ também por 10 dias; e no ciclo 3, congeladas a $-5 \pm 2^\circ\text{C}$ e mantidas por 10 dias.

Tabela 4 - resultados obtidos na análise da coluna de espuma na formulação A e B do sabonete líquido íntimo

Ciclos	Coluna de espuma	
	Formulação A	Formulação B
Tempo 0	68	70
Ciclo 1	51	31
Ciclo 2	51	42
Ciclo 3	72	51

Fonte: elaboração própria.

O estudo de coluna de espuma visa avaliar a capacidade de espumar do cosmético, seja ele um sabonete, shampoo ou creme dental. A produção de espuma é um parâmetro extremamente importante para a avaliação dos consumidores na hora de adquirir um sabonete, mesmo não tendo relação com o poder de limpeza do produto (Queiroz, 2019).

Na tabela 4, pode-se observar uma variação na produção de espuma em cada período. Os valores mais baixos, quando comparados ao ciclo zero, estão no ciclo 1 e 2. Isso pode ter ocorrido devido à colaboração do tensoativo (Lauril Éter Sulfato de Sódio) e do Anfótero (cocoamidopropil betaína) com as variações de temperatura, sendo esses os principais responsáveis pela formação e estabilidade da espuma. Entretanto, os reagentes possuem temperaturas próprias para a manipulação, em torno de 25 ± 2 °C, portanto, temperaturas muito acima ou muito abaixo causam uma redução brusca do poder espumante, porém, na temperatura de congelamento, a coluna de espuma é preservada (Borba; Cavalleri, 2013).

A formulação A teve um melhor desempenho em relação à coluna de espuma, então, o aumento do teor de mel de abelhas e estrato glicólico de mel podem ter contribuído para o aumento dessa coluna de espuma. A formação de espuma promove a umectação da sujeira e também o emulsionamento da sujeira, sendo assim um ótimo detergente e com alto teor espumante (Fonsêca; De Oliveira; Kotwiski *et al.*, 2023).

O órgão genital feminino possui características próprias, como o pH ácido e microrganismos responsáveis pela saúde do órgão, porém, o desequilíbrio nessa região com a mudança de pH pode pôr em risco seu bom funcionamento, com a probabilidade de proliferação de patógenos. Muitos fatores podem

estar associados a esses descontroles, como por exemplo, o uso de ducha vaginal (De Paiva Oliveira *et al.*, 2017). Observa-se na Tabela 5 o pH das formulações com tendência a ácido.

Tabela 5 – resultados obtidos na análise de pH para cada formulação do sabonete líquido íntimo

Análise*	Formulação A*	Formulação B*
pH	3,94+1,24a	5,74 +1,47b

*Médias dentro da mesma linha, com letras iguais, são significativamente diferentes no nível de 5% pelo teste de Tukey.

Fonte: elaboração própria.

O pH é uma das mais importantes barreiras de proteção da pele devido à produção de ácido láctico e por conferir à superfície cutânea defesa contra invasores externos, como a poluição, mudanças de temperatura e agentes químicos. O pH da pele é levemente acidificado (4,6 – 5,8), o que favorece a defesa fungicida e bactericida em sua superfície. Já o pH de uma vagina normal é ácido, com valores que oscilam entre 3,8 e 4,2, sendo esse pH o que garante os microrganismos de uma flora vaginal saudável (Lopes *et al.*, 2018).

O Guia Prático de Condutas (FEBRASGO, 2009) afirma que o produto ideal deve possuir detergência suave e pH ácido variando entre 4,2 e 5,6. Logo, as duas formulações desse trabalho corresponderam ao esperado, porém, a formulação A possui uma quantidade maior de mel de abelhas, sendo assim, mais ácida.

CONCLUSÃO

Em virtude dos aspectos observados, pode-se concluir que os resultados obtidos foram satisfatórios. Tendo em vista todos os parâmetros avaliados das formulações A e B, é possível afirmar que a adoção de produtos apícolas nas formulações estudadas se mostrou bem-sucedida em relação às propriedades analisadas durante o trabalho, portanto, levando em consideração os dados apresentados, pode-se concluir que o trabalho alcançou os resultados e objetivos desejados.

Entretanto, faz-se necessário ajustar as formulações para ser possível elaborar uma quantidade equilibrada de extrato glicólico de mel de abelhas e mel de abelhas puro que não influencie negativamente na cor, além de garantir um produto monofásico, conservar seu odor e garantir coluna de espuma e pH ácido.

Sugestões para trabalhos futuros são análise microbiológica, análise de armazenamento e análise *Swot* para uma garantia de impacto de mercado.

REFERÊNCIAS

ABIHPEC. Associação Brasileira das Indústrias de Higiene Pessoal e Cosméticos. 2014/2015. **III Caderno de Tendências Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos**, 2014. Disponível em: http://sindquimicagoias.org.br/site/images/arquivos/GOIANIA_ABIHPEC_Apres_III_CT2014_2015_21_ago14.p df. Acesso em: 8 jun. 2023.

ANVISA. **Guia de estabilidade de produtos cosméticos**. Brasília: Ministério da Saúde, ANVISA; 2004 [citado 2012 jun]. v. 1. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisde-conteudo/publicacoes/cosmeticos/manuais-e-guias/guia-de-estabilidade-de-cosmeticos.pdf/view>. Acesso em: 18 jun. 2023.

BÁNKUTI, R. M; GOMES, J. P. C. A Importância da Análise Sensorial no Desenvolvimento de um cosmético. **Important User Information**, [S.l], v. 16, n. 1, p. 69-85, dez. 2021.

BORBA, P. A. A. *et al.* Estudos de caracterização e pré-formulação objetivando o desenvolvimento de dispersões sólidas contendo o antihipertensivo telmisartana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS (12°CBPOL), 12., 2013, Florianópolis. **Lista de trabalhos do Congresso Brasileiro de Polímeros (12°CBPol)**. Florianópolis: Wiley-Vch, 2013. p. 1-4. Disponível em: <https://e-democracia.com.br/cbpol/anais/2013/temas/>. Acesso em: 18 jun. 2024.

BOURANEN, A.; MOSBAH, H; MARTINS, V. M. R.; SOUSA, M. J. (2018). Desenvolvimento e determinação da estabilidade de

uma formulação cosmética anti-idade com incorporação de pólen. *In: V Congresso Ibérico de Apicultura*. Coimbra, 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos: 2004. **Série Qualidade de Cosméticos**. v.1. maio de 2004. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/publics/cosméticos>. Acesso em: 5 jan. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Gerência Geral de cosméticos. **Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos**: Uma abordagem sobre os Ensaios Físicos e Químicos. 2 ed. Brasília, 2008. 120 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC no 211**. Dispõe sobre a definição e a classificação de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes. Brasília, 14 jul. 2005.

BRASIL. **Parecer Técnico Nº 1**, de 28 de maio de 2004. Brasília: Anvisa, n. 1. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/cosmeticos/pareceres/parecer-tecnico-no-1-de-28-de-maio-de-2004>. Acesso em: 13 dez. 2022.

CRUZ, T. A. da. **Análise da repelência de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) utilizando plantas da família Verbenaceae**. 2021. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Bacharel em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba-Mg, 2021.

DE PAIVA OLIVEIRA, M. *et al.* Avaliação antibacteriana dos sabonetes íntimos frente aos principais constituintes da microbiota vulvovaginal. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, [S. l.], n. S3A, v. 6, p. 122-129, 2017.

DIAS, L. W. **Preparação de filmes poliméricos biodegradáveis para aplicação em embalagens para cosméticos**. 2017. 78 f. Monografia (Especialização) – Curso de Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

FARMACOPÉIA BRASILEIRA, 5a. Ed., São Paulo: Organização Andrei Editora, 2010.

FEBRASGO (São Paulo). **Guia prático de condutas**. Higiene genital feminina. São Paulo, SP: Federação Brasileira Das Associações de Ginecologia e Obstetrícia, 2009. p. 32. Disponível em: https://missali.site.med.br/fmfiles/index.asp/::XPR3638 ::/ Guia_de_ Higiene_Feminina.pdf . Acesso em: 14 ago. 2012.

FONSÊCA, F. da S. S.; DE OLIVEIRA, V. J. dos S.; KOTWISKI, F. O. Bioprospecção da atividade antifúngica de plantas medicinais para preparo de forma farmacêutica de uso tópico. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 5198-5216, 2023.

HEFFKO, M. R. P.; MAFFRA, G. P.; POLILLO, M. C. N.; PLETSCH, A. H. M. Abordagem educativa de higiene podal na atenção primária. **Revista Feridas**, [S.l.], n. 38, v. 7, p. 1382-1385, 1 set. 2019.

LOPES, A. C.; MORAES, A. de; OLIVEIRA, A. F. R. de; GUIMA-

RÃES, B. P.; OLIVEIRA, C. F. de; BETIM, F. C. M.; MARTINEZ, A. L.; BOBEK, V. B. Análise físico-química comparativa de sabonetes líquidos. **Visão Acadêmica**, [S.l.], v. 19, n. 2, p. 1518-8361, 30 out. 2018.

LENTZ, A. S.; BLAU, M. C. **Comparações entre as maquiagens orgânica e sintética**: uma revisão integrativa. 2018. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Estética e Cosmética, Repositório Universitário da Ânima (Runa), [S.l.], 2018. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/7930>. Acesso em: 13 dez. 2022.

MONDELLI, J. Estética e cosmética em clínica integrada restauradora. 2004, **Anais..** Ponta Grossa: ABO-Associação Brasileira de Odontologia, 2004. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001414676>. Acesso em: 17 set. 2023.

MORAES, D. C. de. **Processamento do óleo de girassol como estratégia para a produção de cosméticos orgânicos**. 2013. 16 f. Tese (graduação) – Curso de Farmácia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013.

MORAIS, L. A. S. de. **Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais**. 2009. 14 f. Tese (graduação) – Curso de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

OLIVEIRA, Y. C. de. **Sabonete artesanal de pelo**: produção, avaliação da qualidade e aceitabilidade sensorial. 2018. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Ciên-

cia e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN, 2018.

OLIVEIRA, T. G. de M. **Sabonete de café com mel: desenvolvimento, análise sensorial e intenção de compra.** 2021. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Apicultura, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros, 2021.

PEDROSA, E. B. **Sustentabilidade e saúde no uso de plantas medicinais na ótica das populações ribeirinhas da Amazônia.** 2021. 171 f. Dissertação (Mestrado em Serviço Social) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2021.

POLÍMEROS (12°CBPOL), 12., 2013, Florianópolis. **6FA2.pdf.** Florianópolis: Departamento de Ciências Farmacêuticas - 2013. p. 1-4.

PRISTA, L. N.; BAHIA, M. F. G.; VILAR, E. **Dermofarmácia e Cosmética.** Porto: Associação Nacional de Farmácia, 1995.

QUEIROZ, A. D. **Avaliação da estabilidade físico-química de sabonetes líquidos magistral e industrializado para acne.** 2019. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Farmácia, Universidade de Uberaba, Uberaba, 2019.

TOMAZINI, C. G.; GROSSI, S. de F. A importância da apicultura para o agronegócio brasileiro. **SIMTEC - Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga**, v. 6, n. 1, p. 48-61, 22 dez. 2019.

VIEIRA- JUNIOR, F.; MACIEL, A. A. M.; LINARD, C. F. B. M.; CHAVES, R. de C. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade de uma formulação de sabonete líquido facial à base de extrato de romã (*Punica granatum* L.). **Research, Society And Development**, [S.l.], v. 11, n. 17, p. 1-10, 21 dez. 2022.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coord.). **Métodos físico-químicos para a análise de alimentos**. 4. ed.; 1. ed. dig. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

CAPÍTULO

16

Avaliação da digestibilidade e
toxicidade da farinha de coco para
abelhas *Apis mellifera*

ANTONIO ABREU DA SILVEIRA NETO
CECÍLIA STEFANY DE LIRA SANTOS
KAIO GUILHERME SIQUEIRA DE OLIVEIRA
LUCIENE XAVIER DE MESQUITA-CARVALHO

INTRODUÇÃO

O Brasil possui condições climáticas favoráveis para a criação de abelhas, pois existe floração praticamente durante todo o ano, mantendo o comércio sempre ativo (Coelho *et al.*, 2008). Entretanto, no Nordeste do país, o longo período de escassez de chuvas impossibilita a floração das espécies, diminuindo drasticamente o fluxo de néctar e pólen, sendo assim, necessário buscar alternativas viáveis de alimentação para manutenção das necessidades das abelhas durante a estiagem (Pereira, 2005).

A alimentação artificial a ser ofertada para as abelhas deve ser proteica, energética ou energética-proteica (Pereira *et al.*, 2014). Deve possuir palatabilidade, bom valor nutritivo, ser de fácil aquisição e, um dos fatores mais importantes, ser economicamente viável para o produtor, pois ele necessitará de uma alimentação artificial para manter a vitalidade das abelhas no período de escassez de recursos e de baixa produção para evitar o abandono das colônias (Sousa, 2000).

As abelhas adquirem substâncias nutricionais, como as proteínas, através do pólen e seus carboidratos são adquiridos por meio do néctar e do mel (Silva *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2015). Para desenvolvimento da fase larval e reprodutiva, é necessária uma alimentação com proteínas, caso não haja essa suplementação, as abelhas podem apresentar o não desenvolvimento de suas glândulas, da musculatura, da produção de óvulos, entre outros (Pereira, 2010); sendo de suma importância uma alimentação rica e equilibrada.

A substituição do néctar na alimentação artificial não é tão complexa como a substituição do pólen, pois um xarope à base de água e açúcar possui um bom desempenho para forne-

cimento de carboidratos para a colônia (Pinto, 2010). Porém, a substituição do pólen sem consequências danosas à colônia é um empecilho para muitos apicultores, pois algum substituto escolhido pode não nutrir as abelhas, diminuir sua expectativa de vida, causar perda de população e, até mesmo, ser tóxico para elas.

Alguns produtores utilizam alimentos para substituição do pólen, dentre eles, farinha de soja, a levedura de cana-de-açúcar, o farelo de trigo e a glutenose de milho (Pereira *et al.*, 2006). Outros alimentos alternativos são testados por meio de estudos para o benefício maior das abelhas. Porém, muitos criadores alimentam suas colônias com produtos artificiais ou com a mistura deles, sem saber se pode ser prejudicial ou não para elas, podendo causar morte ou abandono (Haydak, 1995; Sousa, 2000).

Diante dos fatos apresentados, o presente trabalho buscou avaliar o potencial da farinha de coco como possível substituto para o pólen, associado ao xarope de açúcar, para formação de uma alimentação artificial viável na criação de abelhas *Apis mellifera*.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Geleia Real e Rainhas (laboratório 91) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) - Campus Pau dos Ferros. Todas as atividades ligadas ao experimento iniciaram-se no dia 28 de maio de 2019 e concluíram-se no dia 19 de junho. A escolha da farinha de coco processada e comprada em supermercado para o trabalho se deu em virtude de

seu elevado valor nutritivo, sobretudo proteico (Pezzato *et al.*, 2004) e de sua facilidade de compra no mercado.

As abelhas *Apis mellifera* utilizadas no experimento foram coletadas no apiário da própria escola, localizado a cerca de duzentos metros da instituição. Foram selecionados dois quadros de crias operculadas (com aproximadamente 20 dias de vida) que foram coletadas um dia antes da montagem das gaiolas experimentais para que, no dia seguinte, houvesse maior controle do tempo de emersão das operárias. O transporte dos quadros foi feito em um isopor para que fossem mantidas as condições de temperatura e umidade encontradas na colmeia durante seu transporte até o laboratório 91, onde foram embalados com papel filme e guardados na estufa *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D) da marca Limatec®, à temperatura média controlada de 34°C e umidade de 67%.

À medida que emergiam, as abelhas eram separadas em grupos de 40 e colocadas em gaiolas de 8 cm de comprimento, 11 cm de largura e 13 cm de altura, que possuíam as laterais revestidas em madeira, partes inferior e superior com malha de ferro, a última com duas aberturas, que permitiam o depósito de vidros de coloração âmbar, com capacidade de 20 ml. Por meio desses, foram fornecidos, em média, 5 ml de água e alimentação energética (xarope de água e açúcar) na proporção de uma parte de água para duas de açúcar) às abelhas. Ademais, as partes frontais das gaiolas eram feitas totalmente de vidro, de modo que fosse facilitada a visualização das operárias durante todo o processo experimental. Foram utilizadas nove gaiolas para o experimento, sendo três para o tratamento testemunha negativa (T1), em que só eram ofertadas as alimentações líquidas (água e xarope de água e

açúcar); outras três para o tratamento testemunha positiva (T2), simulando as condições ideais da colônia, ou seja, com o pólen, água e xarope (simulando o néctar); e por fim, três gaiolas que receberam farinha de coco, água e xarope (T3). Para a oferta do alimento sólido (pólen e farinha de coco), foram usadas tampas de plástico de 3,5 cm de diâmetro e 0,5 cm de altura, nas quais eram ofertados 500 mg do suplemento, como pode ser observado na figura 1 a seguir.



Figura 1 – (A) B.O.D com as gaiolas em confinamento. (B) Gaiola de madeira, com laterais de vidro e piso telado com alumínio, contendo também dois recipientes de água e xarope, além da alimentação sólida ofertada em tampa plástica vermelha no interior da gaiola

Fonte: elaboração própria.

Para avaliação da toxicidade, utilizou-se a metodologia de Pereira (2005), comparando a farinha de coco com o pólen através dos cálculos do Índice de Mortalidade (IM) e do Tempo Médio de Mortalidade (TMM), também utilizados nas metodologias de Pereira (2014). No IM, “Abelhas mortas” indica a quantidade total de abelhas submetidas a um dado tratamento, e “Número de dias”, o período que abrange todo o tratamento. A razão entre essas variáveis indica a quantidade média

de abelhas mortas diariamente sob um dado tratamento em condições controladas de laboratório, conforme observa-se na fórmula a seguir (1):

$$IM = \frac{\text{Abelhas mortas}}{\text{Número de dias}} \quad (1)$$

Já no TMM, “Abelhas mortas x número de dias” representa o somatório do produto entre as abelhas mortas a cada dia de tratamento pelo dia em que morreram. Esse cálculo é realizado a cada dia até que se encerre o tratamento, quando todos os valores são somados. Já “Total de abelhas mortas” refere-se à soma de todas as abelhas confinadas na gaiola dos respectivos testes. A razão entre as variáveis supracitadas evidencia a longevidade média de abelhas submetidas às condições de laboratório e a tratamentos controlados. Ou seja, indica o tempo de vida das abelhas em condições específicas, conforme a fórmula adiante (2):

$$TMM = \frac{\Sigma(\text{Abelhas mortas} \times \text{número de dias})}{\text{Total de abelhas mortas}} \quad (2)$$

Os testes de digestibilidade e ganho e/ou perda de peso, foram realizados em paralelo aos de toxicidade, testando-se os mesmos tratamentos (T1, T2 e T3). Para isso, utilizaram-se duas gaiolas (uma para cada tratamento) com 40 abelhas recém-emergidas em cada uma. As fórmulas utilizadas para o levantamento desses dados também foram utilizadas por Pereira (2014). O cálculo da digestibilidade consiste no somatório do consumo individual (C_i) das abelhas, dado pela diferença entre as massas inicial e final de xarope, água e alimento sólido ofertados em cada dia de experimento, representado por meio

da fórmula a seguir, em que “ $\Sigma c. \text{xarope} + c. \text{água} + c. \text{sólido}$ ” representa a soma dos consumos de alimentações líquida e sólida de todos os dias de tratamento, o que é dividido pelo total de abelhas vivas ao final de todo o processo. Dessa forma, sabe-se, em média, a quantidade de alimento consumido por abelha (3).

$$C_i = \frac{\Sigma(c.\text{xarope}+c.\text{água}+c.\text{sólido})}{\text{Total de abelhas vivas}} \quad (3)$$

Ao fim do confinamento, foram retiradas dez abelhas de cada gaiola, que foram sacrificadas por meio da remoção de suas cabeças. Em seguida, com o auxílio de uma pinça metálica, foram retirados os resíduos do reto de cada operária que posteriormente eram espalhados sob papel filtro previamente seco em estufa e pesado. Pela diferença de massa entre o papel limpo e as fezes dividido por dez, conseguiu-se a média do alimento não digerido pelas abelhas (F). Com a obtenção dos dados de C_i e F, foi possível o cálculo da digestibilidade com a fórmula a seguir, em que “Dg” é a digestibilidade, “ C_i ” é o consumo individual e “F” é a diferença da massa do conteúdo digestivo das abelhas. Relacionando-se essas variáveis, pode-se determinar a porcentagem de aproveitamento nutricional do alimento consumido pelas abelhas (4):

$$Dg = \frac{(C_i - F) \times 100}{C_i} \quad (4)$$

Por fim, para analisar o ganho e/ou perda de peso, foram pesadas 10 abelhas antes e depois do confinamento. Para a realização do cálculo, foi feita a diferença entre o peso final (Pf) e o inicial (Pi), conforme o cálculo a seguir (5):

$$Gp = Pf - Pi \quad (5)$$

O experimento foi delineado de forma inteiramente casualizada (DIC), utilizou-se a análise de variância (ANOVA) para as análises estatísticas do Cd, IM e TMM. As médias que apresentaram diferença estatística foram comparadas *a posteriori* pelo teste de Tukey a um nível de 5% de probabilidade, com o programa estatístico *BioStat*®.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Sobre toxicidade das alimentações artificiais, a partir da observação da Tabela 1, pode-se verificar que não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os três tratamentos, tanto no IM quanto no TMM.

Tabela 1 – médias e desvios-padrão do Índice de Mortalidade (abelhas/dias) e Tempo Médio de Mortalidade (TMM) (dias) das operárias de *Apis mellifera* alimentadas com diferentes rações por tratamento em gaiolas sob condições de laboratório de maio a junho de 2019 em Pau dos Ferros, RN

Tratamento	IM (abelha/dia)	TMM (dias)
Pólen	3,30 ± 1,22	9,12 ± 1,30
Testemunha	2,77 ± 0,44	9,15 ± 0,36
Farinha de coco	2,50 ± 1,05	11,23 ± 2,33

Fonte: elaboração própria.

Diante disso, existe a possibilidade de que a farinha de coco não seja de natureza tóxica às abelhas, uma vez que, se o fosse, possuiria IM e TMM menores do que o tratamento testemunha aprotéico. Estudos realizados por Almeida-Melo (2011) sobre

a toxicidade de macerados da Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*) para abelhas melíferas (*Apis mellifera*) corroboram para essa afirmação, pois, em suas observações, ele percebeu que as operárias confinadas e alimentadas pelo tratamento testemunha aprobeico demoraram o dobro de tempo de vida, cerca de 25 dias, em relação às alimentadas pelo macerado de Jurema Preta, que viveram por apenas 12 dias. Outro estudo em que também se observou essa afirmação foi o de Macedo (2018) que analisou a toxicidade de flores de mulungu (*Erythrina velutina*) para abelhas do gênero *Apis* e percebeu que, quando se aumentavam as concentrações do feno dessas flores, as abelhas morriam mais rápido em relação àquelas alimentadas com o tratamento testemunha.

Partindo de outra perspectiva, o coco também não ampliou a longevidade das abelhas, o que pode indicar a não existência de nutrientes favoráveis ao aumento de expectativa de vida das operárias. Cavalcante e Aquino (2016) observaram dados semelhantes em testes realizados com aveia, em que avaliaram não diferença estatística entre o alimento, o tratamento testemunha e o pólen na alimentação de abelhas *Apis mellifera*, comprovando que a aveia não aumentou a expectativa de vida das abelhas suplementadas por ela, mas também não a reduziu.

No entanto, o esperado era que as abelhas alimentadas com pólen tivessem um TMM maior e um IM menor em relação aos demais tratamentos, já que ele é sua única fonte natural de proteínas, sendo, portanto, indispensável ao desenvolvimento e ao crescimento adequado das operárias (Winston, 2003). Dessa forma, o pólen fornecido deveria possuir condições limitantes ao desenvolvimento satisfatório das abelhas alimentadas por ele. Entre essas, pode-se elencar a presença de microrganismos

mos no produto, já que o pólen acumula umidade com notória facilidade, conforme Barreto *et al.* (2005) reiteram em seu estudo do pólen, por meio do qual, afirmam que o gameta pode ser fermentado por fungos ou bactérias se não for conservado adequadamente.

Pode-se, ainda, citar a influência da mudança ambiental brusca sofrida pelas abelhas em ambiente controlado sobre sua longevidade e desenvolvimento morfofisiológico. Pires *et al.* (2016), em seu estudo sobre o Colapso de Desaparecimento de Colônias [*Colony of Colon Disappearance (CCD)*], observam que mudanças climáticas bruscas podem afetar negativamente os hábitos nutricional e comportamental das abelhas, representando um potencial causador do CCD e da redução da expectativa de vida dessas. Como, diariamente, as abelhas eram retiradas, em gaiolas de observação, do ambiente controlado da B.O.D. para serem alimentadas e, em seguida, devolvidas à estufa, essa mudança pode ter influenciado no seu funcionamento digestivo. Além do mais, as operárias não foram estudadas em seu ambiente natural, o campo, o que também se configura como mudança climática e, dessa forma, também pode ter influenciado seus hábitos nutricionais.

Sobre o ganho ou perda de peso, pode-se constatar uma perda de peso nas abelhas submetidas aos tratamentos negativos, enquanto a farinha de coco proporcionou um ganho de peso, como observado na Tabela 2. Ainda na Tabela 2, pode-se observar a mesma digestibilidade para o xarope e a farinha de coco.

Tabela 2 – médias do ganho ou perda de peso (mg) e da digestibilidade (%) das abelhas *Apis mellifera* alimentadas com pólen e farinha de coco por tratamento, mantidas sob observação em gaiolas nas condições de laboratório de maio a junho de 2019 em Pau dos Ferros, RN

Tratamento	Ganho ou perda (mg)	Digestibilidade (%)
Pólen	- 0,027	---
Testemunha	---	98
Farinha de coco	0,066	98

Fonte: elaboração própria.

Essa perda de peso observada nas operárias confinadas com o xarope pode ter sido influência do curto período de confinamento das abelhas até a pesagem final, que foi de cinco dias, não havendo tempo suficiente para o desenvolvimento dos tecidos e glândulas para o ganho de peso (Pereira, 2005). Outro motivo para a perda de peso pode ter sido o próprio confinamento das abelhas nas gaiolas, pois a produção de enzimas proteolíticas, responsáveis pela digestão das proteínas e que resultam no ganho de peso, cai consideravelmente em situação de confinamento (Crailsheim, 1990). Além disso, durante as primeiras 72 horas, as abelhas tendem a perder peso, pois perdem gradualmente água e utilizam suas reservas para o restante do seu desenvolvimento e endurecimento de seu exoesqueleto (Winston, 2003).

No entanto, as abelhas alimentadas com o tratamento experimental de farinha de coco apresentaram um ganho de peso em relação às alimentadas apenas com xarope de água com açúcar. Isso pode se dar pelo potencial proteico da farinha de coco, pois a proteína é responsável pelo desenvolvimento e crescimento das abelhas e é o componente mais importante do pólen para elas (Silveira Neto, 2017), sendo possível, assim,

associar os resultados obtidos da proteína presente na alimentação artificial ao pólen consumido pelas abelhas no campo. Outro motivo pode ser que as abelhas tenham sido pesadas com acúmulo de fezes, resultando em um maior peso acumulado. Por fim, as abelhas pesadas no início do confinamento não são, necessariamente, as mesmas pesadas ao final, podendo assim, apresentar certa variação nos resultados.

Em ambos os tratamentos, pode-se notar um alto índice de digestibilidade dos alimentos e um dos motivos para esse índice elevado pode ser devido ao consumo da alimentação líquida, neste experimento, água e xarope de açúcar 2:1. A absorção de água e alimentação energética ocorre no intestino médio das abelhas (Catae *et al.*, 2014), o que explica a alta digestibilidade no tratamento testemunha. No entanto, no tratamento alimentado com farinha de coco também foi apresentada alta digestibilidade, mesmo consumindo alimento sólido. Pereira (2005) afirma que a absorção da glicose ocorre nos primeiros 2/3 do aparelho digestivo, logo, considerando que a farinha de coco apresenta maior valor de lipídios e carboidratos dentro de seus componentes (Queiroz *et al.*, 2017), que são entendidos como energéticos, esse pode ser o motivo para a alta digestibilidade do tratamento.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a farinha de coco não apresentou toxicidade às abelhas *Apis mellífera* e não influenciou sua longevidade. Além disso, apresentou alta digestibilidade em relação ao tratamento positivo (T1). No entanto, tais afirmações foram levantadas a partir de análises laboratoriais, portanto, essas

podem incentivar análises feitas a campo, sob as influências naturais do meio ambiente. Por fim, acredita-se que a farinha de coco seja uma alternativa viável à suplementação de colônias *Apis mellifera*, considerando-se os possíveis benefícios a serem promovidos às abelhas em seu desenvolvimento e sua acessibilidade mercadológica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA MELO, V. de A. M.; TELES LEITE, D.; NÓBREGA GUEDES, G.; BEZERRA FERREIRA, M. L.; SILVA, R. A. da. Toxicidade de flores de jurema-preta às abelhas operárias *Apis mellifera*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.], v. 6, n. 5, p. 1-5, 2011.

BARRETO, L. M. R. C.; FUNARI, S. R. C.; ORSI, R. de O. Composição e qualidade do pólen apícola proveniente de sete Estados brasileiros e do Distrito Federal. **Qualidade de Produtos de Origem Animal**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 167-175, fev. 2005.

CATAE, A. F.; ROAT, T. C.; OLIVEIRA, R. A. de; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O. Cytotoxic effects of thiamethoxam in the midgut and malpighian tubules of Africanized *Apis mellifera* (Hymenoptera: apidae). **Microscopy Research And Technique**, [S.l.], v. 77, n. 4, p. 274-281, 27 jan. 2014.

CAVALCANTE, V. M. C.; AQUINO, Q. M. L. **Avaliação do potencial tóxico de dois alimentos proteicos: aveia (*Avena fatua*) e soja (*Glycine max*) em abelhas *Apis mellifera***. 2016. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Apicultura) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros, 2018.

COELHO, M.S.; SILVA, J.H.V.; OLIVEIRA, E.R.A.; ARAÚJO, J.A.; LIMA, M.R. Alimentos convencionais e alternativos para abelhas. **Caatinga** (Mossoró, Brasil), Revisão de Literatura, v. 21, n. 1, p. 1-9, jan/mar. 2008.

CRAILSHEIM, K. The protein balance of the honey bee worker. **Apidologie**, v. 21, n. 5, p. 417-429, 1990.

HAYDAK, M.H. Value of pollen substitutes for brood rearing of honeybee. **Jornal of Economic Entomology**, v. 38, n. 4, p. 484-487, 1995.

MACEDO, C. R. de. **Estudo do efeito do macerado de flores de mulungú sobre operária de abelhas africanizadas**. 2018. 13 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Sistemas Agroindustriais, Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal - PB, 2018.

PEREIRA, D. S.; HERNÁNDEZ, M. L.; ANDRADE, A. B. A. de; SOUSA, J. da S.; MARACAJÁ, P. B. Alimentação de abelhas *Apis mellifera* L. (Africanizadas) no período de estiagem, no Semiárido Nordeste, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S.l.], v. 9, n. 5, p. 117, 26 dez. 2014.

PEREIRA, F. D. M.; FREITAS, B. M.; VIEIRA NETO, J. M.; LOPES, M. D. R.; BARBOSA, A. D. L.; CAMARGO, R. C. R. **Desenvolvimento de colônias de abelhas com diferentes alimentos proteicos**. Área de Informação da Sede-Artigo em periódico indexado (ALICE). v. 41, n. 1, p.1-7, 2006.

PEREIRA, F. M. **Alternativas de Alimentação Para Abelhas**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cafe/busca-de-publicacoes/-/publicacao/872929/alternativas-de-alimentacao-para-abelhas>. Acesso em: 12 out. 2019.

PEREIRA, F. M. **Desenvolvimento de ração proteica para abelhas *Apis mellifera* utilizando produtos regionais do Nordeste brasileiro**. 2005. 192f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; FURUYA, W.M.; PINTO, L.G.Q. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*O. niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 26, p. 329-337, 2004.

PINTO, M. R. R. **Alimentação de *Apis mellifera* africanizadas: relação com a fisiologia, produção, sanidade e segurança alimentar**. 2010. 102 f. Dissertação (Mestrado em Veterinária) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

PIRES, S. S. C.; PEREIRA, M. F.; LOPES, R. T. M.; NOCELI, F. C. R.; MALASPINA, O.; PETTIS, S. J.; TEIXEIRA, W. E. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 422-442, maio de 2016.

QUEIROZ, A. M.; ROCHA, R. F. J. da; GARRUTI, D. dos S.; SILVA, A. de P. V. da; ARAUJO, Í. M. da S. Elaboração e caracterização de cookies sem glúten enriquecidos com farinha de coco: uma alternativa para celíacos. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [S.l.], v. 20, n. 2, p. 1-11, dez. 2017.

SILVA, D. F.; ARAUJO, I. G.; WELTER, J. H.; WAGNER, R. B.; MENEZES, L. F. G.; ARBOITTE, M. Z. 2010. Desenvolvimento e pro-

dução de pólen em colmeias de *Apis mellifera* L. africanizadas mantidas em cultura de girassol. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 3, n. 8, p. 147-151, 2010.

SILVA, S. J. R. da; ABSY, M. L.; FLACH, A.; NEVES, R. O. das; MALASPINA, O. Toxicidade do pólen de *Ferdinandusa paraensis* Ducke (Rubiaceae) para abelhas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) em Roraima, Brasil, região Amazônica. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 12-18, 27 abr. 2015.

SILVEIRA NETO, A. A. da. **Toxicidade, digestibilidade e ganho de peso da abelha *Apis mellifera* alimentada com ração proteica alternativa**. 2017. 101 f. Tese (Curso de Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SOUSA, R. M. Variações na população silvestre da abelha africanizada (*Apis mellifera* L.) na caatinga. In: **ENCONTRO SOBRE ABELHAS**, 4, 2000, Ribeirão Preto, SP. USP, Filosofia, 2000.

WINSTON, N. L. **A Biologia da Abelha**. Porto Alegre: Magister, 2003. 276 p.



Tipografias utilizadas:

Crimson Pro

Sora

Esta obra foi submetida e selecionada por meio de edital específico para publicação pela Editora IFRN, tendo sido analisada por pares no processo de editoração científica.

A Editora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) já publicou livros em todas as áreas do conhecimento, ultrapassando a marca de 250 títulos. Atualmente, a edição de suas obras está direcionada a cinco linhas editoriais, quais sejam: acadêmica, técnico-científica, de apoio didático-pedagógico, artístico-literária ou cultural potiguar.

Ao articular-se à função social do IFRN, a Editora destaca seu compromisso com a formação humana integral, o exercício da cidadania, a produção e a socialização do conhecimento.

Nesse sentido, a Editora IFRN visa promover a publicação da produção de servidores e estudantes deste Instituto, bem como da comunidade externa, nas várias áreas do saber, abrangendo edição, difusão e distribuição dos seus produtos editoriais, buscando, sempre, consolidar a sua política editorial, que prioriza a qualidade.





**RÔMULO MAGNO
OLIVEIRA DE FREITAS**

Graduado em Engenharia Agrônômica, pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Possui Mestrado e Doutorado em Fitotecnia pela UFERSA. Atualmente é professor da área de Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.



**FRANCISCO VIEIRA
SALES JÚNIOR**

Graduado em Administração, pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e em Agronegócios pela Universidade de Maringá (Unicesumar). Possui Mestrado em Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e Técnico em Agropecuária pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Atualmente é Técnico em Agropecuária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.



Apresentamos a você um livro com uma abordagem profissional e embasada em estudos científicos realizados por pesquisadores do Instituto Federal do Rio Grande do Norte nas áreas de ciências agrárias e ambientais que certamente despertará a curiosidade para aqueles que desejam se aprofundar no mundo das abelhas e explorar os benefícios que elas podem trazer para a nossa sociedade. Com uma abordagem profissional e embasada em estudos científicos, o livro “Estudos aplicados às abelhas no semiárido” abrange uma gama de tópicos em seus 16 capítulos relacionados à apicultura e as abelhas nativas. Desde a formulação e avaliação da qualidade de produtos apícolas alimentícios e não-alimentícios, com a utilização de mel, pólen e própolis, até a conservação das abelhas no semiárido; cada capítulo oferece uma riqueza de informações valiosas e práticas.

ISBN 978-85-94137-48-7



9 788594 137487 >



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO RIO GRANDE DO NORTE



Associação Brasileira
das Editoras Universitárias