

CAPÍTULO 11

Explorando o sabor da Amazônia: uma análise do mel de *Duckeola ghilianii* (Spinola, 1853) (caçadora-de-limão) e sua contribuição para o desenvolvimento regional sustentável

Mayara Faleiros-Quevedo
Tiago Maurício Franco¹

RESUMO

Duckeola ghilianii (ordem: *Hymenoptera*; superfamília: *Apoidea*) é uma espécie de abelha sem ferrão encontrada na Amazônia brasileira e conhecida popularmente como abelha-policia ou caçadora-de-limão, em referência à defesa dos meliponários aos ataques constantes de abelhas do gênero *Lestrimelitta* (abelhas-limão). Essa espécie também produz mel, que é muito apreciado pelas comunidades locais, tornando-a um potencial alvo promissor para projetos de popularização da criação de abelhas sem ferrão. Com o intuito de contribuir para o desenvolvimento regional, o objetivo

¹ Os autores agradecem à empresa Mbee Mel de Terroir pela cessão da amostra analisada e à empresa Apis Flora pelo treinamento nas análises laboratoriais.

deste trabalho foi analisar o mel da abelha *D. ghilianii* quanto às suas propriedades físico-químicas e à sua atividade antimicrobiana para verificar a potencial qualidade desse mel, gerando dados para desenvolvimento da criação racional dessa abelha e comercialização de seu produto. Para isso, uma amostra foi coletada na região de Parintins (AM), onde foram realizadas análises físico-químicas e atividade antimicrobiana, que resultaram em um mel de pH baixo (3,15), alta acidez (117,09 mEq/Kg) e umidade > 25, teor de 5-hidroximetilfurfural de 40,77 e quantidade de açúcares redutores (49,40 g/100 g). O mel possui característica bacteriostática em uma concentração de 125 µl/poço de mel para as bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, sem, contudo, apresentar ação bactericida. O mel da abelha *D. ghilianii* produzido na região é de excelente qualidade e pode possuir propriedades medicinais potenciais. Portanto, essa espécie de abelha pode ser manejada racionalmente para produção de mel, além do uso já conhecido como guardião dos meliponários, favorecendo a produção de mel e o desenvolvimento da meliponicultura na região.

Palavras-chave: propriedades físico-química; abelha sem ferrão; atividade antimicrobiana; análise de alimentos; Meliponini.

EXPLORING THE TASTE OF THE AMAZON: AN ANALYSIS OF *DUCKEOLA GHILIANII* (SPINOLA, 1853) (“LEMON HUNTER”) HONEY AND ITS CONTRIBUTION TO SUSTAINABLE REGIONAL DEVELOPMENT

ABSTRACT

Duckeola ghilianii (Hymenoptera: Apoidea) is a stingless bee species from the Brazilian Amazon, popularly known as the “police bee” or “lemon hunter” because it defends meliponaries against frequent attacks by bees of the genus *Lestrimelitta* (“lemon bee”). This species also produces honey that is highly valued by local communities, making it a promising target for projects aimed at popularizing stingless beekeeping. With the aim of contributing to regional development, in this study, *D. ghilianii* honey was analyzed for its physicochemical properties and antimicrobial activity, in order to evaluate the potential quality of this honey and to obtain data for the development of sustainable rearing practices for this bee and the commercialization of its honey. For this purpose, a sample was taken from the Parintins region (Amazonas State) and the physicochemical and antimicrobial properties were analyzed. These analyses revealed a honey with a low pH (3.15), a high acidity (117.09 mEq/Kg) and a moisture content higher than 25 %. In addition, the honey had a content of 5-hydroxymethylfurfural of 40.77 and an amount of reducing sugars (49.40 g / 100 g). The honey showed bacteriostatic properties at a concentration of 125 µl/well against the bacteria *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, although it did

not show bactericidal activity. The *D. ghilianii* honey produced in the Amazonia is of excellent quality and may have potential medicinal properties. Consequently, in addition to its already recognised role as a guardian of meliponaries, this bee species can be rationally bred for honey production, promoting honey production and further development of meliponiculture in the region.

Keywords: physicochemical properties; stingless bee; antimicrobial activity; food analysis; Meliponini.

11.1 INTRODUÇÃO

Na tribo Meliponini (ordem: *Hymenoptera*; superfamília: *Apoidea*), as abelhas estão distribuídas principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do planeta, com mais de 500 espécies descritas dentro de cerca de 64 gêneros (Michener, 2007). As abelhas sem ferrão (ASF), pertencentes a essa tribo, apesar de se correlacionarem com atividades econômicas solidificadas, como a produção de própolis e mel, desempenham uma importante função nos processos ecossistêmicos nos quais se encontram inseridas, por meio da polinização. (Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2004).

A polinização, considerada como um serviço ecossistêmico, é importante não somente para a reprodução das angiospermas, mas também para a produção de alimentos, a manutenção e a conservação da biodiversidade (Yamamoto *et al.*, 2010). As abelhas, em geral, desempenham um papel fundamental para o ecossistema, pois são consideradas as maiores agentes de polinização (Michener, 2007).

Considerando-se a importância e diversidade das abelhas, atualmente existem esforços no âmbito mundial para se ampliar o conhecimento sobre sua biodiversidade, necessária para o desenvolvimento de estratégias voltadas à sua conservação e uso sustentável. No processo de identificação das espécies de abelhas, as informações são diluídas em publicações diversas e com pouco acesso ao grande público, dificultando a obtenção de dados sobre riqueza, diversidade, distribuição e impactos de atividades humanas, além da carência de informações precisas sobre os nomes válidos ou sinônimos (Freitas; Pereira, 2009).

As abelhas do gênero *Duckeola* estão distribuídas na região Amazônica do Brasil, com descrição da espécie *Duckeola ghilianii* (Spinola, 1853) (Camargo, 2013). Essa espécie é conhecida popularmente como abelha-policia ou caçadora-de-limão, em referência à defesa dos meliponários aos ataques constantes de abelhas parasitas saqueadoras obrigatórias do gênero *Lestrimelitta*, também conhecidas como abelha-limão. Até então, *D. ghilianii* vem sendo utilizada na região Amazônica como protetora dos meliponários (Rech; Schwade; Schwade, 2013).

A literatura atual apresenta uma lacuna de informações relativas a esta espécie de abelha, sendo que o material disponível se restringe à discussão sobre seu comportamento defensivo (Rech; Schwade; Schwade, 2013) e à caracterização morfológica (Rozen *et al.*, 2021). No processo de busca por informações, a predominância dos dados obtidos é constituída por menções ou hiperlinks associados a entrevistas de produtores.

O Brasil é um dos países que possui maior variedade de ecossistemas, com seis biomas, cobrindo cerca de 8 milhões de km² e a região Amazônica corresponde a 49,29 % da área total (Convention on Biological and Diversity, 2009). Assim, ações governamentais e da sociedade são necessárias para lidar com problemas econô-

micos e de impactos sociais e ecológicos, porém, as informações de qualidade que são geradas, acabam não fornecendo proteção à biodiversidade ou que atendam à demanda social, de forma sustentável (Hipólito *et al.*, 2021).

Apesar de tradicionalmente serem manejados pelos povos da região Amazônica, não existem muitos registros sobre a atividade de criação de abelhas sem ferrão (ASF) no estado do Amazonas. A sabedoria popular sugere que, com base em tradições culturais, os remédios de origem natural são tradicionalmente ingeridos junto ao mel produzido por ASF, após ser devidamente diluído em água. Consequentemente, devido à ausência de boas práticas e métodos de manejo sustentável, essas comunidades adotaram padrões de exploração extrativista na obtenção do mel. Nesse processo, ocorre a exclusão do pólen das colmeias e a destruição de ninhos. (Hiroshi Noda; Souza; Filho, 2013).

No contexto da agricultura familiar, as ASF e a meliponicultura representam uma oportunidade de complementação da renda familiar das comunidades. Para algumas famílias, um único quilo de mel pode significar um aumento de 20 % da renda mensal (Frazão, 2013). As abelhas são os principais polinizadores de espécies de árvores da Amazônia. No entanto, o desmatamento e as queimadas ameaçam estas espécies, então, setores da sociedade civil e governamentais têm se preocupado com a busca de alternativas para o desmatamento e consequente uso sustentável de recursos naturais amazônicos.

Diferentemente das regiões Sul, Sudeste e Nordeste, que são regiões no Brasil que estão mais avançadas na organização da produção de mel e cultivo de ASF, a região Amazônica está nos estágios de início de desenvolvimento e organização do setor, que contam com esforços de instituições principalmente civil para capacitação de grupo de agricultores familiares como produtores (Meirelles Filho; Fernandes; Oliveira, 2016).

Nesse sentido, o Projeto de Lei PL nº 4429/2020 assume um importante papel ao abordar a regulamentação da criação, manejo, transporte e comércio de colônias de ASF, bem como seus produtos e serviços resultantes da prática da Meliponicultura. Ao promover diretrizes claras para essa atividade, o projeto visa reconhecer a importância das abelhas nativas no ecossistema e na polinização de culturas agrícolas. Além disso, ao regular o comércio e os produtos derivados, a sustentabilidade da prática e o respeito aos conhecimentos tradicionais dos meliponicultores são garantidos.

Já a Lei nº 14.639/2023, que estabelece a Política Nacional de Incentivo à Produção Melífera e ao Desenvolvimento de Produtos e Serviços Apícolas e Meliponícolas de Qualidade, representa um passo significativo em direção à valorização e estímulo à produção melífera no âmbito nacional. Ao instituir uma política abrangente com foco nessas atividades, essa lei demonstra um compromisso em promover práticas

ambientalmente responsáveis, fomentando o crescimento econômico das comunidades ligadas a essas atividades (Brasil, 2023).

Assim, a valorização, proteção, conservação e criação das ASF se tornam uma alternativa para geração de renda, garantindo também a manutenção das florestas, a partir de ações de educação ambiental e o manejo correto da espécie (Venturieri, 2008). É relevante estabelecer o reconhecimento da importância desses insetos polinizadores, que, além de possuir ligação direta com os efeitos das mudanças climáticas e perda da biodiversidade, são essenciais para continuidade de serviços ecossistêmicos, produção de alimentos e equilíbrio no funcionamento dos ecossistemas terrestres e bem-estar humano (Faleiros-Quevedo; Franco, 2022).

Considerando a diversidade de flora e a variedade de espécies de ASF existente na região Amazônica, o mel produzido ali apresenta um potencial de valorização do produto e desenvolvimento econômico para os produtores, pois esse produto possui características sensoriais diferenciadas dos méis de *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) consumidos no Brasil, tornando-o um produto com alto valor agregado (Faleiros-Quevedo; Franco, 2022).

O mel produzido pelas ASF possui particularidades, com sabor menos doce, mais acidificado e menos viscoso devido sua composição e quantidade de açúcares, umidade e acidez, quando comparado ao mel das abelhas *A. mellifera* (Nordin *et al.*, 2018). Muitos avanços nos estudos com o mel de ASF vem ocorrendo, principalmente pelo seu teor medicinal, com resultados promissores, por meio de alta capacidade antioxidante (Ávila *et al.*, 2018; Biluca *et al.*, 2016; Ooi *et al.*, 2021) e potenciais atividades antimicrobiana (Khongkwanmueang *et al.*, 2020).

A meliponicultura feita de forma sustentável (Barbiéri; Franco, 2020), desempenha um importante papel como apoio na realização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. As abelhas são essenciais para manter a variedade alimentar da população, indo ao encontro com o objetivo de consumo e produção responsáveis (objetivo 2), junto com a manutenção da biodiversidade, relacionado à vida terrestre (objetivo 15). Além disso, com o desenvolvimento da cadeia de produção, criam-se novos empregos e a região se desenvolve economicamente, diminuindo assim as desigualdades e trazendo dignidade para toda uma comunidade (objetivos 1, 8 e 10). Pensando também nos produtos das ASF, com pesquisas relacionadas ao mel com propriedades medicinais, atendem então ao objetivo de saúde e bem-estar (objetivo 3).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é analisar o mel da abelha caçadora-de-limão (*Duckeola ghilianii* – Spinola, 1853) quanto às suas propriedades físico-químicas e atividade antimicrobiana, a fim de verificar o potencial da qualidade desse mel, gerando dados para criação racional dessa abelha, visando à produção e à comercialização do mel.

11.2. METODOLOGIA

11.2.1 Amostra

Foi adquirida uma amostra de 60 ml de um lote de 10 l de mel de *D. ghilianii*, proveniente da cidade de Parintins-AM, segundo município mais populoso da região, coletado durante o segundo semestre do ano de 2021.

Foram realizadas análises laboratoriais no Laboratório de Abelhas, Biotecnologia e Estudos em Sustentabilidade, da Escola de Artes, Ciências e Humanidades, da Universidade de São Paulo (Labees – EACH-USP) de densidade, cor, umidade, pH, acidez, 5-hidroximetilfurfural (HMF) e açúcar redutor, além de atividade antimicrobiana, utilizando o método da microdiluição em caldo, com a determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) e da Concentração Bactericida Mínima (CBM).

11.2.2 Densidade

Para a determinação da densidade, que relaciona a massa da amostra de mel a 20°C com a massa de volume de água na mesma temperatura, utilizou-se um picnômetro de 10 ml. Após inserção da amostra, o picnômetro foi colocado no freezer para alcançar a temperatura ideal (20 °C). Posteriormente, foi pesado e cálculos foram efetuados de acordo com os métodos físico-químicos para análise de alimentos (Lutz, 2008).

11.2.3 Cor

Para a análise da cor, utilizou-se um fotômetro portátil para cor de mel (Hanna) calibrado com glicerina. Após a inserção da amostra, o resultado foi analisado seguindo a escala pFund de cor, conforme o Método Oficial 960.44 (Aoac, 2016).

11.2.4 Umidade

Para a determinação da umidade, utilizou-se o refratômetro de bancada tipo Abbeé. Após a amostra ter sido mantida à temperatura de 20 °C, o volume de mel na cubeta foi ajustado para sua capacidade total. Posterior à realização da leitura, o valor obtido foi correlacionado com a tabela de índice de refração preconizada para mel, conforme as diretrizes estipuladas pelo método 969.38B (Aoac, 2016).

11.2.5 pH

A determinação do pH foi realizada por meio da utilização de um pHmetro de bancada. Para isso, foram empregados 2,5 g da amostra, em duplicata, e acondicionados em um béquer de 100 ml. Subsequentemente, a amostra foi diluída com a adição de 19 ml de água destilada e em seguida, realizou-se a medição do pH.

11.2.6 Acidez

Para a determinação da acidez, foi utilizada a metodologia 962.19 da Association of Official Analytical Chemists (Aoac, 2016). Após a medição do pH, sob agitação, a solução foi titulada em duplicata com hidróxido de sódio 0,01 M. Os resultados obtidos foram então expressos em miliequivalente por grama.

11.2.7 5-Hidroximetilfurfural (HMF)

Para a determinação dos valores de hidroximetilfurfural, utilizou-se a metodologia 980.23 da Association of Official Analytical Chemists (Aoac, 2016). No preparo da amostra, pesou-se 2,5 ml de mel em balão de 25 ml e foi adicionado 0,25 ml de acetato de zinco 30 % e 0,25 ml de ferrocianeto de potássio 15 %. O volume do balão foi ajustado para sua capacidade máxima por meio da adição de água. Em sequência, a solução resultante passou pelo processo de filtração com papel filtro.

Para a preparação das soluções destinadas à análise, separou-se dois tubos de ensaio, executando-se essa etapa em duplicata. No primeiro tubo, adicionou-se 2,5 ml da amostra previamente preparada, sendo acompanhado por 2,5 ml da solução de bissulfito a 0,2%, desempenhando a função de um tubo controle (tubo branco). No segundo tubo de ensaio, foram combinados 2,5 ml da amostra preparada junto com 2,5 ml de água destilada, representando a amostra propriamente dita.

Posteriormente, após agitação utilizando um vórtex, as leituras de absorbância foram adquiridas por meio de um espectrofotômetro. Os resultados obtidos foram então quantificados em miligramas por quilograma (mg/Kg), seguindo a formulação delineada na metodologia utilizada.

11.2.8 Açúcares redutores

Para determinação de açúcares redutores, que é feito por titulação, foi adotada a metodologia determinada pela Comissão Internacional de Mel (IHC, 2002), em duplicata. Pesou-se 3 g da amostra de mel e adicionou-se no balão volumétrico de 100 ml. Em seguida, foi adicionado 5 ml de solução de acetato de zinco 12 % e 5 ml de solução de ferrocianeto de potássio 6 %, completando posteriormente o volume com água destilada. A solução resultante foi então submetida à filtração por meio de papel filtro. Após o ajuste do pH para 9,0 utilizando carbonato de sódio, a solução foi submetida a uma filtragem adicional.

Para a titulação, em um balão volumétrico de 250 ml, foram adicionados 10 ml da solução A de Fehling, 10 ml da solução B de Fehling, contas de porcelana e 40 ml de água e colocado em chapa aquecedora até ebulição. Após o início da ebulição, a amostra preparada foi adicionada em uma bureta de 25 ml, marcando assim o início da titulação. A determinação prosseguiu até que a tonalidade da solução contida no

balão apresentasse uma tonalidade marrom, momento na qual o volume consumido durante o processo de titulação foi registrado.

11.2.9 Atividade antimicrobiana – método da microdiluição em caldo

Foram utilizadas as cepas de bactéria Gram positiva *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 e da bactéria gram-negativa de *Escherichia coli* ATCC 8739. Após a ativação dos microrganismos em tubo de ensaio contendo ágar Mueller Hinton e incubação a 35 °C em aerobiose por 18 a 24 h, foi realizada a diluição da amostra de mel.

Para a diluição, pesou-se 1 g de mel, que foi diluído com 10 ml de Mueller Hinton caldo (MHC) e então, distribuído na fileira 1 da placa de 96 poços com fundo em U. Nos outros poços, foi adicionado 100 µL do meio de cultura MHC. A partir do poço 1, foi realizada a diluição seriada: após a homogeneização do conteúdo do poço, com uma multicanal, adicionado 100 µL do conteúdo do poço 1 no poço 2 e assim sucessivamente.

Para o preparo do inóculo, em uma capela de fluxo laminar, retirou-se uma pequena porção da colônia do microrganismo com o auxílio de uma alça bacteriológica esterilizada no bico de Bunsen. O inóculo foi transferido para um tubo de ensaio (20 x 120 mm) contendo 9 ml de solução de cloreto de sódio 0,85 % esterilizado e em seguida, mensurou-se a turbidez em espectrofotômetro no comprimento de onda de 625 nm, com resultados de absorbâncias de 0,077 UFC/ml para *E. coli* e 0,070 UFC/ml para *S. aureus*.

O equivalente a 1 ml da solução do patógeno foi diluída em 19 ml de MHC e então, adicionado 10 µL em cada poço com o auxílio da pipeta multicanal e incubado na estufa a 35 °C em aerobiose por 24 hs. A concentração de mel no primeiro poço foi de 500 µL/poço.

11.2.10 Determinação da concentração inibitória mínima (CIM)

Após o período de incubação das placas, avaliou-se a presença de turvação nos poços para determinar a CIM. Nos poços onde ocorreu turvação, não foi observada inibição.

11.2.11 Determinação da concentração bactericida mínima (CBM)

Na capela de fluxo laminar, demarcou-se na placa de Petri, contendo 20 ml de meio ágar Mueller Hinton, o ponto de origem e o poço de referência. Posteriormente, inoculou-se 15 µL do conteúdo presente em cada poço, que foi cuidadosamente distribuído em pontos equidistantes ao longo da superfície da placa de Petri. Após a completa dessecação do material inoculado, a placa foi submetida a um processo de incubação a uma temperatura de 35 °C, em condições de aerobiose, por um período total de 24 hs.

Decorrido o período de incubação, procedeu-se à avaliação quanto à ocorrência de crescimento microbiano, com a presença de colônias distintas. Qualquer instância em que tal crescimento excedeu o limiar estabelecido de três colônias, foi categorizada como ausência de atividade.

11.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises laboratoriais foram relacionados na Tabela 11.1, na qual é possível observar que se trata de um mel com baixo pH e alta acidez. Além disso, a umidade também se apresenta mais elevada do que a estabelecida pela legislação vigente, que determina um máximo de 20 a 25 % de água.

Tabela 11.1 Análises físico-químicas de mel de abelha caçadora-de-limão (*Duckeolla ghiliani* Spinola) proveniente de Parintins-AM

Amostra	Resultado
Densidade (g/ml)	1,36
Cor	âmbar
Umidade	>25
pH	3,15
Acidez (mEq/Kg)	117,09
HMF (mg/Kg)	40,77
Açúcar redutor (g/100g)	49,40
CIM <i>S. aureus</i> (µl/poço)	125
CIM <i>E. coli</i> (µl/poço)	125
CBM <i>S. aureus</i> (µl/poço)	não detectado
CBM <i>E. coli</i> (µl/poço)	não detectado

[CIM *S. aureus* – Concentração inibitória mínima de *Staphylococcus aureus*; CIM *E. coli* – Concentração Inibitória Mínima de *Escherichia coli*; CBM *S. aureus* – Concentração Bactericida Mínima de *Staphylococcus aureus*; CBM *E. coli* – Concentração Bactericida Mínima de *Escherichia coli*. HMF – Hidroximetilfurfural]

Quando comparamos o mel de abelha sem ferrão (ASF) com mel de abelha *A. mellifera*, percebe-se que os parâmetros não estão dentro da mesma referência, sendo o mel de ASF apresenta maior variedade de cor, maior umidade, acidez mais elevada e açúcares redutores em menor quantidade. Os índices de HMF, que são indicadores de qualidade pela deterioração, são preconizados em até 40 mg/Kg, estando no limite dos parâmetros (Faleiros-Quevedo; Franco, 2022).

Partindo para a análise da atividade antimicrobiana, é possível verificar que o mel de abelha *D. ghiliani* apresenta potencial bacteriostático, a partir da Concentração Inibitória Mínima, na concentração de 125 µl/poço de mel, que inibe o crescimento e reprodução bacteriana sem provocar a morte imediata do patógeno, podendo ser

um efeito reversível com retirada do mel, tanto para a bactéria *S. aureus* quanto para a *E. coli*.

Porém, já na análise da determinação da Concentração Bactericida Mínima, que é capaz de matar ou lesar irreversivelmente a bactéria, foi possível observar que o mel analisado não apresentou nenhuma atividade, ou seja, ele só possui atividade bacteriostática, o que pode ser utilizado em associação com outro mel que apresente essa atividade bactericida.

Outros estudos envolvendo análise de atividade antimicrobiana no estado do Amazonas, utilizando mel das espécies *Melipona seminigra merrillae*, indicam atividade contra cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* ATCC 6645, *Candida tropicalis* ATCC 13803 e *Candida krusei* LM 13, com valores de CIM variando de 256 a 512 µg mL (Silva *et al.*, 2013). O estudo não determinou os valores de CBM.

Já bactérias isoladas do mel de ASF da Amazônia (*Scaptotrigona* aff. *postica*) foram utilizadas para determinar propriedades antimicrobianas. Os achados revelaram que a bactéria identificada no mel apresentou atividade inibitória comparável àquela exibida pelo composto antibiótico denominado vancomicina, que foi utilizado como controle positivo no estudo (Silva *et al.*, 2023).

O fato do mel de ASF apresentar uma melhor atividade antimicrobiana em relação ao mel de *A. mellifera* ainda não está totalmente desvendado, mas isso ocorre possivelmente pelo fato do armazenamento do mel em ASF ser feito em potes, que são produzidos com cera e cerúmen, que possui uma porcentagem de própolis, podendo ser transferido suas propriedades para o mel. Além disso, estima-se também que leveduras naturais do mel de ASF produzam compostos secundários que aumentem a capacidade de atividade antimicrobiana.

O comportamento defensivo das abelhas *D. ghilianii* entre os gêneros sugere que ela tenha evoluído mais de uma vez entre os Meliponini (Rech; Schwade; Schwade, 2013). Além disso, é interessante observar que, em um estudo realizado com análise larval de espécies de ASF, foi constatado que as larvas de *D. ghilianii* são totalmente diferentes das outras larvas de outras espécies do grupo dos Meliponini avaliadas. Elas apresentam uma grande mandíbula, coberta externamente por espículas multipontadas, e ausência completa de tubérculos corporais, o que demonstra diferenciações significativas desde o seu estágio larval (Rozen *et al.*, 2021).

A meliponicultura é uma atividade com grande potencial de crescimento, e a gestão de melhorias das práticas de manejo reflete na expansão de mercado dos produtos das ASF, atendendo a demanda dos consumidores (Jaffé *et al.*, 2015), desenvolvendo de maneira sustentável a região Amazônica. Assim, a biodiversidade ganha destaque

no papel exercido na regulação dos processos ecológicos ligados ao funcionamento do ecossistema (Cardinale *et al.*, 2002).

Além disso, a meliponicultura ultrapassa sua relevância ecológica ao evidenciar implicações de cunho social e econômico que estão em consonância com diversos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. A expansão dessa atividade não somente aumenta a disponibilidade de alimentos e recursos naturais, mas também garante oportunidades ocupacionais, impulsionando o desenvolvimento econômico das comunidades locais.

Essa abordagem encontra reflexos nos ODS 1, 8 e 10, que direcionam empenhos para a erradicação da pobreza, a promoção do trabalho digno e a mitigação das disparidades socioeconômicas. Assim, a meliponicultura surge como uma estratégia de empoderamento, conferindo dignidade e sustentabilidade às populações anteriormente marginalizadas.

O ODS 3, que é voltado à promoção da saúde e do bem estar, está ligado aos resultados das análises das propriedades medicinais do mel das ASF, que demonstraram potenciais terapêuticos que podem dar suporte na prática da medicina convencional. Nesse sentido, a meliponicultura surge como um pilar para o alcance dos ODS.

Na perspectiva global de que a humanidade está próxima de extrapolar os limites ambientais planetários, dos quais todos dependem para o seu bem-estar, somada com a problemática de questões governamentais e a política econômica, que é falha na inserção de uma economia sustentável, a humanidade está vivendo em descompasso com o ambiente, consumindo mais do que o planeta consegue suportar (Raworth, 2012). O desenvolvimento econômico de uma região deve permitir que a comunidade se desenvolva em um espaço seguro e justo com manutenção de limites sustentáveis no uso de recursos naturais.

11.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos que o mel da abelha *Duckeolla ghiliani* produzido na região da Amazônia é um mel de excelente qualidade e com possíveis propriedades bacteriostáticas. Assim, essa abelha pode ser manejada racionalmente para produção de mel, além de uso já conhecido como guardião dos meliponários, favorecendo a produção de mel e o desenvolvimento da meliponicultura na região.

Também são necessárias análises de mais amostras da região e estudos mais aprofundados das características dessa espécie, como biologia, manejo e análises de compostos fenólicos e flavonoides presentes no mel. Dessa forma, é possível ter o conhecimento geral de suas características e propriedades, favorecendo também o desenvolvimento de fármacos ou cosméticos utilizando esse mel como matéria-prima.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). *Official methods of analysis of AOAC international*, 20th ed. Gaithersburg: Oxford University Press, 2016.
- ÁVILA, S. *et al.* Stingless bee honey: quality parameters, bioactive compounds, health-promotion properties and modification detection strategies. *Trends in Food Science and Technology*, v. 81, p. 37-50, 2018.
- BARBIÉRI, C.; FRANCOY, T. M. Theoretical model for interdisciplinary analysis of human activities: Meliponiculture as an activity that promotes sustainability. *Ambiente e Sociedade*, v. 23, 2020.
- BILUCA, F. C. *et al.* Physicochemical profiles, minerals and bioactive compounds of stingless bee honey (*Meliponinae*). *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 50, p. 61-9, 2016.
- BRASIL. Lei nº 14.639, de 25 de julho de 2023. Dispõe sobre a Política Nacional de Incentivo à Produção Melífera e ao Desenvolvimento de Produtos e Serviços Apícolas e Meliponícolas de Qualidade. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 25 jul. 2023.
- CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. *Meliponini Lepeletier*, 1836. In: MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Org.). *Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical region*. 2013. Disponível em: <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Acesso em: 4 maio 2022.
- CARDINALE, B.; PALMER, M.; COLLINS, S. Species diversity enhances ecosystem functioning through interspecific facilitation. *Nature*, v. 415, p. 426-9, 2002.
- CONVENCION ON BIOLOGICAL AND DIVERSITY (CBD). *The convention on biological diversity – Year in review*. 2008.
- FALEIROS-QUEVEDO, M.; FRANCOY, T. M. Stingless bees honeys': physical-chemical characterization, difficulties and challenges. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 6, p. e25411628996, 2022.
- FRAZÃO, R. F. *Abelhas nativas da Amazônia e populações tradicionais – manual de meliponicultura*. Belém: Instituto Peabiru, 2013.
- FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. P. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture: the international response. In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. (Ed.). *Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination*. Fortaleza, Imprensa Universitária – Universidade Federal do Ceará, 2009.
- HIPÓLITO, J. *et al.* Legislation and pollination: recommendations for policymakers and scientists. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 19, n. 1, p. 1-9, 2021.
- INTERNATIONAL HONEY COMMISSION (IHC). *Harmonised methods of the International Honey Commission*. Suíça: IHC, 2002.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo, 2008.

- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CONTRERA, F. A. L.; KLEINERT A. M. P. A Iniciativa Brasileira dos Polinizadores e a meliponicultura. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 2004, Natal. *Anais do XV Congresso Brasileiro de Apicultura*. Natal, 2004.
- JAFFÉ, R. *et al.* Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. *PLOS ONE*, v. 10, n. 3, p. e0121157, 2015.
- KHONGKWANMUEANG, A. *et al.* Physicochemical profiles, antioxidant and antibacterial capacity of honey from stingless bee *Tetragonula laeviceps Species Complex*. *E3S Web of Conferences*, v. 141, p. 03007, 2020.
- MEIRELLES FILHO, J.; FERNANDES, T.; OLIVEIRA, H. S. *Um olhar sobre a meliponicultura na Amazônia*. p. 1-10, 2016.
- MICHENER, C. D. *The bees of the world*. 2nd ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2007.
- NODA, H.; SOUZA, L. A. G.; SILVA FILHO, D. F. *Pesquisas agronômicas para a agricultura sustentável na Amazônia Central*. Manaus: Wega, 2013.
- NORDIN, A. *et al.* Physicochemical properties of stingless bee honey from around the globe: a comprehensive review. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 73, p. 91-102, 2018.
- OOI, T. *et al.* The stingless bee honey protects against hydrogen peroxide-induced oxidative damage and lipopolysaccharide-induced inflammation in vitro. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 28, n. 5, p. 2987-94, 2021.
- RAWORTH, K. A safe and just space for humanity: can we live within the doughnut? *Oxfam International*, 13 fev. 2012.
- RECH, A. R.; SCHWADE, M. A.; SCHWADE, M. R. M. Abelhas-sem-ferrão amazônicas defendem meliponários contra saques de outras abelhas. *Acta Amazonica*, v. 43, n. 3, p. 389-94, 2013.
- ROZEN JR., J.; ALMEIDA, E.; SMITH, C. S. Intratribal variation among mature larvae of stingless bees (*Apidae: Meliponini*) with descriptions of the eggs of 11 species. *American Museum Novitates*, n. 3971, 2021.
- SILVA, I. A. A. *et al.* Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of stingless bee honey from Amazonas, Northern Brazil. *Food Chemistry*, v. 141, n. 4, p. 3252-8, 2013.
- SILVA, I. C. *et al.* Evaluation of the antimicrobial capacity of bacteria isolated from stingless bee (*Scaptotrigona aff. postica*) honey cultivated in açai (*Euterpe oleracea*) monoculture. *Antibiotics*, v. 12, n. 2, p. 223, 2023.
- VENTURIERI, G. C. *Criação de abelhas indígenas na Amazônia: avanços e desafios*. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DA PECUÁRIA DA AMAZÔNIA, 2008, Belém. *Anais [...]*. Belém: Meio ambiente e pecuária, 2008.

YAMAMOTO, M.; BARBOSA, A. A.; OLIVEIRA, P. E. A polinização em cultivos agrícolas e a conservação das áreas naturais: o caso do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deneger). *Oecologia Australis* 14, p. 174-92, 2010.

