

# INOVAÇÃO BIOTECNOLÓGICA NA AMAZÔNIA: PRODUÇÃO DE MEL SINTÉTICO DE ABELHAS SEM FERRÃO

## BIOTECHNOLOGICAL INNOVATION IN THE AMAZON: PRODUCTION OF SYNTHETIC HONEY FROM STINGLESS BEES

Autora: Marineide Rocha dos Santos<sup>1</sup>

Autora: Maria José de Souza Barbosa<sup>2</sup>

Autor: Adebaro Alves dos Reis<sup>3</sup>

Autora: Maria Regina Sarkis Peixoto Joele<sup>4</sup>

Área Temática 3: **Engenharia de Alimentos, Tecnologias Agroalimentares e Sistemas Agroindustriais**  
Modalidade: **Artigo Científico**

### Resumo

O crescente interesse em biotecnologia para a produção de alimentos sintéticos de origem animal, exemplificado pelo desenvolvimento de carne e leite cultivados, abre novas avenidas para a inovação e a sustentabilidade. Neste contexto, o artigo sobre o mel sintético de abelhas sem ferrão (ASF) emerge como uma área promissora, especialmente na região amazônica, rica em biodiversidade e conhecimento tradicional associado às espécies nativas. Explora-se o papel crucial das universidades no avanço dessa pesquisa, desde a análise da composição única dos méis de ASF até o desenvolvimento de bioprocessos inovadores para produção em laboratório que pode representar, portanto, uma interseção estratégica entre a biotecnologia, a conservação da biodiversidade amazônica e a inovação na produção de alimentos com potencial socioeconômico. Para tanto fez-se uma Revisão Integrativa da Literatura, para buscar a inclusão de estudos com diferentes abordagens metodológicas (qualitativas, quantitativas e conceituais) para uma compreensão mais abrangente acerca do desenvolvimento de produtos de origem animal (POA) sintéticos, dentre eles o mel, com intuito de sintetizar o conhecimento existente sobre a aplicação da biotecnologia na produção de alimentos sintéticos de origem animal, com um foco aprofundado no mel sintético de abelhas sem ferrão (ASF) na região amazônica, explorando seu potencial de inovação, sustentabilidade e impacto socioeconômico, bem como o papel das universidades nesse processo.

**Palavras-Chave:** POA Sintético, Mel Sintético, Abelhas sem ferrão, Biotecnologia.

### Abstract

The growing interest in biotechnology for the production of synthetic animal-derived foods, exemplified by the development of cultured meat and milk, opens new avenues for innovation and sustainability. In this context, the article on synthetic stingless bee (SSB) honey emerges as a promising area, especially in the Amazon region, which is rich in biodiversity and traditional knowledge associated with native species. It explores the crucial role of universities in advancing this research, from analyzing the unique composition of SSB honeys to developing innovative bioprocesses for laboratory production. This can therefore represent a strategic intersection between biotechnology, Amazonian biodiversity conservation, and innovation in food production with socioeconomic potential. To this end, an

<sup>1</sup> IFPA; marineide.vet@gmail.com

<sup>2</sup> IFPA; mjsb.ufpa@gmail.com

<sup>3</sup> IFPA; adebaro.reis@ifpa.edu.br

<sup>4</sup> IFPA; regina.joele@ifpa.edu.br

Integrative Literature Review was conducted to include studies with different methodological approaches (qualitative, quantitative, and conceptual) for a more comprehensive understanding of the development of synthetic animal-derived products (ADPs), including honey. The aim is to synthesize existing knowledge on the application of biotechnology in the production of synthetic animal-derived foods, with an in-depth focus on synthetic stingless bee (SSB) honey in the Amazon region, exploring its potential for innovation, sustainability, and socioeconomic impact, as well as the role of universities in this process.

**Keywords:** Synthetic ADPs. Synthetic Honey. Stingless Bees. Biotechnology. Bioprocesses.

## 1. Introdução

A crescente demanda por produtos de origem animal para alimentar a população vem ao longo dos anos se mostrando desafiadores aos cientistas, para aliar a produção a questões ambientais e éticas associadas à produção tradicional. E, diante desse cenário, o Brasil desponta como um importante produtor mundial de alimentos (Saath e Fachinello, 2019).

A agricultura celular é uma área da biotecnologia que realiza cultivo de produtos de origem animal em laboratório a partir de células de animais vivos (Stephens e Ellis, 2020) e vêm crescendo aceleradamente na última década. Esse segmento de produção de proteína sintética é dinâmico, com avanços tecnológicos contínuos e discussões sociais, moldando sua trajetória, contudo, observa-se que a legislação dos países estão atrasadas e buscam estruturar o marco regulatório, para garantir a segurança do produto e viabilizar sua comercialização (Galland e Pacheco, 2022). Neste novo segmento destacam-se pesquisas já estabelecidas, com carne de origem bovina, suína e de aves além de leite de bovinos.

Neste segmento é promissora a pesquisa sobre produção de mel de abelhas, tendo em vista sua versatilidade, sendo utilizado em divergentes ramos alimentícios, farmacêutico, estético, dentre outros, embora as abelhas com ferrão sejam mais utilizadas. Nesse nicho, estudos como o de RAO et al. (2016) sobre o mel confirmaram suas propriedades biológicas, como atividades antioxidantes, anti-inflamatórias, antibacterianas, antivirais, antiulcerosas; e propriedades anti-hiperlipidêmicas, antidiabéticas, anticancerígenas e cicatrizantes.

É importante ressaltar que existem mais de 2500 espécies de abelhas no mundo e uma quantidade considerável dessas vivem na região amazônica, dentre elas, as abelhas sem ferrão (meliponíneos), que apresentam relevância quanto a questões econômicas e culturais, para indígenas, ribeirinhos e comunidades tradicionais dessa região (Nogueira, 2023).

Culturalmente, o manejo e produção dessas espécies de abelhas fazem parte do conhecimento ancestral de diversas comunidades tradicionais, que as utilizam para a produção de mel, pólen e outros produtos (Caetano et al., 2024); além de disso, usam o conhecimento empírico, voltado ao uso medicinal do mel de abelhas sem ferrão, para tratamento de catarata e glaucoma, contudo, ainda não existem registros acadêmicos ou comprovação científica comprovando a eficácia desse modo de uso.

As abelhas sem ferrão são importantes tanto culturalmente quanto economicamente, por desempenharem um papel crucial na polinização das plantas do bioma amazônico, pela produção de mel que apresenta características peculiares em função da espécie bem como da região onde são produzidos (Vieira et al., 2023); na geração de renda para populações tradicionais e pequenos produtores, além de sua inestimável contribuição para o meio ambiente e para a sustentabilidade da agricultura familiar da região amazônica .

Observou-se com base na análise literária que o universo das abelhas é vasto e diversificado, sendo comumente dividido em dois grandes grupos: as abelhas com ferrão (principalmente a espécie *Apis mellifera*, conhecida como abelha europeia ou africanizada) e as abelhas sem ferrão (Meliponíneos). Embora ambas desempenhem funções ecossistêmicas cruciais, suas características biológicas, comportamentais e produtivas são distintas (Oliveira et al., 2023). Contudo, quando se busca pesquisas acerca das abelhas sem ferrão, principalmente, relacionadas as características fisiológicas, aos produtos meliponícolas, seus critérios de identificação e qualidade, nota-se poucas pesquisas que abordam a fisiologia e características físico-químicas desse tipo específico de mel.

O Brasil ainda não tem um regulamento técnico de identidade e qualidade do mel de ASF, contudo alguns estados como Amazonas, Bahia, Paraná e São Paulo na tentativa de oferecer informações que sirvam de base científica para a elaboração de um regulamento federal, nos moldes dos já estabelecidos as abelhas com ferrão, e, assim, essa cadeia produtiva seja melhor embasada (MAPA, 2023).

Nesse contexto, se faz importante realizar pesquisas acerca de suas propriedades nutricionais e medicinais, bem como, sua importância para a conservação e preservação ambiental visando a sustentabilidade produtiva de alimentos.

## 2. Metodologia

Para investigar as novas biotécnicas de inovação científica voltadas a obtenção de alimentos de origem animal cultivados em laboratório ou agricultura celular foi realizado uma Revisão Integrativa da Literatura, para buscar a inclusão de estudos com diferentes abordagens metodológicas (qualitativas, quantitativas e conceituais) para uma compreensão mais abrangente acerca do desenvolvimento de produtos de origem animal (POA) sintéticos, dentre eles o mel, com intuito de sintetizar o conhecimento existente sobre a aplicação da biotecnologia na produção de alimentos sintéticos de origem animal, com um foco aprofundado no mel sintético de abelhas sem ferrão (ASF) na região amazônica, explorando seu potencial de inovação, sustentabilidade e impacto socioeconômico, bem como o papel das universidades nesse processo.

Conduziu-se uma revisão bibliográfica aprofundada na base de dados Scielo e no Portal de Periódicos Capes (CAFÉ), a busca foi realizada em artigos em língua portuguesa e inglesa, iniciou-se a busca a partir das palavras-chave: POA Sintéticos. Mel Sintético. Abelhas Sem Ferrão. Biotecnologia. Bioprocessos. A questão norteadora foi: quais os avanços nas biotecnologias por trás desenvolvimento de produtos de origem animal sintéticos ou agricultura celular nas pesquisas universitárias.

Para a seleção das publicações foram levados em consideração os seguintes critérios: artigos publicados no período de 2015 a 2024, e a qualidade das fontes, priorizando aquelas publicadas em periódicos relevantes.

Os critérios de exclusão dos artigos na base de dados pesquisada foram: estudos que não se concentrassem no contexto da questão norteadora; publicações anteriores a 2015 e artigos em duplicatas, uma vez que buscou sintetizar e analisar trabalhos sobre desenvolvimento de biotécnicas para obtenção de produtos de origem animal (carne, leite e mel- objetivo maior da pesquisa).

A crescente demanda por produtos de origem animal, impulsionada pelo aumento populacional e pela mudança de hábitos de consumo, vem gerando uma pressão cada vez maior sobre os recursos naturais do planeta, sendo a pecuária convencional sempre apontada como um dos principais contribuintes para as emissões de gases de efeito estufa, desmatamento, e degradação ambiental, além de levantar preocupações éticas relacionadas ao bem-estar animal.

Diante deste panorama, pesquisas sobre desenvolvimento de biotecnologias para a obtenção de produtos de origem animal sintéticos não são apenas uma alternativa promissora, mas uma necessidade estratégica e urgente, posicionariam o Brasil e outras nações na vanguarda da inovação em sistemas alimentares para mitigar impactos ambientais da produção de alimentos e ajudar na soberania alimentar da população.

### 3. Resultados/Discussões

#### 3.1. PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL SINTÉTICOS: UMA TENDÊNCIA DE MERCADO

A preocupação cada vez mais latente em alimentar a população mundial devido à expectativa de crescimento exponencial, cuja a produção de alimentos tradicional não consegue acompanhar, associada as mudanças comportamentais e nos hábitos de consumo, são conduzidas com objetivos de produzir mais e fornecer mais alimentos com qualidade nutricional para os mais distintos tipos de dieta.

Atualmente o campo da biotecnologia, bioquímica, biologia celular e engenharia genética conseguem produzir alimentos de origem animal em laboratório, com pouco conteúdo celular de animais de produção, como bovinos, suínos e aves (Galland e Pacheco, 2022), por meio de técnicas como fermentação de precisão e recombinação de DNA (Stephens e Ellis, 2020) visando atender as demandas crescentes por alimentos de qualidade, cuja produção gerem o menor impacto possível ao bem estar animal (BEA).

O processo de produção de carne cultivada in vitro envolve isolamento de células satélite da espécie animal, tendo predileção pelo uso de células tronco (por sua característica pluripotente), na qual se faz cultivo e diferenciação nas células, induzidas por fatores bioquímicos que produzirão miócitos, adipócitos, fibras dentre outros. Juntas esses tipos celulares são capazes de formar a carne semelhante a convencional (Reiss, Robertson e Suzuki, 2021).

#### 3.1 O CENÁRIO MUNDIAL DAS PROTEÍNAS SINTÉTICAS

No atual cenário mundial surgiram hambúrguer e leite de gado sintéticos, carnes de aves e suínos cultivadas em laboratório, somente com isolamento e cultivo in vitro de células tronco dessas espécies, a partir da coleta de tecidos de animais. Contudo existem desafios

referentes à produção de proteínas de origem animal sintéticas, dentre elas sua capacidade de expansão e adaptação, custos de produção, aceitação pelo mercado consumidor, bem como, os impactos ambientais e éticos voltados à segurança alimentar (Thompson, 2022).

Thompson (2022) mostra que na Nova Zelândia, onde essas pesquisas são avançadas criou-se uma discussão acerca de como seria a adaptação dessa tecnologia, de obtenção de proteínas de origem animal, junto aos setores agropecuários tradicionais. Países como Singapura, EUA, Israel aprovaram a comercialização de carne sintética, no entanto, tem esbarrado em fatores como o custo elevado, a aceitação pelo público e a necessidade de regulamentações mais abrangentes.

No Brasil a ANVISA (RDC nº 839/2023) regulamentou o registro desse tipo de alimento, abrindo o mercado para sua comercialização, contudo, na contramão dessa cenário, a Comissão de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Desenvolvimento Rural da Câmara dos Deputados aprovou o Projeto de Lei 1999/24 visa proibir a fabricação e a comercialização de leite sintético em todo o Brasil, alegando o impacto negativo dessa tecnologia para o cadeia leiteira nacional, composta em sua maioria por pequenos e médios produtores (Agência Câmara de Notícias, 2024).

Contudo o cenário de inovação na produção de alimentos de origem animal não se restringe às carnes. Pesquisas como produção laboratorial de avançam também na produção de leite, couro e ovos (Stephens e Ellis, 2020) e mel sintético (George e George, 2022), demonstrando o potencial da biotecnologia para replicar diversos produtos da natureza em laboratório.

Esse contexto de pesquisa de novos produtos do origem animal sintéticos geram preocupações sobre a concorrência e a sustentabilidade das atividades desenvolvidas pelo setor da pecuária, uma vez que sua produção está diretamente relacionada aos pequenos produtores que dependem da produção tradicional.

### 3.2 MEL NO CENÁRIO DE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS SINTÉTICOS OU CULTIVADO EM LABORATÓRIO

O mel é considerado um superalimento com importância mundial por apresentar versatilidade e múltiplos benefícios, sendo fonte natural de energia, material importante em diversas culturas e possuindo propriedades medicinais e terapêuticas (George e George,

2022); além disso, as abelhas desempenham um papel importantíssimo com a polinização, sendo crucial para o desenvolvimento de cerca de 90% das espécies de plantas e muitas culturas alimentares; esse fator desencadeia uma série de outros efeitos, como a manutenção da biodiversidade e saúde dos ecossistemas (Beringer et al., 2019).

Atualmente, o modo de produção do mel acarreta risco às espécies de abelhas além de pôr em perigo a população que os consome. Alguns estudos mostram que méis produzidos em fazendas podem conter índices perigosos de toxinas, pesticidas e antibióticos, além de serem cada vez mais frequentes notícias em veículos de comunicação em massa da morte de enxames de abelhas pelo uso indiscriminado de defensivos agrícolas em plantações onde as abelhas se alimentam.

Estudos como de Beringer et al. (2019) apontam cenários trágicos a sobrevivência do planeta em caso de extinção das abelhas, impactando a produção de alimentos, a biodiversidade e a economia global, uma vez que a polinização é essencial para a reprodução de diversas plantas, incluindo muitas culturas agrícolas, seria drasticamente reduzida, levando a uma diminuição na quantidade e qualidade dos alimentos.

### 3.3 MEL DE MELIPONÍDEOS: SUSTENTABILIDADE X PRODUÇÃO SINTÉTICA

Os produtos de origem amazônica tem apresentado uma demanda crescente de mercado, dentre o mel de meliponídeos, entretanto estudos sobre as características físico-químicas que auxiliem na definição de padrões de qualidade para sua comercialização ainda são escassos na região Norte do Brasil. Sabe-se que este mel necessita de maiores cuidados no decorrer de sua obtenção e conservação em virtude de suas características físico-químicas, requerendo refrigeração, pasteurização e desumidificação para garantir maior durabilidade (Oliveira et al., 2023).

Ainda não se tem uma regulação técnica nacional que estabeleça o perfil de identidade do mel de abelhas sem ferrão amplo ou que atenda todas as espécies de melíponas, uma vez que a variedade de espécies e a diversidade de biomas e flora, impactam no perfil físico químico e microbiológico, atribuindo a esses méis características de sabor e aroma peculiares em cada região (Nogueira, 2023, Caetano et al., 2024).

As características organolépticas do mel das abelhas Apis diferem consideravelmente das abelhas melíponas em termos de consistência, sabor e, principalmente, quantidade, o que

acaba limitando a produção do mel de meliponíneos em larga escala. Mas por sua versatilidade de uso para a indústria nutracêutica em ascensão necessita realizar estudos e pesquisa para a inovação, a fim de ampliar a capacidade de produção e fornecer mel de quantidade, para que centenas de colmeias possam produzir, por meio de um dispositivo compacto, relativamente rápido e altamente eficiente.

### 3.2.1. Produção de mel sintético: uma tendência de mercado?

Outro produto com estudos, acerca da produção e cultivo em laboratório, é o mel de abelhas, em especial, daquelas com ferrão. Pesquisas elaboradas por George e George (2022) conseguiram estabelecer o processamento do mel cultivado em laboratório, utilizando uma técnica denominada biossíntese mecânica, onde o néctar e o pólen são cultivados em ambiente controlado até sua transformação em mel, sem a necessidade de adição de sabores ou corantes artificiais (George e George, 2022).

George e George (2022) conseguiram replicar o ambiente estomacal das abelhas e com auxílio de bactérias modificadas, a fermentação de precisão e a engenharia bacteriana conseguiram fornecer meio de crescimento para que essas bactérias produzam em laboratório o mel com características semelhantes ao mel produzido pelas abelhas, com consistências, parâmetros nutricionais e sabor semelhantes aos originários da produção animal tradicional.

Baseados nesses estudos surgiu o interesse em pesquisar e adaptar essas biotecnologias para as espécies melíponas, que tem uma excepcional importância no contexto ambiental e social da região amazônica, porém com uma produtividade muito baixa, principalmente, quando comparada com as abelhas com ferrão. Nesse sentido, para a obtenção mel sintético de abelhas sem ferrão é necessário realizar pesquisas de caráter complexo, a fim conhecer a composição dos mesmos, para estabelecer uma regulação única desses méis melíponas, nos moldes do mel de abelhas Apis.

As universidades podem despontar como centros de excelência de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I), aplicadas aos bioprocessos para a obtenção de alimentos de origem animal sintéticos, replicando e desenvolvendo métodos eficientes para a produção de biotecnologias de biomoléculas destinadas a demanda de produção alimentar, dentre eles o Mel Sintético de abelhas sem ferrão, a fim de contribuir diretamente à

valorização do produto a partir de bioprocessos inovadores e adaptados às características únicas desses méis e à produção em larga escala, sem a necessidade da exploração indiscriminada das colônias de abelhas no ambiente em que elas estão inseridas, fato esse que possibilita a conservação das espécies em seus ecossistemas.

#### 4. Considerações Finais ou Conclusão

A produção de mel sintético de ASF apresenta-se como uma estratégia potencial para reduzir a pressão sobre as populações nativas, muitas vezes exploradas de forma não sustentável, e para valorizar as características singulares desses méis.

Nesse prisma, as universidades podem desempenhar um papel crucial no desenvolvimento de pesquisas que atendam demandas específicas, tanto de conservação das ASF e para o desenvolvimento de tecnologias como as de investigação do mel sintético de ASF, como de produtos com características nutricionais ou sensoriais diferenciadas, estabelecendo interseção estratégica entre a biotecnologia, conservação da biodiversidade amazônica e inovação na produção de alimentos com potencial socioeconômico.

#### 5. Agradecimentos (opcional) (fonte Times New Roman, tamanho 12, espaçamento 1,5)

XX  
XX  
XX

**SUGESTÕES/ORIENTAÇÕES:** Neste item fazer os agradecimentos as instituições e agências de fomento que apoiaram o trabalho científico.

#### 6. Referências Bibliográficas

ANVISA. (2023). **Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 839, de 14 de dezembro de 2023.** Dispõe sobre a comprovação de segurança e a autorização de uso de novos alimentos e novos ingredientes [Disponível em: AnvisaLegis].

BERINGER, J., MACIEL, F. L., & TRAMONTINA, F. F. (2019). **O declínio populacional das abelhas: causas, potenciais soluções e perspectivas futuras.** Revista Eletrônica Científica Da UERGS , 5(1), 18–27. <https://doi.org/10.21674/2448-0479.51.18-27>

CAETANO, T.S.G.; FRANCO, J.R.; OLIVEIRA, V.C.; AGOSTINHO, I.M.; ALMEIDA, I.A.; PAI, E.D.; JUNIOR, G.N. **A importância das abelhas sem ferrão na polinização das culturas agrícolas no Brasil.** Revista DELOS, Curitiba, v.17, n.61, p. 01-14, 2024

GALLAND, F.A.B; PACHECO, M.T.B. **Carne cultivada.** São Paulo: Tiki Books: The Good Food Institute Brasil, 2022. (Série Tecnológica das Proteínas Alternativas) E-Book: PDF, 30 p.; IL

GEORGE, A.S.; GEORGE, A.S.H. **Lab Grown Honey: The Next Generation of Sustainable Alternative Nutritional Novel Food.** Partners Universal International Research Journal (PUIRJ) Volume: 01 Issue: 02. 2022. DOI:10.5281/zenodo.6726700.

MAPA (2023). **Características Físico-Químicas dos Principais Produtos Meliponícolas e Legislações e Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade (RTIQs) na Meliponicultura.** 1ª edição, 2023.

NOGUEIRA, D. S. **Overview of Stingless Bees in Brazil (Hymenoptera: Apidae: Meliponini).** EntomoBrasilis, [S. l.], v. 16, p. e1041, 2023.

OLIVEIRA, E.V.S.; VASCONCELOS, G.K.C.; SILVA, J.B.; SILVA, E.V. **Caracterização físico-química dos méis e polens das abelhas sem ferrão das espécies Melipona flavolineata E Melipona fasciculata.** Quim. Nova, Vol. 46, No. 10, 942-948, 2023. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20230075>

RAO, P.V.; KRISHNAN, K.T.; SALLAH, N.; GAN, S.H. **Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: a comparative review.** Rev. bras. farmacogn. 26 (5). Set-Out 2016. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.01.012>

REISS, J., ROBERTSON, S., E SUZUKI, M. **Cell sources for cultivated meat: Applications and considerations throughout the reduction workflow.** International Journal of Molecular Science, 22(14), 7513. 2021. <https://doi.org/10.3390/ijms2214751>

SAATH, H.C.O.; FACHINELLO, A.L. **Crescimento da Demanda Mundial de Alimentos e Restrições do Fator Terra no Brasil.** Artigo. Rev. Econ. Sociol. Rural 56 (2). Apr-Jun 2018. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>.

STEPHENS, N.; ELLIS, M. **Cellular agriculture in the UK: a review.** Wellcome Open Research 2020, 5:12 Last updated: 23 MAR 2022. <https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.15685.1>

THOMPSON, A. S. **The Lab of Milk and Honey: Discourses in Aotearoa New Zealand Media that Envisage a Synthetic Protein Future.** Centre for Sustainability Discussion Paper No. 6. University of Otago. New Zeland. February 2022.

VIEIRA, T.R; NOGUEZ, C.S.; SANTOS, M.A.; WAGNER, S.A. **Caracterização físico-química e botânica do mel de abelhas sem ferrão (Meliponini), de ocorrência no Vale do Taquari – RS, objetivando edição de RTIQ.** Research, Society and Development, v. 12, n. 3, e29312340846, 2023 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i3.40846>.