

Química do Mel: Identificação de componentes e aspectos de produção

DOI: 10.5281/zenodo.10569607

Paulo Resende Neto^{a*}

The aim of this work is to compile a comprehensive review of various articles dealing with honey, a frequent element in the daily diet, detailing methods of identification using laboratory equipment and techniques. It aims to provide detailed information on each component of honey, highlighting their chemical structures and their relevance to human health. In addition, it seeks to highlight the stability of honey and the impacts of its prolonged storage, with the aim of describing the complexities involved in working with this component over time.

O objetivo deste trabalho é compilar uma resenha abrangente de diversos artigos que abordam o mel, um elemento frequente na dieta diária, detalhando os métodos de identificação por meio de equipamentos e técnicas laboratoriais.

Ele visa oferecer informações detalhadas sobre cada componente do mel, destacando suas estruturas químicas e sua relevância para a saúde humana. Além disso, busca evidenciar a estabilidade do mel e os impactos decorrentes de seu armazenamento prolongado, com o intuito de relatar as complexidades envolvidas no trabalho com esse componente ao longo do tempo.

^a Universidade de Brasília - UnB. Campus Darcy Ribeiro - Instituto de Química.

*Email: pauloresendeneto15@hotmail.com

Palavras-chave: Mel; química; origem; doce; açúcares; vitaminas; proteínas.

Recebido em 04 de dezembro de 2023,

Aceito em 17 de janeiro de 2024,

Publicado em 31 de janeiro de 2024.

Introdução

O mel é um produto natural notável por sua complexidade, constituído principalmente por açúcares e uma diversidade de componentes como enzimas, aminoácidos, carotenoides, vitaminas, minerais e um conjunto de substâncias aromáticas, totalizando cerca de 200 elementos.¹ Sua composição, coloração, fragrância e paladar são influenciados por uma gama de variáveis externas durante seu processo de produção.¹

O processo de armazenamento do alimento agrava outra variável à composição do mel, espera-se a ocorrência de distintas reações químicas, como fermentação, oxidação, e mudanças térmicas. Um exemplo notável é a formação do composto conhecido como 5-hidroximetilfurfural resultante do aquecimento prolongado e do armazenamento prolongado do mel, o qual pode tornar-se volátil e adquirir propriedades tóxicas, dependendo de sua concentração.¹

Uma ampla gama de estudos publicados ao longos dos últimos anos concentra-se na extração e identificação dos elementos constituintes do mel, o objetivo sendo investigar seus possíveis benefícios para saúde, de modo a correlacionar a sua composição química com propriedades medicinais, dentre essas propriedades, destacam-se seus potenciais atividades biomedicinais, como o possível potencial antioxidante e propriedades anticâncer. Essa abordagem busca associar esses benefícios à seleção de tipos específicos de mel,

isto é, se são compostos fenólicos ou aromáticos, e os minerais presentes em sua composição.²

As abelhas produzem essa doce substância a partir do néctar floral que, ao ser coletado, é combinado com substâncias específicas de seus próprios organismos. Dessa forma, o mel pode resultar de uma diversidade de néctares provenientes de distintas flores. Esta origem exerce influência não apenas em seu valor comercial, mas também desempenha papel em sua classificação. Esta diferenciação permite categorizar o mel em duas principais categorias: o unifloral, onde pelo menos 45% do conteúdo total de pólen tem origem em uma única espécie de planta, e o multifloral, originado de múltiplas espécies e são comercializados a preços inferiores aos uniflorais.³

O controle de qualidade perante a correlação entre a composição do mel e sua procedência tem se mostrado uma ferramenta valiosa para determinar a autenticidade do produto.² Considerando sua ampla demanda como um doce consumido globalmente, sua disponibilidade limitada e elevados preços, o mel tem despertado um interesse significativo em termos de adulterações.¹ Tornou-se uma das iguarias mais frequentemente alvo de falsificações,⁴ em grande parte dos casos pela adição de adoçantes de baixo custo de produção como cana-de-açúcar, açúcar de beterraba refinado, xarope de milho rico em frutose (HFCS).⁴

Os trabalhos referenciados propõem um diálogo em torno das características químicas que compõem o mel,

explorando sua estabilidade diante das influências externas que incidem sobre o produto. Além disso, visa fornecer parâmetros de identificação e uma perspectiva sobre a análise de qualidade do alimento.

Metodologia

Os dados que serão discutidos a seguir foram obtidos por Silvia Valverde de acordo com a metodologia apresentada na referência 2, *Recent trends in the analysis of honey constituents*.

Os compostos fenólicos, tem como método mais comum empregado para sua identificação, a extração da fase sólida com uma base polimérica, conhecida como Strata-X, para obter o extrato fenólico. Em seguida, o extrato é submetido ao método Folin-Ciocalteu (FCM), que envolve uma simples diluição em água ou em água com um ácido, nesse processo, o composto fenólico reage com o reagente do FCM em um pH básico, resultando em uma coloração azul característica. Contudo, esse reagente não é altamente seletivo, razão pela qual é empregado um método colorimétrico com AlCl₃ para evitar interferências de outros compostos presentes no extrato.²

Para determinar a concentração de açúcares no mel, duas abordagens principais têm sido adotadas: uma envolve titulações para reduzir o açúcar, enquanto a outra se baseia em métodos colorimétricos, utilizando o Ácido 3,5-dinitrosalicílico.² Uma alternativa para essa determinação é a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC), um procedimento que implica a passagem de uma mistura amostral ou analítica por meio de um sistema solvente (fase móvel) em um fluxo determinado através de uma coluna contendo uma fase estacionária. A separação do Analito acontece com base na interação do Analito com a Fase Móvel e a Fase Estacionária.⁵ Quando essa técnica é acoplada a um refratômetro diferencial (RID), torna-se possível identificar possíveis adulterações no alimento por meio da ausência de sacarose ao fim da análise.²

A metodologia empregada para analisar os aminoácidos e as proteínas varia de acordo com cada composto. Por exemplo, o método de Kjeldahl é utilizado para determinar o teor de nitrogênio em uma ampla gama de amostras, o que possibilita a quantificação das proteínas. Esse método envolve três fases distintas: digestão, destilação e titulação. A quantificação das proteínas é realizada considerando uma proporção entre proteína e o alimento

testado, resultando em um valor que corresponde a 6,25 vezes a quantidade total de nitrogênio.²

A identificação predominante das vitaminas presentes no Mel é frequentemente realizada por meio de técnicas como Espectrofotometria/Colorimetria ou HPLC (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência), variando apenas no método de tratamento aplicado a cada amostra específica.²

Os lipídeos desempenham um papel no armazenamento de energia para o desenvolvimento das membranas celulares, e o mel se configura como uma válida fonte dessas substâncias para a dieta. Sua composição lipídica é predominantemente composta por terpenos, terpenoides, carotenoides e ácidos graxos. Apesar de terem sido objeto de investigação em diversos estudos, ainda não há uma metodologia padronizada estabelecida para determinar lipídeos de maneira abrangente.²

Resultados e discussão

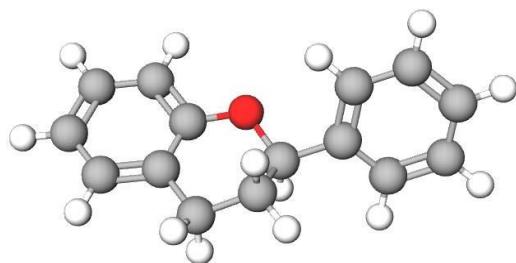
A legislação voltada à regulamentação do comércio e produção do mel visa estabelecer diretrizes que promovam transparência nos processos de desenvolvimento, visando alcançar um padrão mínimo de qualidade para viabilizar sua comercialização,¹ assegurando o consumidor. Para atender a esse propósito, são propostos diferentes métodos de análise específicos para cada componente do mel como presente na Tabela 1.

Tabela 1. Metodologia específica para identificação dos componentes do mel.²

Componente	Técnica de determinação
Compostos Fenólicos	UV–Vis HPLC/UHPLC– DADMS/ MS ^{flavonoides, ácidos fenólicos}
Açúcares	HPLC-RID
Aminoácidos e Proteínas	UV–Vis ^{TPROC} HPLC/UHPLC-DAD– FLD-MS/MS ^{AAS}
Vitaminas	UV–Vis HPLC/UHPLC-DAD
Lipídeos e compostos relacionados	UV–Vis ^{TCARC} GC–MS/MS ^{FAs,} TERPRCs

Os compostos fenólicos, constituídos por anéis aromáticos associados a grupos hidroxila, têm ganhado destaque devido à sua variada gama de propriedades benéficas para a saúde, especialmente por sua capacidade antioxidante. No mel, sua composição está ligada às suas origens botânicas, geográficas e ao clima, tornando-se um elemento de grande relevância para determinar a procedência do produto. Sendo constituídos um grupo quimicamente heterogêneo, classificado em distintas categorias com base em suas estruturas moleculares, isto é, são constituídos por anéis aromáticos contendo um ou mais grupos hidroxila, podendo ser subdivididos em flavonoides e não-flavonoides (também conhecidos como ácidos fenólicos). Entre eles, os compostos flavonoides representam as maiores cadeias de compostos fenólicos encontrados nas plantas (Figura 1), compreendendo mais de 50% desses compostos identificados naturalmente.¹ Como mencionado anteriormente, esses compostos apresentam uma ampla gama de propriedades benéficas para a saúde, pelo seu caráter antioxidante, que elimina radicais livres e inibe a oxidação de lipídeos.

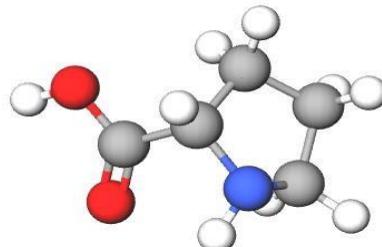
Figura 1. Estrutura química comum de flavonoides.¹



Os açúcares constituem mais de 85% da composição do mel, revelando a presença de mais de 22 tipos distintos desses compostos. Dentre eles, a frutose e a glicose se destacam como os mais prevalentes, fornecendo uma fonte de energia significativa para os organismos vivos. De modo que, englobam uma ampla variedade de monossacarídeos e dissacarídeos,³ em que os monos representam a maior parte, compreendendo cerca de 75% do total.¹ Suas composições, por sua vez, são intrinsecamente dependentes da origem botânica do néctar e podem sofrer alterações decorrentes do armazenamento prolongado do produto. Durante esse período, especialmente quando submetidos a aquecimento ou estocagem por um tempo prolongado, monossacarídeos como pentoses e hexoses passam por um processo gradual de decomposição, resultando na enolização e β -eliminação de moléculas de água, gerando compostos indesejados, tais como o furano.¹

Os aminoácidos e as proteínas, presentes no néctar e nas secreções das abelhas, têm sido objeto de intensa investigação em numerosos estudos, representando outro aspecto crucial para a análise da qualidade e maturação desse alimento. Os aminoácidos constituem aproximadamente 1% da complexa composição do mel, com a prolina (Figura 2) se destacando como o aminoácido mais prevalente. Originada da secreção de saliva da espécie *Apis mellifera L.*, a prolina compreende entre 50% e 85% do total de aminoácidos presentes no mel. Em seguida, Ácido glutâmico, Alanina e Tirosina também se destacam entre os aminoácidos identificados nesse contexto.¹

Figura 2. Estrutura química da Prolina.⁶



As vitaminas são compostos orgânicos complexos, caracterizados por uma ampla diversidade de estruturas moleculares e atividades biológicas específicas. Diferentes tipos de vitaminas, como as do complexo B, C, E e K, podem ser identificados em amostras de mel, oferecendo uma variedade de benefícios para os organismos vivos. O mel contém pequenas quantidades de vitaminas, sobretudo aquelas do complexo B, provenientes dos grãos presentes na suspensão de pólen. As vitaminas são viabilizadas pelo baixo pH do mel. Contudo, procedimentos comerciais de filtração, em alguns casos, resultam na diminuição do teor vitamínico devido à remoção de uma grande parte do pólen. Além disso, a oxidação do ácido ascórbico pela presença da enzima Glicose Oxidase, a qual gera peróxido de hidrogênio, ocasiona na oxidação das vitaminas presentes no mel.¹

Conclusões

No momento, a maior parte dos estudos que se concentram nas abelhas se direcionam à identificação e aos padrões de qualidade. As referências estudadas e apresentadas ao texto buscaram dialogar sobre os procedimentos de identificação, particularidades da composição do mel, um componente comum na alimentação diária. Além disso, procuraram examinar a estabilidade dos compostos químicos presentes no mel, e os efeitos de longos período de armazenamento do produto. De modo, a elucidar os impactos externos sobre o alimento e evidenciar as dificuldades

enfrentadas por produtores desse alimento no contexto comercial, de modo que esse profissional, além de, manter a qualidade do Mel precisa se atentar a fatores que ele possa encontrar a partir do momento que estará disponível para consumo. O que em síntese demonstra a complexidade e o cuidado que é aplicado ao estudar e produzir essa matéria-prima.

5 O que é HPLC e como Funciona?, <https://www.allcrom.com.br/o-que-e-hplc-e-como-funciona/>, (accessed 18 November 2023).

6 Prolina (Pro) - Disciplina - Química, <http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1917&evento=5>, (accessed 18 November 2023)

Contribuições por Autor

A resenha sobre o artigo em referência e a inclusão de detalhes obtidos por artigos auxiliares são de Paulo Resende Neto.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesses.

Agradecimentos

Ao grupo PET-Química/IQ/UnB, à Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação (SeSU/MEC) e ao Decanato de Ensino de Graduação (DEG/UnB) pelo apoio ao Programa de Educação Tutorial pela bolsa concedida. Ao Instituto de Química (IQ/UnB) e à Universidade de Brasília pelo suporte e espaço fornecidos.

Notas e referências

- 1 P. M. Da Silva, C. Gauche, L. V. Gonzaga, A. C. O. Costa and R. Fett, Honey: Chemical composition, stability and authenticity, *Food Chemistry*, 2016, 196, 309–323.
- 2 S. Valverde, A. M. Ares, J. Stephen Elmore and J. Bernal, Recent trends in the analysis of honey constituents, *Food Chemistry*, 2022, 387, 132920.
- 3 R. Balkanska, K. Stefanova and R. Stoikova – Grigorova, Main honey botanical components and techniques for identification: a review, *Journal of Apicultural Research*, 2020, 59, 852–861.
- 4 A. Puścion-Jakubik, M. H. Borawska and K. Socha, Modern Methods for Assessing the Quality of Bee Honey and Botanical Origin Identification, *Foods*, 2020, 9, 1028.