

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste documento será disponibilizado somente a partir de 24/08/2026.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

VISCOSIDADE DO MEL DE *Apis mellifera* DE DIFERENTES ORIGENS FLORAIS

Rafael Alves Santomauro

Botucatu
2025

RAFAEL ALVES SANTOMAURO

VISCOSIDADE DO MEL DE *Apis mellifera* DE DIFERENTES ORIGENS FLORAIS

Trabalho de Conclusão de Residência em Medicina Veterinária apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, SP, para obtenção do título de Residente em Medicina Veterinária.

Área de Inspeção Sanitária de Alimentos

Preceptor: Professor Ass. Dr. Fábio Sossai Possebon

Botucatu
2025

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Santomauro, Rafael Alves.

Viscosidade do mel de *Apis Mellifera* de diferentes origens florais / Rafael Alves Santomauro. - Botucatu, 2025. 20 p.

Trabalho acadêmico (Residência em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu

Orientador: Fábio Sossai Possebon

1. Mel - Composição. 2. Cristalização. 3. Mel - Qualidade. 4. Viscosidade. 5. Abelhas. I. Título.

Rafael Alves Santomauro

Viscosidade do mel de *Apis mellifera* de diferentes origens florais

Trabalho de Conclusão de Residência apresentado à Universidade Estadual (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, como parte das exigências para a obtenção do título de Residente em Medicina Veterinária.

Data da defesa: 24/02/2026

Orientador: Prof. Dr. Fábio Sossai Possebon

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fábio Sossai Possebon
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP)

Prof. Dr. Juliano Gonçalves Pereira
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP)

Prof. Dr. José Carlos de Figueiredo Pantoja
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP)

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Janete Alves Santomauro e Claudinei Aparecido Santomauro, pelo incentivo constante e por acreditarem que a Residência em Botucatu seria a melhor escolha para mim e, de fato, foi. Eu os amo incondicionalmente.

Ao meu R1, Gabriel Henrique Gomes Mariano, pelas conversas e ajudas diárias durante a rotina no laboratório.

Aos técnicos do Serviço de Orientação à Alimentação Pública (SOAP): Otávio Augusto Martins, por confiar no meu potencial como pesquisador e pelo suporte durante a rotina no Laboratório de Físico-Química Aplicada aos Alimentos; Wanderson Sirley Reis Teixeira, pelos conselhos e auxílio na rotina do Laboratório de Microbiologia de Alimentos e Biologia Molecular; e Larissa Cristina Fava Rodrigues Alves, pelos ensinamentos e pelo apoio na rotina do Laboratório de Microbiologia de Alimentos.

Aos mestrandos e doutorandos, em especial à Aryele Nunes da Cruz Encide Sampaio, que tanto me ajudou com as pesquisas desenvolvidas no SOAP.

Aos vários estagiários que passaram pelo laboratório, com quem também pude aprender muito.

Ao Afonso Freitas Carbonera, por todas as conversas diárias, pelo apoio e conselhos compartilhados. Meus dias foram muito melhores com você.

Ao meu preceptor, Dr. Fábio Sossai Possebon, e coorientador, Dr. Juliano Gonçalves Pereira, pelas orientações e oportunidades proporcionadas ao longo da Residência.

RESUMO

A viscosidade é um parâmetro crítico que quantifica a taxa de fluxo de um líquido sob a ação de uma força aplicada, influenciada por diversos fatores, incluindo composição química, temperatura e umidade. Essa propriedade reológica é particularmente importante na indústria do mel, pois desempenha papel crucial no projeto e otimização de equipamentos de processamento. O principal objetivo deste estudo foi caracterizar a viscosidade do mel produzido por *Apis mellifera*, proveniente de diversas origens botânicas, incluindo variedades orgânicas. As origens florais das amostras de mel analisadas foram eucalipto (n = 8), flores silvestres (n = 8), flor de laranjeira (n = 7) e produção orgânica (n = 8). Os resultados revelaram que o mel derivado de flores de laranjeira apresentou a menor viscosidade, medida em 1.385,07 mm²/s, enquanto o mel orgânico apresentou a maior viscosidade, registrada em 4.344,78 mm²/s. Além disso, o mel orgânico demonstrou a maior concentração de hidroximetilfurfural (33,59 mg/kg) juntamente com o menor teor de umidade (18,20 %). Esses resultados sugerem que o menor teor de umidade e a composição química variada do mel contribuem para processos de cristalização mais intensos, resultando em maior viscosidade.

Palavras-chave: Composição; Cristalização, Propriedades, Qualidade.

ABSTRACT

Viscosity is a critical parameter that quantifies the flow rate of a liquid under an applied force, influenced by various factors including chemical composition, temperature, and humidity. This rheological property is particularly significant in the honey industry, as it plays a crucial role in the design and optimization of processing equipment. The primary aim of this study was to characterize the viscosity of honey produced by *Apis mellifera*, sourced from various botanical origins, including organic varieties. The floral sources of the honey samples analyzed comprised eucalyptus (n = 8), wildflower (n = 8), orange blossom (n = 7), and organic production (n = 8). The results revealed that honey derived from orange blossoms exhibited the lowest viscosity, measured at 1,385.07 mm²/s, while organic honey displayed the highest viscosity, recorded at 4,344.78 mm²/s. Furthermore, organic honey demonstrated the highest concentration of hydroxymethylfurfural (33.59 mg/kg) alongside the lowest moisture content (18.20 %). These findings suggest that the lower moisture content and varied chemical composition of honey contribute to enhanced crystallization processes, resulting in increased viscosity.

Keywords: Composition; Crystallization; Properties; Quality.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	04
RESUMO.....	05
<i>ABSTRACT</i>	06
1 INTRODUÇÃO.....	08
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	09
2.1 Amostras.....	09
2.2 Determinação da viscosidade.....	09
2.3 Determinação de hidroximetilfurfural (HMF).....	10
2.4 Determinação da umidade.....	11
2.5 Análises estatísticas.....	11
3 RESULTADOS.....	12
4 DISCUSSÃO.....	16
5 CONCLUSÃO.....	17
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

1. INTRODUÇÃO

O mel floral é uma substância naturalmente doce e de alta viscosidade produzida pelas abelhas por meio da coleta, transformação e maturação do néctar das flores dentro de suas colmeias (ZHANG *et al.*, 2021). Essa matriz complexa consiste principalmente de açúcares simples, sobretudo frutose e glicose, além de aminoácidos, minerais e vitaminas, que conferem benefícios nutricionais e terapêuticos significativos (PASUPULETI *et al.*, 2017).

Os atributos sensoriais do mel são profundamente influenciados pelas espécies de flores produtoras de pólen, pela espécie específica de abelha envolvida, bem como pelas condições climáticas e pelo contexto geográfico de produção (DA SILVA *et al.*, 2016). O mel é classificado como monofloral quando se origina predominantemente do néctar de uma única espécie de planta, conferindo, assim, perfis únicos de aroma e sabor associados a determinados períodos de floração, como os dos méis de flor de laranjeira e de eucalipto. Por outro lado, o mel é categorizado como multifloral ou silvestre quando inclui pólen de múltiplas espécies de plantas, resultando em características de sabor diversas, refletindo a flora local (KADRI *et al.*, 2016).

A viscosidade, uma propriedade reológica fundamental, quantifica a resistência de um líquido ao escoamento sob a aplicação de força; uma viscosidade mais alta indica maior resistência ao fluxo (LAHOUD & CAMPOS, 2010). Essa propriedade é influenciada por vários fatores, incluindo composição química, temperatura e umidade (OROIAN, 2015). Na indústria do mel, a viscosidade é crítica em todas as etapas da produção, incluindo extração, filtração, bombeamento, processamento e embalagem. Ela afeta significativamente o design e a seleção dos equipamentos utilizados ao longo da cadeia produtiva (ANUPAMA *et al.*, 2003; NAYIK *et al.*, 2016).

A região de Botucatu é reconhecida como uma das principais áreas produtoras de mel em São Paulo, Brasil, especialmente notada por seu mel monofloral de eucalipto. O município é caracterizado por extensos pastos apícolas que garantem rica disponibilidade de plantas floridas ao longo do ano (DOS REIS

& DE PAULA, 2015), sustentados por um clima subtropical úmido, com invernos secos e verões chuvosos (FRANCO *et al.*, 2023).

A composição do mel é crucial para determinar suas características finais, sendo a viscosidade um parâmetro reológico de grande importância para a indústria melífera. Dado o papel significativo de Botucatu no cenário apícola do estado, este estudo tem como objetivo caracterizar a viscosidade de méis de *Apis mellifera* de diversas origens botânicas, incluindo variedades orgânicas, produzidos na região de Botucatu, São Paulo, Brasil.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUPAMA, D.; BHAT, K. K.; SAPNA, V. K. Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. **Food Research International**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 183–191, fev. 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(02\)00135-7](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(02)00135-7). Acesso em: 29 nov. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 5849**: Determinação de viscosidade pelo copo Ford. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASTM INTERNATIONAL. **Designation: D1200 – 23**: Standard Test Method for Viscosity by Ford Viscosity Cup. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1520/D1200-23.2>. Acesso em: 29 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**. II - Métodos químicos e físicos. Brasília: LANARA, 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Guia de validação e controle de qualidade analítica: fármacos em produtos para alimentação e medicamentos veterinários**. Brasília: MAPA/ACS, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de validação, verificação/confirmação de desempenho, estimativa da incerteza de medição e controle de qualidade intralaboratorial**. Brasília: MAPA/DEQ/CGAL, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n. 166, de 24 de julho de 2017. Validação de métodos analíticos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 jul. 2017.

CODEX. **Standard for honey - CXS 12-1981**. Adotado em 1981. Revisado em 1987, 2001. Emendado em 2019, 2022. [S. l.]: Codex Alimentarius, [2022].

DA SILVA, P. M. et al. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 196, p. 309-323, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>. Acesso em: 30 nov. 2025.

DOS REIS, J. G.; DE PAULA ARAGÃO, T. R. Viabilidade econômica da apicultura no município de Botucatu-SP. **Revista iPecege**, Botucatu, v. 1, n. 3/4, p. 26–35, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.22167/r.ipecege.2015.3-4.26>. Acesso em: 29 nov. 2025.

FRANCO, J. R. et al. Atualização da normal climatológica e classificação de Köppen para o município de Botucatu-SP. **Irriga**, Botucatu, v. 28, n. 1, p. 77-92, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.15809/irriga.2023v28n1p77-92>. Acesso em: 30 nov. 2025.

GEHAKA. **Manual de instruções – Viscosímetro Copo Ford**. São Paulo: Gehaka, 2000.

INTERNATIONAL HONEY COMMISSION (IHC). **Harmonised Methods of the International Honey Commission**. [S. l.]: IHC, 2009. Disponível em: <http://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2025.

KADRI, S. M. et al. Characterization of *Coffea arabica* monofloral honey from Espírito Santo, Brazil. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 203, p. 252–257, fev. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.074>. Acesso em: 29 nov. 2025.

LAHOUD, M. H.; CAMPOS, R. Aspectos teóricos relacionados à reologia farmacêutica. **Visão Acadêmica**, [s. l.], v. 11, n. 1, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/acd.v11i1.21356>. Acesso em: 30 nov. 2025.

MATEO, R.; BOSCH-REIG, F. Sugar profiles of Spanish unifloral honeys. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 60, n. 1, p. 33–41, set. 1997. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(96\)00297-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00297-X). Acesso em: 29 nov. 2025.

METALÚRGICA TECH VISION (VISION). **Determinação de viscosidade pelo cup Ford**. Guarulhos, SP: Tech Vision, 2024.

MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. 10. ed. New York: Wiley, 2020. 688 p.

MOREIRA, R. F. A.; DE MARIA, C. A. B. Glicídios no mel. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 516–525, ago. 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422001000400013>. Acesso em: 29 nov. 2025.

NAYIK, G. A.; DAR, B. N.; NANDA, V. Rheological behavior of high altitude Indian honey varieties as affected by temperature. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, [s. l.], 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.07.003>. Acesso em: 29 nov. 2025.

OROIAN, M. Influence of temperature, frequency and moisture content on honey viscoelastic parameters—Neural networks and adaptive neuro-fuzzy inference system prediction. **LWT—Food Science and Technology**, [s. l.], v. 63, n. 2, p. 1309–1316, fev. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.051>. Acesso em: 29 nov. 2025.

PASIAS, I. N.; KIRIAKOU, I. K.; PROESTOS, C. HMF and diastase activity in honeys: A fully validated approach and a chemometric analysis for identification of honey freshness and adulteration. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 229, p. 425–431, ago. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.084>. Acesso em: 29 nov. 2025.

PASUPULETI, V. R. et al. Honey, Propolis, and Royal Jelly: A Comprehensive Review of Their Biological Actions and Health Benefits. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, [s. l.], 2017, p. 1259510, 26 jul. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2017/1259510>. Acesso em: 29 nov. 2025.

SINGH, I.; SINGH, S. Honey moisture reduction and its quality. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 55, n. 10, p. 3861–3871, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13194-018-0284-7>. Acesso em: 30 nov. 2025.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE METROLOGIA (SBM). **Validação de métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: SBM, 2022.

SOARES, S. et al. A Comprehensive Review on the Main Honey Authentication Issues: Production and Origin. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [s. l.], v. 16, n. 5, p. 1072–1100, 30 jun. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12278>. Acesso em: 29 nov. 2025.

SOUSA, J. M. B. DE et al. Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. **LWT - Food Science and Technology**, [s. l.], v. 65, p. 645–651, jan. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.058>. Acesso em: 29 nov. 2025.

SUPELCO; MERCK; SIGMA & ALDRICH. **Reflectoquant® - Hydroxymethylfurfural (HMF) Test**. Darmstadt: Merck KGaA, 2021.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **United States Standards for Grades of Extracted Honey**. Washington (D.C.): U.S. Department of Agriculture, 1985. Disponível em: https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Extracted_Honey_Standard%5B1%5D.pdf. Acesso em: 29 nov. 2025.

ZHANG, X. H. et al. Authentication of honey of different nectar sources and antioxidant property evaluation by phenolic composition analysis with chemometrics. **Food Control**, [s. l.], v. 124, 107900, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.107900>. Acesso em: 30 nov. 2025.