REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DA VISCOSIDADE CINEMÁTICA DE MÉIS DE *Melipona flavolineata* E *Apis mellifera* DE ÓBIDOS-PA EM DIFERENTES TEMPERATURAS

COMPARATIVE EVALUATION OF THE KINEMATIC VISCOSITY OF HONEY FROM *Melipona flavolineata* AND *Apis mellifera* FROM ÓBIDOS-PA AT DIFFERENT TEMPERATURES

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA VISCOSIDAD CINEMÁTICA DE LA MIEL DE *Melipona flavolineata* Y *Apis mellifera* DE ÓBIDOS-PA A DIFERENTES TEMPERATURAS

André Luis da Silva Assunção
Graduando em Farmácia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: andre.assuncao@ics.ufpa.br

Érico de Sousa Figueira
Graduando em Farmácia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: erico.figueira@ics.ufpa.br

Grazyelle de Fátima Oliveira de Souza
Graduanda em Farmácia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: grazyelle.souza@ics.ufpa.br

Emy Oliveira Martins Cabral
Graduanda em Farmácia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: emy.cabral@ics.ufpa.br

Mateus Silva Araújo
Graduando em Farmácia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: mateus.araujo@ics.ufpa.br

Oluwafemi Priscila Ailo
Graduanda em Farmácia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: oluwafemi.ailo@ics.ufpa.br

Ewerton Carvalho de Souza
Professor Doutor, Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: ewertoncarvalho@ufra.edu.org.br

Antonio dos Santos Silva
Professor Doutor, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: ansansil@ufpa.br

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

RESUMO
O mel é um produto natural produzido a partir do néctar das flores ou secreções vegetais, apresentando elevado valor nutricional, terapêutico e econômico. Na região Amazônica, a ampla biodiversidade floral contribui para a produção de méis com características físico-químicas e organolépticas distintas, influenciadas pela origem botânica, condições climáticas e espécie de abelha produtora. Entre as espécies de maior relevância destacam-se a *Apis mellifera*, amplamente utilizada na apicultura comercial, e a *Melipona flavolineata* Friese (Uruçu-Amarela), abelha sem ferrão típica da região Norte do Brasil. O presente estudo teve como objetivo avaliar e comparar o comportamento da viscosidade cinemática (cSt) de méis produzidos por *Apis mellifera* e *Melipona flavolineata* Friese, provenientes do município de Óbidos, no Oeste do estado do Pará. Foram analisadas 10 amostras de mel, sendo 5 de cada espécie, submetidas às temperaturas de 10° C, 20° C, 30° C, 40° C e 50° C. As determinações de viscosidade cinemática foram realizadas utilizando viscosímetros do tipo Copo de numeração variada, conforme a temperatura de trabalho, e com o tempo de escoamento obtido em cronômetro digital. Os resultados mostraram comportamentos das viscosidades cinemáticas (cSt) semelhantes para as duas espécies e de diminuição de viscosidade cinemática conforme aumento de temperatura das amostras. Além disso, a diferença de viscosidade cinemática entre os méis de ambas as espécies se manteve praticamente constante com a variação de temperatura. Conforme teste t de Student, as viscosidades cinemáticas médias são significativamente distintas entre os dois tipos de méis. Espera-se que os resultados contribuam para a caracterização dos méis amazônicos, ampliando o conhecimento sobre as diferenças entre méis de *Apis mellífera* e de *Melipona flavolineata*, no entendimento das propriedades de processamento desses méis e para a valorização dos produtos apícolas regionais.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia; Produto de origem animal; Viscosidade.

ABSTRACT
Honey is a natural product produced from flower nectar or plant secretions, presenting high nutritional, therapeutic, and economic value. In the Amazon region, the wide floral biodiversity contributes to the production of honeys with distinct physicochemical and organoleptic characteristics, influenced by botanical origin, climatic conditions, and the species of bee that produces it. Among the most relevant species are *Apis mellifera*, widely used in commercial beekeeping, and *Melipona flavolineata* Friese (Uruçu-Amarela), a stingless bee typical of the Northern region of Brazil. This study aimed to evaluate and compare the kinematic viscosity (cSt) behavior of honeys produced by *Apis mellifera* and *Melipona flavolineata* Friese, from the municipality of Óbidos, in the western region of the state of Pará. Ten honey samples were analyzed, five from each species, subjected to temperatures of 10°C, 20°C, 30°C, 40°C, and 50°C. Kinematic viscosity determinations were performed using cup-type viscometers with variable numbering, according to the operating temperature, and with the flow time obtained using a digital stopwatch. The results showed similar kinematic viscosity (cSt) behaviors for both species and a decrease in kinematic viscosity as the sample temperature increased. Furthermore, the difference in kinematic viscosity between the honeys of both species remained practically constant with temperature variation. According to Student's t-test, the average kinematic viscosities are significantly different between the two types of honey. It is expected that the results will contribute to the characterization of Amazonian honeys, expanding knowledge about the

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

differences between honeys from *Apis mellifera* and *Melipona flavolineata*, in understanding the processing properties of these honeys, and to the valorization of regional apicultural products.
KEYWORDS: Amazon; Animal product; Viscosity.

RESUMEN
La miel es un producto natural elaborado a partir del néctar de flores o secreciones vegetales, presentando un alto valor nutricional, terapéutico y económico. En la región amazónica, la amplia biodiversidad floral contribuye a la producción de mieles con distintas características fisicoquímicas y organolépticas, influenciadas por el origen botánico, las condiciones climáticas y las especies de abeja productoras. Entre las especies más relevantes se encuentran *Apis mellifera*, ampliamente utilizada en la apicultura comercial, y *Melipona flavolineata* Friese (Amarela Uruçu), una abeja sin aguijón típica de la región norte de Brasil. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar y comparar el comportamiento de la viscosidad cinemática (cSt) de mieles producidas por *Apis mellifera* y *Melipona flavolineata* Friese, del municipio de Óbidos, en el oeste del estado de Pará. Se analizaron 10 muestras de miel, 5 de cada especie, sometidas a temperaturas de 10° C, 20° C, 30° C, 40° C y 50° C. Las determinaciones de las medidas de viscosidad cinemática se realizaron mediante viscosímetros de copa con números variables, dependiendo de la temperatura de trabajo, y con el tiempo de flujo obtenido mediante un cronómetro digital. Los resultados mostraron un comportamiento similar de la viscosidad cinemática (cSt) para ambas especies y una disminución en la viscosidad cinemática a medida que aumentaba la temperatura de las muestras. Además, la diferencia de viscosidad cinemática entre mieles de ambas especies se mantuvo prácticamente constante con la variación de temperatura. Según la prueba t de Student, las viscosidades cinemáticas promedio son significativamente diferentes entre los dos tipos de miel. Se espera que los resultados contribuyan a la caracterización de las mieles amazónicas, ampliando el conocimiento sobre las diferencias entre las mieles de *Apis mellifera* y *Melipona flavolineata*, a la comprensión de las propiedades de procesamiento de estas mieles y a la valorización de los productos apícolas regionales..
PALABRAS CLAVE: Amazonía; Producto de origen animal; Viscosidad.

1. INTRODUÇÃO

O mel é um produto alimentício produzido pelas abelhas, sendo um alimento natural que tem um elevado valor de mercado e fabricado a partir do néctar, um líquido açucarado que é proveniente da floração ou secreções das plantas (Santos; Ângulo; Santos, 2021). O néctar depois de captado sofre um processo de enriquecimento enzimático, redução da umidade e depois depositado em alvéolos dos favos presentes na colmeia e cobertos por uma camada sutil de cera (processo denominado de operculação), onde há amadurecimento desse produto até o seu estado ideal (Barbosa *et al*., 2007). Segundo Venturini, Sarcinelli e Silva (2007, p. 1), a cor, sabor e aroma do mel produzido podem variar, assim como seus nutrientes, dependendo do tipo de solo, origem floral, umidade do local, altitude, e outros fatores climáticos.

A região Amazônica contém a maior biodiversidade do planeta, possuindo uma flora abundante em toda sua extensão, ofertando diversos recursos florais ao longo de todo ano, e

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

sendo a região que mais teve crescimento na apicultura dentre os últimos 20 anos (Silva *et al*., 2023).

A apicultura é uma atividade econômica ligada a exploração racional das abelhas, e o aumento da produção de mel na região amazônica é devido ao alto valor comercial do produto e diversidade de plantas encontradas nessa região que apresenta um potencial de geração de maior rendimento para pequenos e grandes produtores locais, devido ao baixo impacto ambiental, social e capital para sua implementação (Both; Kato; Oliveira, 2009).

O mel amazônico não somente é caracterizado pela diversificada composição de espécies botânicas do local, mas também por suas características físico-químicas e organolépticas variadas. Estudos confirmam que o mel produzido na Amazônia apresenta teores elevados de compostos fenólicos e flavonoides, que produzem atividade antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana, que por sua vez amplia o valor terapêutico desse produto e o torna um alimento funcional (Monteiro, 2025).

A espécie de abelha *Melipona flavolineata* Friese, também conhecida como Uruçu-amarela, é uma das muitas espécies de abelha sem ferrão da família das *Meliponinae* presentes no território nacional, e tem sua distribuição principalmente em estados do norte do país como Pará, Maranhão, Amazonas e Amapá, devido ao seu clima tropical mais úmido e diversificado (Gonçalves, 2017).

A família *Meliponinae* apresentam como característica ferrão atrofiado são em sua maioria corbiculadas, estando aptas ao transporte de pólen, resina e barro, costumam criar colmeias em ocos de troncos, árvores e buracos no solo (Machado; Pardo; Garcia, 2024).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a viscosidade cinemática, expressa em cSt, de méis de abelhas nativas da espécie uruçu amarela (*Melípona flavolineata* Friese) e abelhas europeias (*Apis mellifera*) em diferentes temperaturas (10° C, 20° C, 30° C, 40° C e 50° C), provenientes de uma localidade no município paraense de Óbidos, no Oeste do Estado do Pará, e realizar uma comparação de viscosidades dos méis de acordo com a espécie produtora.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 MEL DE ABELHA

A atual legislação brasileira sobre mel (Brasil, 2000), define tal produto de origem animal como sendo o resultado do processo de coleta de néctar de flores pelas abelhas da espécie *Apis mellifera*, que é levado para as colmeias nos papos melíferos desses insetos, sendo extravasado para os favos de mel, onde sofre amadurecimento, perdendo água, e sendo acrescidas enzimas e outras substâncias.

O mel, é utilizado como produto alimentício e terapêutico desde a antiguidade, extraído como produto dos enxames presentes em colmeias de abelhas melíferas. Sua extração durante os séculos aconteceu de forma extrativista e predatória, através das ações dos intitulados “meleiros”, que extraiam méis de maneiras irregulares para a comercialização, o que diversas vezes levava a destruição de colônias inteiras, prejudicando a fauna e flora da região (Ribeiro, 2023).

Entendido como um produto fruto do trabalho das abelhas na coleta de néctar de flores e secreções de plantas e armazenados, o néctar é transportado para a colônia, onde irá sofrer mudanças em sua concentração (perda d'água) e composição química, para só então ser armazenado nos alvéolos em favos de mel dentro de suas colmeias, possuindo valor

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

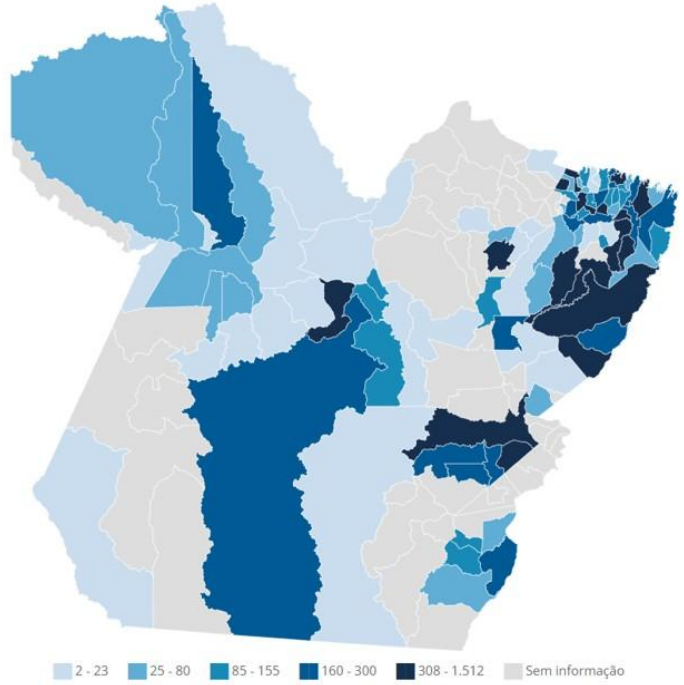
nutricional e terapêutico elevado, sendo também amplamente usado em formulações cosméticas e medicinais (Brasil, 2000).

Segundo Camargo (2006), o mel pode ser, de forma simplificada, composto de 3 componentes principais: água, açucares e diversos. Contudo, apesar da forma simplificada, o fruto do trabalho das abelhas é um dos produtos biológicos mais complexos, sendo a junção de carboidratos, aminoácidos, água, enzimas, minerais e variados compostos bioativos.

A depender da espécie de abelha, região geográfica, clima, origem botânica e sazonalidade, o mel pode apresentar diferentes composições, significa que diferentes méis possuem diferenças em sabor, cor, aroma, nutrientes e atividade terapêutica (Evangelista-Rodrigues *et al*., 2006).

Em termos de produção e rendimento associado, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) divulgou relatório que aponta uma produção nacional de mel em 2024 de 67.313.986 kg do produto e que gerou um valor monetário de 1.010.040 mil reais, sendo o Estado do Paraná o principal produtor nacional. Já em termos de Região Norte o Estado do Pará se destaca como principal produtor regional, tendo alcançado a produção de 745.689 kg, gerando um valor de 16.241 mil reais (IBGE, 2024). A Figura 1 apresenta a distribuição de produção de mel no espaço paraense.

Figura 1. Produção de mel de abelha no Estado do Pará em 2024



Fonte: IBGE (2024).

2.2 A ESPÉCIE *Apis mellifera*

As abelhas da família *Apidae* são as abelhas domesticadas mais utilizadas para fins comerciais, apresentando 7 espécies distintas: *Apis florea*; *A. andreniformes*; *A. dorsata*; *A. cerana*: *A. mellifera*; *A. laboriosae* e *A. koschevnikov* (Moreira *et al*., 2025), e que são essenciais na polinização agrícola e para a manutenção do ecossistema.

A abelha *Apis mellifera,* popularmente conhecida como abelha europeia, abelha italiana ou abelha africanizada no Brasil, é um inseto da ordem *Hymenoptera*, família

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

Apidae, possuem ferrão, são insetos que possuem hábitos diurnos, habitam savanas, florestas tropicais, desertos, regiões litorâneas e montanhosas, e são caracterizadas por serem grandes produtoras de mel, eficientes na polinização e possuem organização social bem definida: rainha, zangões e operárias (Theobald; Pasquali, 2022).

A espécie é originária do continente europeu, e foi introduzida em diversos países, pois possui elevada capacidade de produzir mel, o que possibilitou um incremento econômico aos produtores e o desenvolvimento da apicultura em escala global (Imperatriz-Fonseca *et al*., 2012).

No Brasil, a *Apis mellifera* (Figura 2) passou por um importante processo de adaptação conhecido como africanização, iniciado na década de 1950. Esse processo ocorreu a partir do cruzamento entre subespécies europeias e abelhas africanas introduzidas no país com o objetivo de melhorar a produtividade e a resistência das colônias. Como resultado, surgiram populações mais adaptadas às condições climáticas tropicais, apresentando maior resistência a doenças, capacidade de defesa e eficiência na coleta de alimento. Essas características contribuíram significativamente para o desenvolvimento da apicultura brasileira e para a expansão da produção de mel em diferentes regiões do país (Abati, 2021).

Figura 2. Abelha da espécie *Apis melífera*



Fonte: Moreira *et al*. (2025).

2.3 A ESPÉCIE *Melipona flavolineata* FRIESE

As abelhas da espécie uruçu-amarela (*Melipona flavolineata* Friese) (Figura 3), mais comuns na região Norte do país, conhecidas como abelhas nativas, abelhas-sem-ferrão ou abelhas indígenas, são insetos que cobrem grande parte de florestas tropicais ao redor do mundo, pertencente ao grupo das meliponíneas, e ocupam parte majoritária do território da África e América Latina, contudo, a maioria das espécies existentes subsidie em território latino-americano, contendo aproximadamente 400 espécies catalogadas (Villas-Bôas, 2012).

Figura 3. Abelha da espécie *Melipona flavolineata* Friese



Fonte: Rosa (2025).

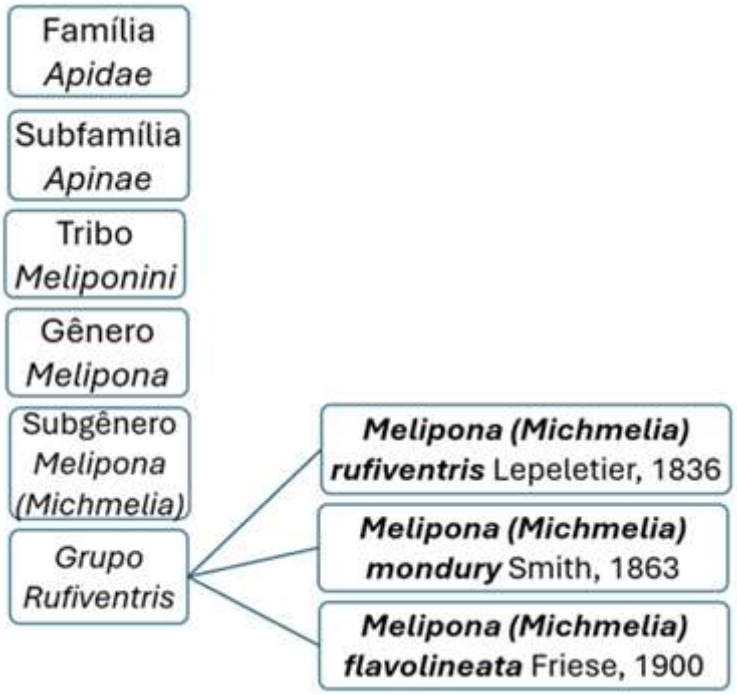
A abelha *Melipona flavolineata* Friese pertence à família Apidae, subfamília Apinae, tribo Meliponini (Machado; Pardo; Garcia, 2024), sendo que a Figura 4 apresenta a taxonomia mais completa para tal espécie de abelha. Além disso, os referidos autores afirmam ainda que as abelhas *M. flavolineata* Friese medem cerca de 9 mm a 10 mm de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

comprimento, e a cabeça, dorso do tórax e parte das pernas se apresentam mais escurecidas que o restante do corpo, predominantemente amarelado".

Figura 4. Taxonomia da espécie *Melipona flavolineata* Friese



Fonte: Machado; Pardo e Garcia (2024).

De acordo com Ribeiro (2023), a falta de ferrão contribui para o manejo apícula mais facilitado, que pode dispensar o uso de equipamentos de proteção individual, em contraponto a isso, as espécies nativas desenvolveram outros mecanismos de defesa, uma das principais maneiras de defesa é a mordida. As operárias podem utilizam as mandíbulas para morder invasores, podendo prender-se aos pelos, pele ou asas de outros animais, defendendo seu ninho de predadores.

A produção do mel de abelhas nativas é consideravelmente menor em relação a espécie comparada *Apis mellifera*, contudo, relativamente mais caro, o mel produzido pela *Melipona flavolineata* possui características organolépticas e de estocagem distintas. O produto das melíponas exige níveis de cuidado maiores durante sua captação e armazenamento, como resfriamento, pasteurização ou desumidificação, devido ao mel possuir um alto teor de umidade em relação ao mel de *Apis* e menor doçura, fatores que podem levá-los a decompor-se mais rapidamente (Oliveira *et al*., 2023).

Os méis das espécies de abelhas sem ferrão, como a uruçu amarela são produzidos e comercializados especialmente nas regiões produtoras, e tais méis não apresentam legislação própria já oficializada em termos nacionais, pois a legislação nacional se refere exclusivamente ao mel produzido pela espécie europeia (*Apis mellifera*), mas a padronização federal específica de identidade e qualidade encontra-se em desenvolvimento, coexistindo com regulamentos estaduais. Além disso, variáveis físico-químicas de tais méis têm perfis distintos do padrão legal, como um maior teor de umidade e menor teor de açúcares, dentre outras características, o que leva ao fato de se ter de tomar maiores cuidados desde suas coletas até em seus armazenamentos (Pasini *et al*., 2026). Esses autores também lembram

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

que a legislação nacional não estipula valores padrões para a viscosidade de méis de abelha, apesar de sua importância.

Observa-se ainda que, embora os parâmetros do RTIQ historicamente utilizados para mel tenham sido estruturados principalmente para o mel de *Apis*, o marco regulatório federal passou a reconhecer e disciplinar etapas de produção e beneficiamento do mel de abelhas sem ferrão. Em 2026, encontra-se ainda em desenvolvimento proposta de RTIQ federal específico para mel e melato de abelhas sem ferrão.

2.4 VISCOSIDADE

A viscosidade pode ser definida como sendo uma propriedade física de um meio que descreve a resistência de um fluído ao seu próprio escoamento, ou, de maneira simplificada, é uma medida de quão "espesso" ou "fluído" um fluído (especialmente líquidos) é (Lage, 2018).

A viscosidade costuma ser categorizada em dois tipos: dinâmica (ou absoluta) e cinemática. A primeira "mede a resistência interna do fluído ao fluxo quando uma força é aplicada", sendo expressa em pascal/segundo (Pa/s) ou centipoise (cP). Já segunda vem a ser a razão entre a viscosidade dinâmica e a densidade do fluído, descrevendo de que maneira o fluído se comporta sob a ação da gravidade, sendo medida em stokes (St) ou centistokes (cSt), através de viscosímetros de escoamento (Lage, 2018), havendo uma equação de conversão entre esses dois tipos de viscosidade, dada pela equação (1).

$$\text{Viscosidade (cP)} = \text{Viscosidade (cSt)} \,.\, \text{densidade (g/cm}^3\text{)} \quad (1)$$

A viscosidade é importante ao se tratar de qualidade do mel, pois, de acordo com Santomauro (2025), ela é uma propriedade reológica fundamental, uma vez que ela quantifica a resistência do ao escoamento sob aplicação de uma força, sendo que um líquido mais viscoso indica uma maior resistência ao fluxo.

Silva (2001) alerta que a grande diversidade da flora apícola existente explica a ocorrência dos diferentes comportamentos reológicos dos méis. Além disso, Pereira *et al*. (2003) acrescentam que "os méis variam grandemente conforme a espécie de abelha produtora, a começar da característica sensorial conferida pela viscosidade".

A viscosidade é muito empregada no desenvolvimento e controle de qualidade em diversas indústrias, como a química, a farmacêutica e a de alimentos, sendo que sua medição é considerada como sendo essencial para assegurar a eficiência dos processos produtivos (Buiochi *et al*., 2003).

Nos méis, a viscosidade é uma característica considerada como parâmetro de qualidade pelos consumidores, como padrão de preferência, sendo atribuído em diversos casos o espessamento do fluído como o de maior qualidade (Moreira *et al*., 2025).

3. METODOLOGIA

3.1 COLETA DAS AMOSTRAS

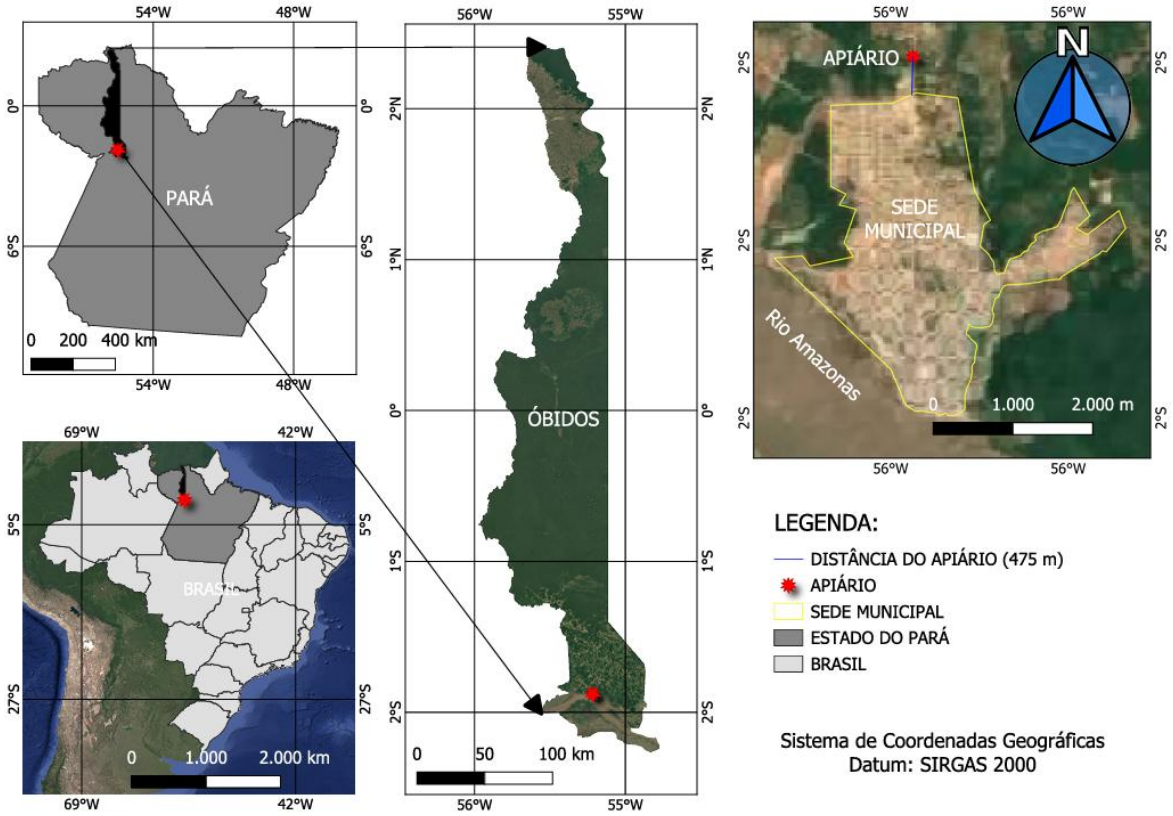
Para o presente estudo, em setembro de 2025, foram obtidas 5 amostras de mel de *Melipone flavolineata* Friese e 5 amostras de *Apis mellifera,* com 600 mL, cada uma, todas provenientes da região do município de Óbidos, localizada no Oeste paraense (Figura 5), na margem esquerda do rio Amazonas, com o apiário e o meliponário localizados dentro da

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

chácara Aracaju, na estrada PA-254, S/L, cuja localização da entrada da chácara é: 1º 52' 45,6'' S; 55º 31' 03,0" W. Cada uma das amostras foram obtidas em colmeias diferentes, e com uma distância mínima de 200 m entre essas colmeias.

Figura 5. Localização do município de Óbidos-PA e do apiário



Fonte: Os autores (2026).

As amostras coletadas foram denominadas de A1 a A5 para *Apis mellifera* e M1 a M5 para *Melipona flavolineata*. De cada amostras (600 mL de mel), foram geradas quatro subamostras de 150 mL cada, para trabalho em temperaturas diferentes: uma subamostra indo para refrigeração; outra mantida a temperatura ambiente e nunca aquecida, uma terceira mantida em temperatura ambiente e aquecida até 40º C durante as análises e a quarta mantida em temperatura ambiente e aquecida até 50º durante as análises. Todas as subamostras foram envasadas em frascos de vidro previamente limpos e esterilizados.

Todo armazenamento e desenvolvimento experimental ocorreu no Laboratório de Física Aplicada à Farmácia (LAFFA), da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Pará (UFPA), e as análises foram realizadas em no máximo três semanas após suas coletas.

3.2 OBTENÇÃO DAS TEMPERATURAS

As temperaturas de trabalho foram: 10° C; 20° C; 30° C; 40° C e 50° C. As temperaturas abaixo dos 30° C, que era a temperatura ambiente, foram obtidas através do resfriamento das amostras com emprego de geladeiras, já para os experimentos conduzidos

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

acima de 30° C foi necessário auxílio de um banho-maria (Borges Lima *et al*., 2024; Pantoja Gomes *et al*., 2024; Moreira *et al*., 2025).

A medição de temperatura das amostras foi realizada com a introdução de um termômetro calibrado no centro da amostra, dentro do copo ou no béquer coletor, antes e logo após a realização de cada medida. Para ser considerada como válida, a diferença de temperatura do mel antes e após a execução do experimento tinha que ser igual ou inferior a 1º C. Após cada leitura, a amostra era reconduzida para resfriamento ou aquecimento, conforme o caso.

3.3 ANÁLISE DAS VISCOSIDADES

As determinações de viscosidade cinemáticas (cSt) das amostras de méis das duas espécies de abelhas, e nas cinco temperaturas, foram feitas por meio do emprego de um viscosímetro do tipo copo Ford, da marca Nalgon, previamente calibrados, com numerações diferentes conforme temperatura e tipo de mel, pois, conforme recomendado pelo fabricante, existe um tempo de escoamento máximo e mínimo para número de copo, e um cronometro digital, que foi empregado para registrar o tempo de escoamento do mel pelo orifício do viscosímetro, em segundos, que foi convertido para valores de viscosidade cinemática, em cSt, através das equações fornecidas pelo fabricante (Borges Lima *et al*., 2024; Pantoja Gomes *et al*., 2024; Moreira *et al*., 2025). A Tabela 1 apresenta as equações utilizadas, onde v é a viscosidade cinemática e t é o tempo, para cada mel e temperatura de trabalho.

Tabela 1. Relação da numeração dos copos Ford empregados neste trabalho

Espécie	Temperatura	Número do copo	Equação do aparelho*	Número da equação**
Apis mellifera	10º C e 20º C	6	V = 14,92 . (t – 15,56)	(2)
	30º C, 40º e 50º C	5	V = 12,01. (t – 2)	(3)
Melipona flavolineata **Friese**	10º C e 20º C	6	V = 14,92 . (t – 15,56)	(2)
	30º e 40º	5	V = 12,01. (t – 2)	(3)
	50º C	4	V = 3,85 . (t – 4,49)	(4)

Legenda: V = viscosidade cinemática (cSt) e t = tempo de escoamento (s). * Fornecidas pelo fabricante; ** em relação ao presente texto do artigo.
Fonte: Os autores (2026).

Todas as amostras ao serem analisadas se encontravam bem homogêneas, líquidas, sem fermentação aparente, sem presença de grânulos de açúcares, mesmo as mantidas em temperatura de 10º C e 20º C, pois as análises foram realizadas com menos de uma semana de armazenamento em geladeira, o que apenas resfriou as amostras. As amostras aquecidas em banho-maria, por sua vez, não sofreram aquecimento por mais de 15 minutos. Além disso, o tempo de realização de cada experimento foi curto, o que não veio alterar significativamente a temperatura das amostras. Entre cada replicação, as amostras eram levadas à sua respectiva temperatura, ou por reintrodução em banho-maria, ou em geladeira por tempo adequado.

Entre cada uma das análises de viscosidade cinemática, o copo Ford utilizado foi cuidadosamente lavado com água destilada e seco.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

3.4 TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados obtidos foram registrados em planilhas de Excel 2010, onde também foram feitas as estatísticas descritivas básicas, ao passo que os gráficos e testes estatísticos de normalidade (Anderson-Darling; Ryan-Joner; Kolgomorov-Smirnov) e comparativos (teste t de Student para dados não pareados) foram conduzidos no programa Minitab 18, considerando-se sempre $\alpha = 5$ %.

Para comparação dos resultados encontrados para as cinco temperaturas empregadas (10º C; 20º C; 30º C; 40º C e 50º C) entre si, um teste de ANOVA de um fator foi executado, com n = 5 em cada um dos cinco grupos de temperatura, e seguido do teste de Tukey, através do programa Minitab 18.

Para a avaliação comparativa entre viscosidades cinemáticas dos méis das duas espécies, foi determinada a variação absoluta entre os resultados das duas espécies, determinada através da equação (5), e a variação relativa, equação (6), onde Apis representa o valor de viscosidade cinemática do mel de *A. mellífera* e Melipona corresponde ao valor de viscosidade cinemática do mel de *M. flavolineata*.

$$\Delta \text{ visc. (cSt)} = \text{Apis} - \text{Melipona} \quad (5)$$

$$\Delta\% = (\text{Apis} - \text{Melipona}) / \text{Apis} \times 100 \quad (6)$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 VISCOSIDADE DO MEL DE *Apis mellifera*

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para os testes de normalidade (Anderson-Darling (AD); Ryan-Joiner (RJ) e Kolgomoriv-Smirnov (KS), os três testes disponíveis no programa utilizado), e na Figura 6 estão as curvas obtidas para os testes de normalidade (AD; RJ e KS), apenas para a temperatura ambiente (30º C), pois as demais apresentaram perfis semelhantes.

Tabela 2. Resumo dos resultados (p-valores) obtidos para a normalidade dos dados

	p-valor associado ao teste		
Temperatura (º C)	**Anderson-Darling (AD)**	**Ryan-Joiner (RJ)***	**Kolgomorov-Smirnov (KS)**
10	0,683	> 0,100	> 0,150
20	0,288	> 0,100	> 0,150
30	0,597	> 0,100	> 0,150
40	0,475	> 0,100	> 0,150
50	0,529	> 0,100	> 0,150

* teste similar ao Shapiro-Wilk (SW). Considerou-se $\alpha = 5$ % e n = 5.
Fonte: Os autores (2026).

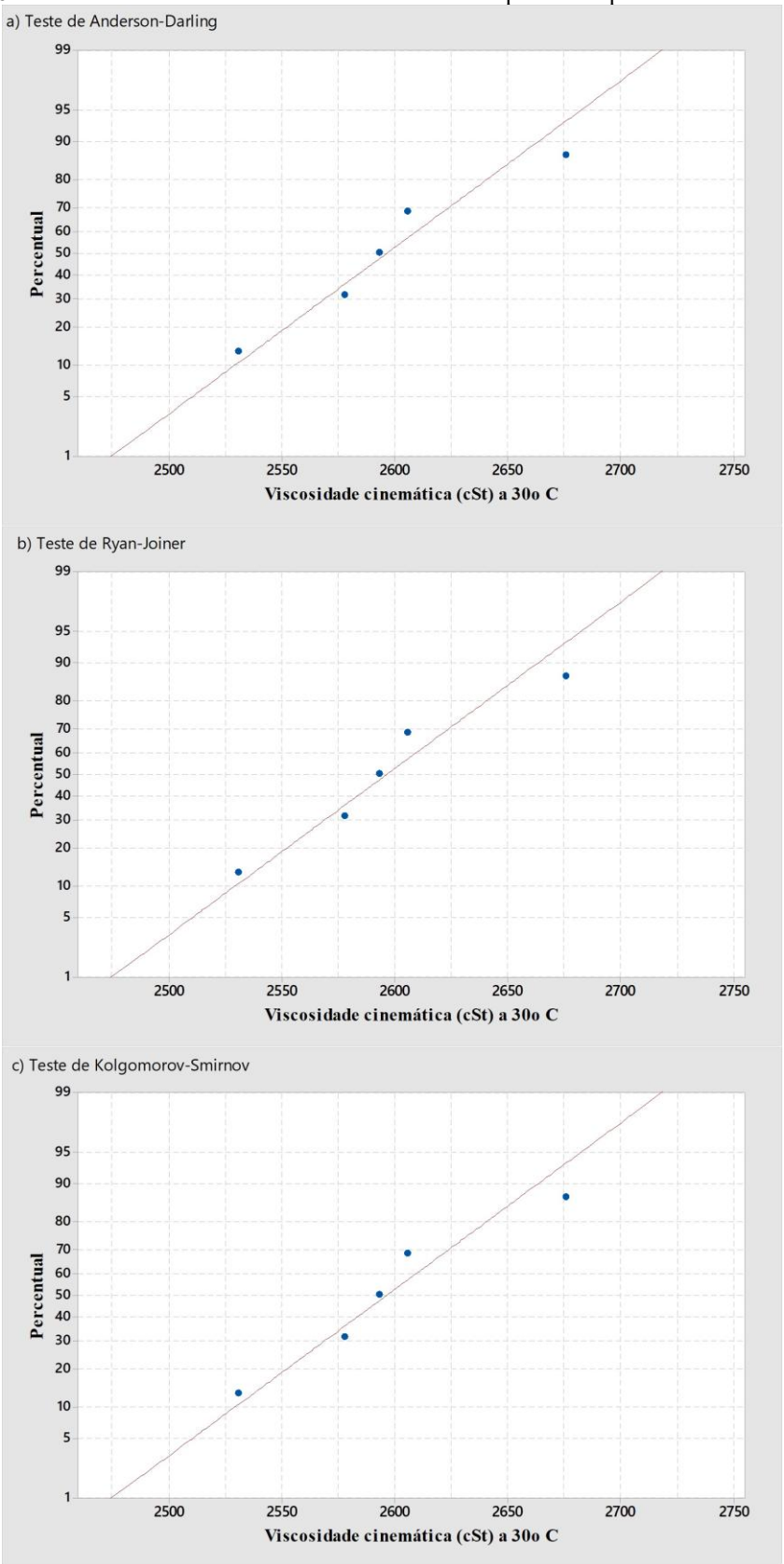
Os resultados obtidos nos três testes de normalidade executados demonstram valores de p-valor superiores a 0,050 (p-valor > α), sendo assim, apesar do número de amostrar ser pequeno (n = 5), o que enfraquece os testes realizados, pode-se supor normalidade dos dados obtidos e se empregar testes paramétricos como a Análise de Variância (ANOVA) e o teste t de Student.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

Figura 6. Gráficos relacionados aos testes de normalidade para a temperatura ambiente (30º C)



Fonte: Os autores (2026).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

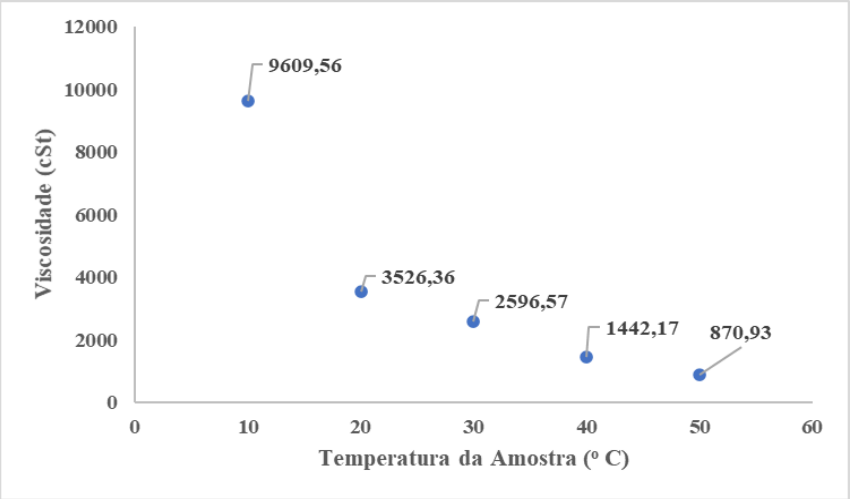
A Tabela 3 apresenta os resultados de viscosidade cinemática obtidos para as cinco amostras de mel da espécie *Apis mellifera*, ao passo eu a Figura 7 apresenta a variação de viscosidade cinemática média das cinco amostras em temos de temperatura de análise.

Tabela 3. Viscosidades cinemáticas de amostras de mel de *Apis mellifera*

	Viscosidade cinemática (cSt) em diferentes temperaturas (º C)				
Amostra	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**
A1	10.257,78 ± 2.057,67	3.308,79 ± 118,48	2.530,71 ± 48,26	1.491,64 ± 99,75	786,13 ± 40,20
A2	9.132,84 ± 877,76	3.574,22 ± 78,32	2.593,16 ± 23,86	1.501,37 ± 52,23	882,34 ± 41,88
A3	12.213,65 ± 896,85	3.760,09 ± 70,52	2.577,71 ± 20,06	1.432,44 ± 38,15	857,39 ± 24,09
A4	7.563,58 ± 502,40	3.676,82 ± 83,02	2.605,69 ± 12,87	1.381,23 ± 69,38	903,23 ± 30,44
A5	8.879,95 ± 1.125,36	3.311,88 ± 46,42	2.675,59 ± 52,82	1.404,17 ± 56,93	925,53 ± 16,01
Geral*	**9.609,56^{a} ± 2.042,83**	**3.526,36^{b} ± 240,37**	**2.596,57^{b} ± 60,87**	**1.442,17^{c} ± 124,67**	**870,93^{c} ± 57,73**
CV Geral (%)	**21,26**	**6,82**	**2,34**	**8,64**	**6,63**

Legenda: Resultados de média ± desvio padrão de três replicações para cada uma das amostras (A1 a A5). Letras diferentes sobre as médias gerais indicam haver diferença significativa entre os grupos amostrais, conforme ANOVA seguida de teste de Tukey, considerando α = 5 %.
Fonte: Os autores (2026).

Figura 7. Viscosidade cinemática média (em cSt) conforme a temperatura das amostras (º C)



Fonte: Os autores (2026).

Os resultados apresentados na Tabela 3 e Figura 7 evidenciam que a viscosidade cinemática do mel de *Apis mellifera* sofreu redução progressiva com o aumento da temperatura, demonstrando comportamento de viscosidade cinemática típico de fluidos alimentícios altamente concentrados em açúcares. Todavia, por mais que numericamente as médias de viscosidades cinemáticas nas 5 temperaturas sejam distintas e decrescentes, se observa que o teste estatístico aplicado, considerando um α de 5 %, indica que entre as temperaturas de 20º C e 30º C, a viscosidade cinemática não é significativamente distinta, o mesmo ocorrendo entre as temperaturas de 40º C e 50º C. Também se observou que a viscosidade cinemática média geral variou de 9.609,56 cSt a 10° C para 870,93 cSt a 50° C, confirmando uma relação inversamente proporcional entre temperatura e resistência ao escoamento. Tal comportamento também foi observado por Gomes *et al.* (2024), em estudo realizado com mel de *Apis mellifera* proveniente de Tracuateua-PA, no qual os autores

CC BY

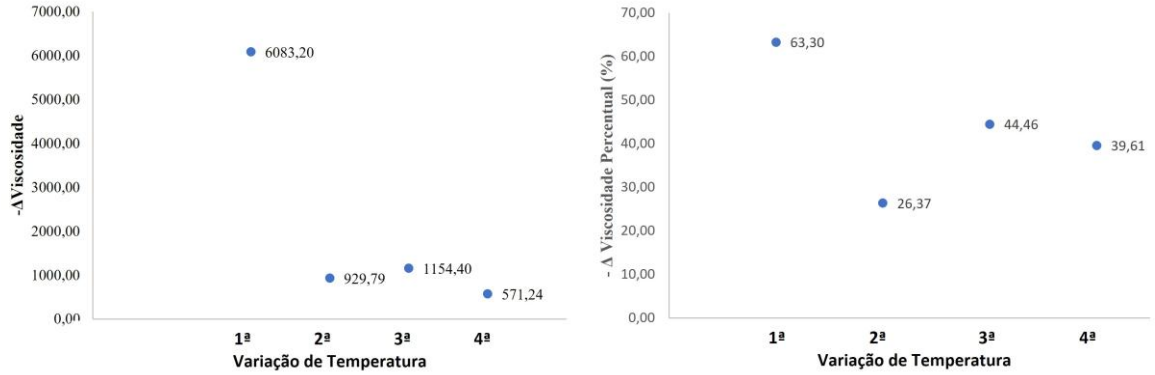
REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

verificaram diminuição contínua da viscosidade em função da elevação térmica, associando esse fenômeno à maior mobilidade molecular promovida pelo aquecimento.

A redução mais acentuada da viscosidade cinemática ocorreu entre 10° C e 20° C, quando a média passou de 9.609,56 cSt para 3.526,36 cSt, representando uma diminuição superior a 60 % (Figura 8). Esse comportamento sugere elevada sensibilidade térmica do mel em baixas temperaturas, indicando que pequenas variações térmicas promovem significativa reorganização estrutural da matriz açucarada. Resultados semelhantes foram relatados por Junzheng e Changying (1998), que observaram comportamento exponencial da viscosidade do mel frente ao aumento da temperatura, atribuindo esse efeito à redução das interações intermoleculares entre glicose, frutose e água.

Figura 8. Variação da viscosidade cinemática média (em cSt) conforme a temperatura das amostras (º C)



(a) Variação absoluta (b) Variação percentual (%)

Legenda: 1ª = variação entre as temperaturas de 10º C e 20º C; 2ª = variação entre 20º C e 30º C; 3ª = variação entre 30º C e 40º C; 4ª = variação entre 40º C e 50º C.
Fonte: Os autores (2026).

Além disso, verificou-se que os valores obtidos a 30 °C apresentaram média de 2.596,57 cSt (Tabela 3), superiores aos encontrados por Marchini *et al*. (2004) e Sodré *et al*. (2007), citados por Gomes *et al*. (2024), cujos estudos relataram médias inferiores para méis de *Apis mellifera* em temperatura ambiente. Essa diferença pode estar relacionada às particularidades florais e climáticas da região de obtenção das amostras, bem como às diferenças no teor de umidade e na concentração de sólidos solúveis.

Entre as amostras analisadas, a A3 apresentou os maiores valores de viscosidade cinemática nas temperaturas de 10° C, 20° C e 30° C, indicando maior resistência ao fluxo quando comparada às demais amostras. Esse resultado pode sugerir menor teor de umidade ou maior tendência à cristalização parcial, fatores frequentemente associados ao aumento da viscosidade cinemática em méis naturais. Bertoldi *et al*. (2004) destacam que a consistência do mel pode variar de fluida a cristalizada em função da composição açucarada e das condições ambientais de armazenamento, o que pode justificar as diferenças observadas entre as amostras do presente estudo.

Outro aspecto relevante refere-se à diminuição da variabilidade experimental em temperaturas intermediárias. O coeficiente de variação geral (CV (%), dado na Tabela 3) foi mais elevado a 10° C (21,26 %), enquanto a 30° C apresentou menor valor (2,34 %), indicando maior uniformidade dos dados nessa temperatura. Esse comportamento sugere que temperaturas moderadas reduzem os efeitos estruturais individuais relacionados à

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

composição físico-química de cada mel, promovendo comportamento mais homogêneo entre as amostras analisadas.

Os dados obtidos também demonstram que, em temperaturas superiores a 40° C, embora a viscosidade cinemática continue diminuindo, a taxa de redução torna-se menos intensa. Esse comportamento foi igualmente observado por Gomes *et al*. (2024), que verificaram redução mais abrupta da viscosidade em temperaturas mais baixas, seguida de tendência de estabilização relativa em temperaturas elevadas. Tal fenômeno pode estar relacionado ao fato de que, após determinado nível de aquecimento, grande parte das interações intermoleculares responsáveis pela resistência ao fluxo já se encontra enfraquecida, reduzindo o impacto proporcional do aumento térmico subsequente.

Sob o ponto de vista tecnológico e industrial, os resultados obtidos possuem relevância significativa, uma vez que a viscosidade cinemática interfere diretamente em etapas como bombeamento, filtração, envase e armazenamento do mel. Segundo Cengel e Cimbala (2015), fluidos com elevada viscosidade apresentam maior resistência ao escoamento devido ao atrito interno entre suas camadas, tornando o controle térmico um fator essencial para otimização de processos industriais. Dessa forma, os resultados reforçam que o controle da temperatura constitui importante ferramenta para padronização do comportamento viscosidade cinemática do mel e manutenção de sua qualidade físico-química.

4.2 VISCOSIDADE DO MEL DE *Melipona flavoneata* Friese

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos para os testes de normalidade (Anderson-Darling (AD); Ryan-Joiner (RJ) e Kolgomoriv-Smirnov (KS), os três testes disponíveis no programa utilizado), e na Figura 9 estão as curvas obtidas para os testes de normalidade (AD; RJ e KS), apenas para a temperatura ambiente (30º C), pois as demais apresentaram perfis semelhantes.

Tabela 4. Resumo dos resultados (p-valores) obtidos para a normalidade dos dados

	p-valor associado ao teste		
Temperatura (º C)	**Anderson-Darling (AD)**	**Ryan-Joiner (RJ)***	**Kolgomorov-Smirnov (KS)**
10	0,417	> 0,100	> 0,150
20	0,300	> 0,100	> 0,150
30	0,661	> 0,100	> 0,150
40	0,550	> 0,100	> 0,150
50	0,093	> 0,100	0,068

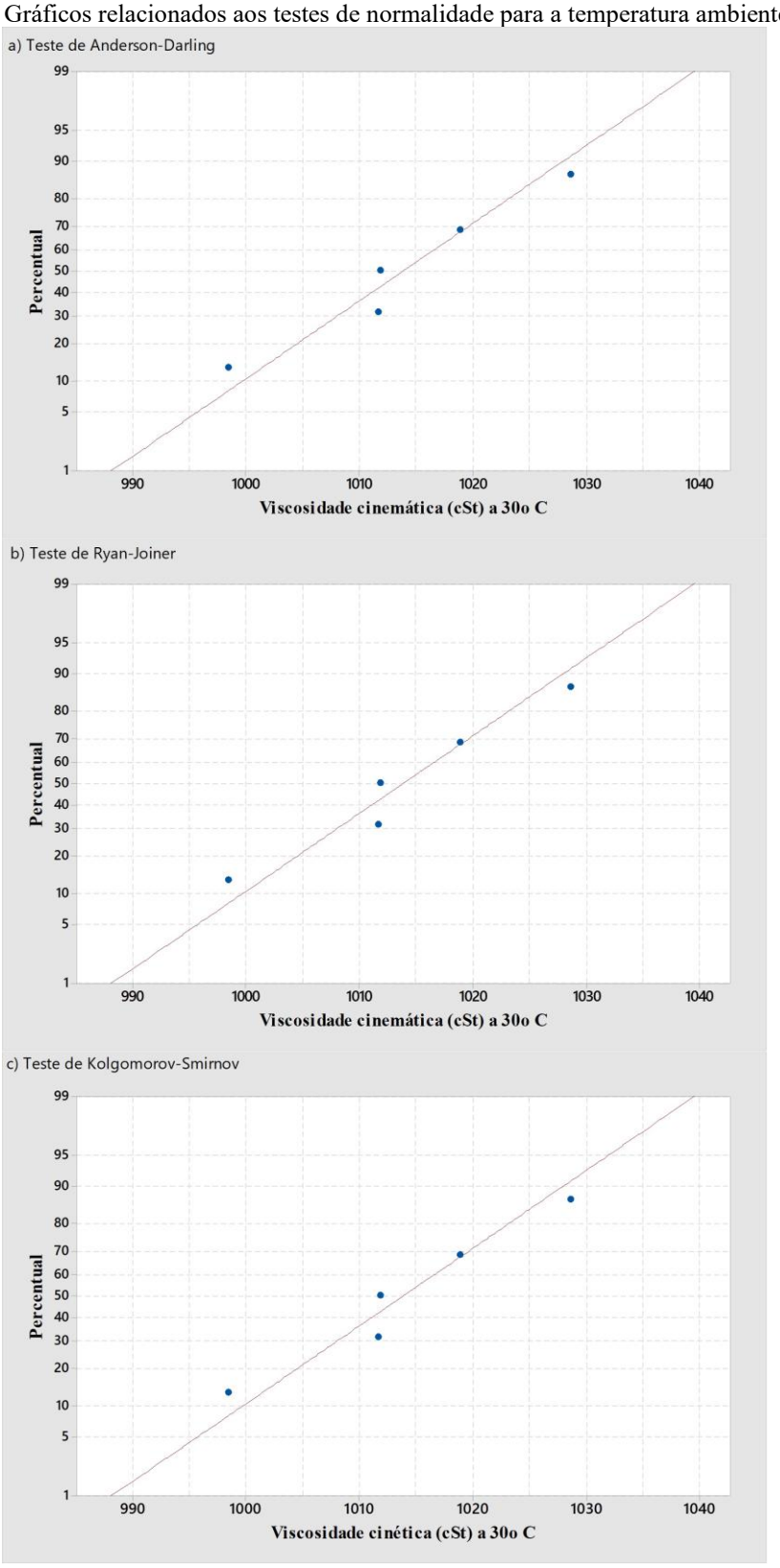
* teste similar ao Shapiro-Wilk (SW). Considerou-se α = 5 %.
Fonte: Os autores (2026).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

Figura 9. Gráficos relacionados aos testes de normalidade para a temperatura ambiente (30º C)



Fonte: Os autores (2026).

Os resultados obtidos nos três testes de normalidade executados demonstram valores

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

de p-valor superior a 0,050 (p-valor > α), sendo assim, apesar do número de amostrar ser pequeno (n = 5), o que enfraquece os testes realizados, pode-se supor normalidade dos dados obtidos e se empregar testes paramétricos como a Análise de Variância (ANOVA) e o teste t de Student.

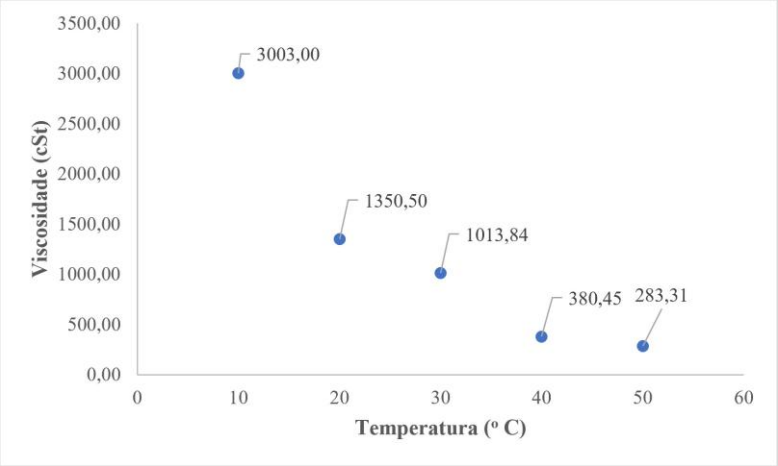
A Tabela 5 apresenta os resultados de viscosidade cinemáticas obtidos para as cinco amostras de mel da espécie uruçu-amarela (*Melipona flavolineata* Friese), ao passo que a Figura 10 apresenta a variação de viscosidade cinemática média das cinco amostras em temos de temperatura de análise.

Tabela 5. Viscosidades cinemáticas de amostras de mel de uruçu-amarela (*Melipona flavolineata* Friese)

Amostra	Viscosidade cinemáticas (cSt) em diferentes temperaturas (º C)				
	10	20	30	40	50
M1	3.367,80 ± 700,07	1.258,81 ± 46,34	998,39 ± 4,41	407,58 ± 23,15	293,68 ± 4,74
M2	2.690,12 ± 98,80	1.208,81 ± 14,87	1.011,64 ± 13,56	402,86 ± 13,40	292,68 ± 24,25
M3	2.517,06 ± 95,59	1.325,02 ± 68,74	1.018,84 ± 6,80	376,99 ± 40,85	276,27 ± 9,28
M4	2.813,66 ± 187,25	1.596,81 ± 52,96	1.011,84 ± 19,64	343,29 ± 7,59	261,94 ± 8,89
M5	3.625,62 ± 16,71	1.363,14 ± 37,46	1.028,58 ± 11,89	371,55 ± 15,82	291,96 ± 7,39
Geral*	**3.002,85^{a} ± 554,52**	**1.350,52^{b} ± 144,54**	**1.013,84^{c} ± 14,19**	**380,45^{d} ± 31,07**	**283,31^{d} ± 17,93**
CV Geral (%)	**18,47**	**10,70**	**1,40**	**8,17**	**6,33**

Legenda: Resultados de média ± desvio padrão de três replicações para cada uma das amostras (M1 a M5). Letras diferentes sobre as médias gerais indicam haver diferença significativa entre os grupos amostrais, conforme ANOVA seguida de teste de Tukey, considerando α =5 %.
Fonte: Os autores (2026).

Figura 10. Viscosidade cinemática média (em cSt) conforme a temperatura (º C) das amostras de mel de *M. flavolineata* Friese



Fonte: Os autores (2026).

Os resultados apresentados na Tabela 5 demonstram que a viscosidade cinemática do mel de *Melipona flavolineata* Friese foi diretamente influenciada pela temperatura, apresentando redução progressiva à medida que ocorreu o aquecimento das amostras. A viscosidade cinemática média geral variou de 3.002,85 cSt a 10° C para 283,31 cSt a 50° C, representando uma redução superior a 90,00 % durante toda a faixa de temperatura estudada. Esse comportamento evidencia a relação inversamente proporcional entre temperatura e viscosidade cinemática, característica frequentemente observada em méis e outros produtos alimentícios ricos em açúcares, estando associada à maior mobilidade molecular promovida pelo aquecimento (Silva *et al*., 2010).

A maior viscosidade cinemática foi observada na temperatura de 10° C, onde a

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

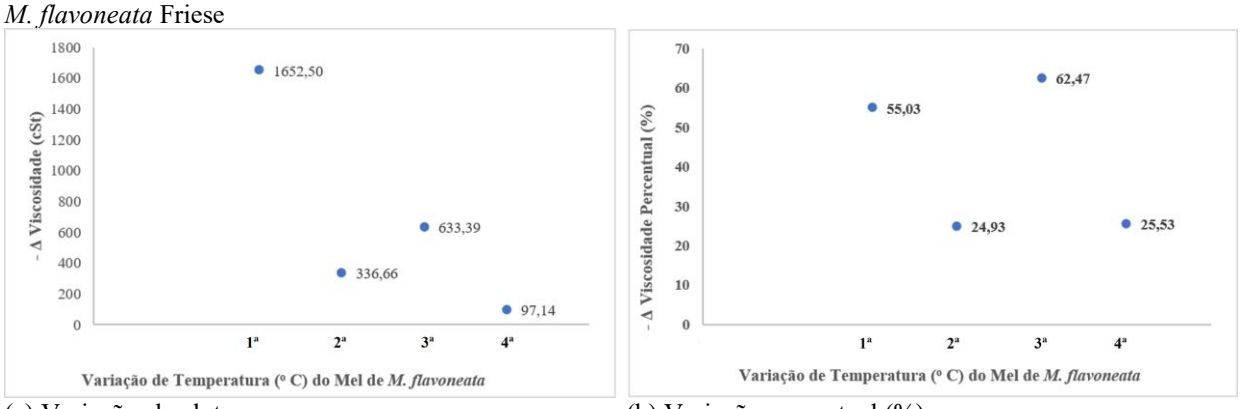
amostra M5 apresentou o maior valor entre todas as amostras analisadas (3.625,62 cSt) (Tabela 5), enquanto a amostra M3 apresentou o menor valor nessa mesma temperatura (2.517,06 cSt). Contudo, com a elevação da temperatura, observou-se uma aproximação gradual dos valores de viscosidade cinemática entre as amostras, principalmente a partir de 30° C, quando o coeficiente de variação geral foi de apenas 1,40 %, indicando maior uniformidade da viscosidade cinemática. Esse comportamento sugere que as diferenças relacionadas à composição físico-química de cada amostra exercem maior influência em temperaturas mais baixas, enquanto em temperaturas mais elevadas ocorre redução das interações intermoleculares responsáveis pela resistência ao escoamento (Bhandari; D'arcy; Kelly, 1999).

Observou-se ainda que todas as médias gerais apresentaram letras distintas na análise estatística (Tabela 5), exceto entre as temperaturas de 40º C e 50º C, evidenciando diferenças significativas entre as temperaturas de 10º C, 20º C e 30º C, e uma igualdade nas últimas duas temperaturas. Esse resultado demonstra que cada aumento de temperatura entre 10º e 30º C promoveu alterações relevantes nas viscosidades cinemáticas do mel, reforçando a forte dependência da viscosidade cinemática em relação ao aquecimento. Resultados semelhantes também foram descritos por Silva *et al*. (2010), que observaram diminuição significativa da viscosidade do mel conforme ocorria o aumento da temperatura, independentemente da origem botânica das amostras analisadas.

A redução contínua da viscosidade cinemática observada neste estudo está de acordo com os resultados encontrados por Lima *et al*. (2024), que avaliaram o comportamento reológico de méis produzidos por meliponíneos da região amazônica. Segundo os autores, o aumento da temperatura favorece a movimentação das moléculas presentes na matriz açucarada do mel, reduzindo o atrito interno e facilitando o escoamento do produto. Dessa forma, os resultados obtidos confirmam o comportamento esperado para esse tipo de alimento.

A Figura 11 apresenta as variações de viscosidade cinemática em termos de aumento de sua temperatura, tanto em termos absolutos, letra a, como em termos percentuais, letra b, determinadas de acordo com as equações (5) e (6).

Figura 11. Variação da viscosidade cinemática média (em cSt) conforme a temperatura (º C) das amostras de *M. flavoneata* Friese



(a) Variação absoluta (b) Variação percentual (%)

Legenda: 1ª = variação entre as temperaturas de 10º C e 20º C; 2ª = variação entre 20º C e 30º C; 3ª = variação entre 30º C e 40º C; 4ª = variação entre 40º C e 50º C.
Fonte: Os autores (2026).

Através dos valores presente na Figura 11, percebe-se que a maior variação

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

percentual de viscosidade cinemática do mel ocorreu entre 30º C e 40º C, com 62,47 % de decréscimo de viscosidade.

4.3 COMPARAÇÃO ENTRE ESPÉCIES

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos para os testes de normalidade (Anderson-Darling (AD); Ryan-Joiner (RJ) e Kolgomoriv-Smirnov (KS), os três testes disponíveis no programa utilizado), e na Figura 12 estão as curvas obtidas para os testes de normalidade (AD; RJ e KS) considerando-se os dados de viscosidade cinemática (cSt) para os méis de *A. mellífera* em a) e de *M. flavolineata* em b).

Tabela 6. Resumo dos resultados (p-valores) obtidos para a normalidade dos resultados de viscosidade cinemática (cSt)

	p-valor associado ao teste		
Espécie	**Anderson-Darling (AD)**	**Ryan-Joiner (RJ)***	**Kolgomorov-Smirnov (KS)**
Apis mellífera	0,092	0,078	0,114
Melipona flavolineata	0,239	> 0,100	> 0,150

* teste similar ao Shapiro-Wilk (SW). Considerou-se α = 5 %.
Fonte: Os autores (2026).

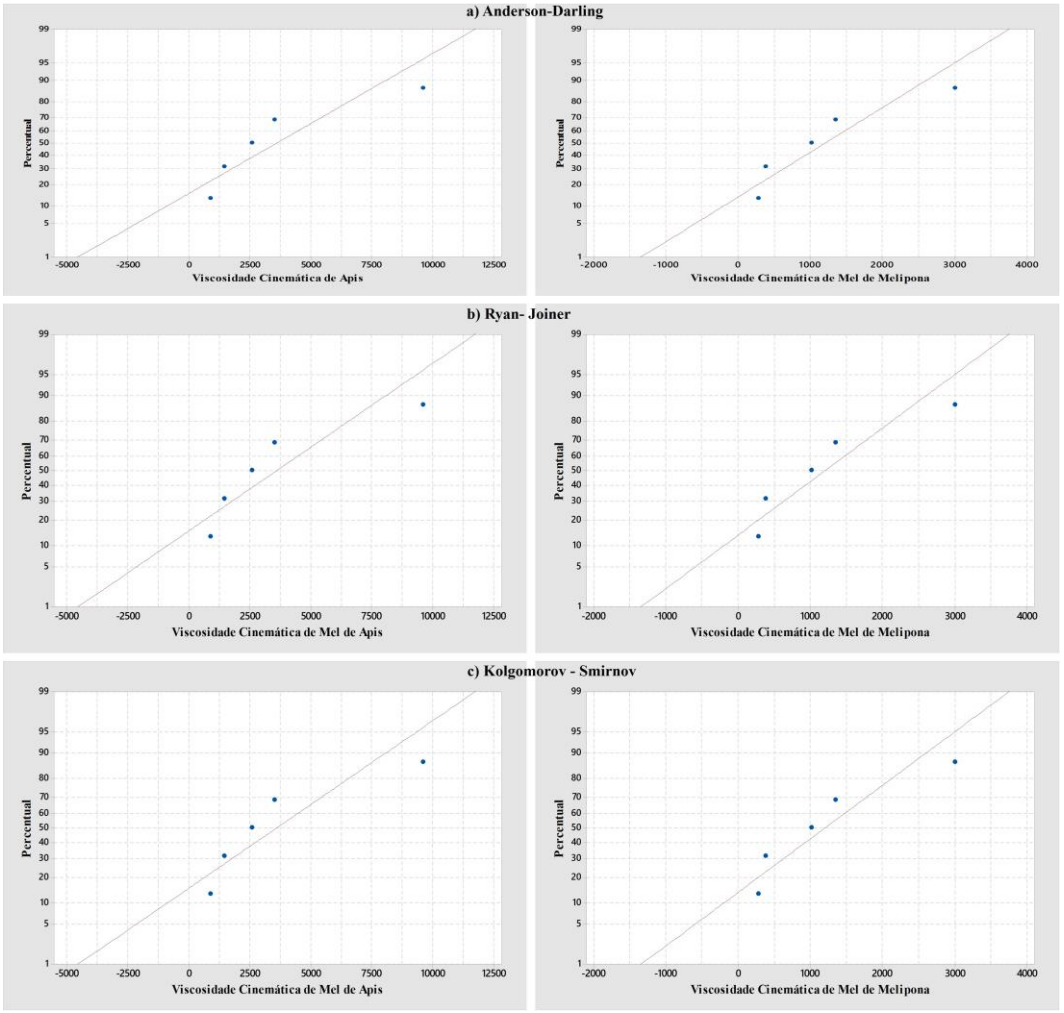
Conforme os resultados dados na Tabela 6 e vistos graficamente na Figura 12, os dois grupos de dados de viscosidade cinemática dois tipos de méis apresentaram normalidade, conforme o teste aplicado e α de 5 %, pois todos os valores de p-valor são superiores a 0,050.

A aplicação aos dados de viscosidade cinemática do teste t de Student para dados não pareados, considerando α = 5 %, demonstrou um valor de p-valor = 0,218 e um gráfico de caixas dado na Figura 13, o que comprava que os méis de *A. mellifera* e de *M. flavolineata* são distintos em termos de viscosidade cinemática (cSt).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

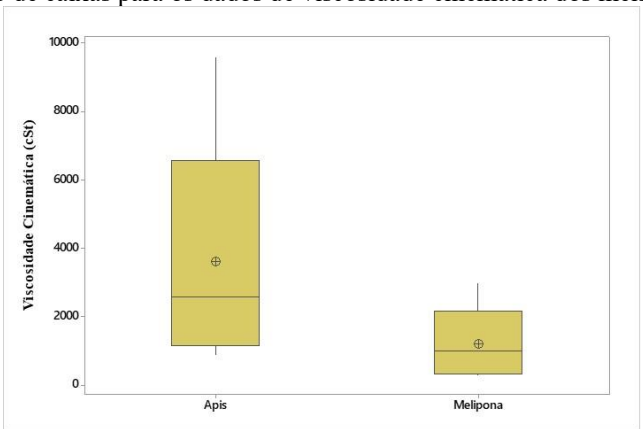
Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

Figura 12. Gráficos relacionados aos testes de normalidade para a viscosidade cinemática dos méis das duas espécies



Fonte: Os autores (2026).

Figura 13. Gráfico de caixas para os dados de viscosidade cinemática dos méis das duas espécies



Fonte: Os autores (2026).

A Tabela 7 apresenta dados comparativos entre as viscosidades cinemáticas dos méis das duas espécies de abelhas investigadas e a Figura 14 traz o perfil de viscosidade

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

cinemática (cSt) dos méis das duas espécies em um mesmo gráfico, possibilitando uma comparação visual entre os resultados obtidos.

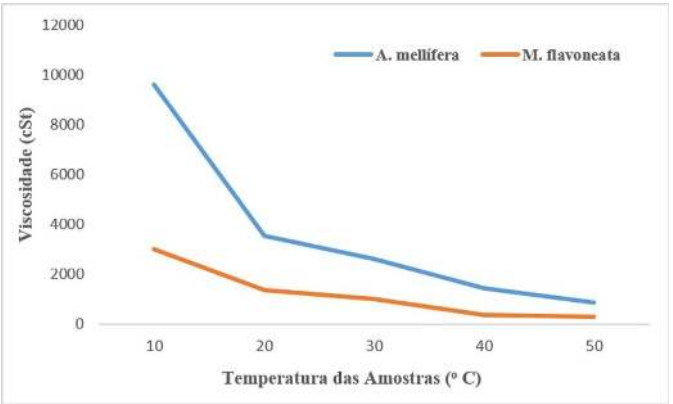
Tabela 7. Comparação de viscosidades cinemáticas entre as espécies estudas

	Médias Gerais				
Espécie	**10º C**	**20º C**	**30º C**	**40º C**	**50º C**
A. mellífera	9.609,56	3.526,36	2.596,57	1.442,17	870,92
***M. flavolineata* Friese**	3.002,85	1.350,52	1.013,86	380,45	283,31
p-valor	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Δ vis. (cSt)	6.606,71	2.175,84	1.582,71	1.061,72	587,62
Δ vis. (%)	68,75	61,70	60,95	73,62	67,47

Legenda: O p-valor apresentado corresponde ao teste t de Student para dados não pareado, considerando α = 5 %. Δ Visc. (cSt) representa a diferença entre a viscosidade cinemática do mel de *Apis mellifera* e a da espécie *Melipona flavolineata* Friese. Δ Visc. (%) representa a diferença percentual entre a viscosidade cinemática do mel de *Apis mellifera* e a da espécie *Melipona flavolineata* Friese.
Fonte: Os autores (2026).

Em todas as temperaturas houve diferença significativa entre as viscosidades cinemáticas das amostras de mel da espécie *Apis mellifera* e as da espécie *Melipona flavolineata* Friese, indicada por um valor de p-valor inferior a 0,050 (α = 5 %). Além disso, essa diferença oscilou entre 60,70 % e 73,62 %, ou seja, 12,92 %, não sendo percebida um padrão de diminuição ou aumento de percentual decorrente do aumento de temperatura das amostras. E a viscosidade cinemática de *A. mellífera* permaneceu numericamente superior em todas as temperaturas analisadas, o que pode ser percebido na Figura 14. Esse resultado alinha-se com o observado por Moraes *et al*. (2011), ao constatarem que a temperatura atenua a resistência ao fluxo, mas não anula as diferenças estruturais básicas conferidas pelos componentes físico-químicos intrínsecos de cada matriz alimentar.

Figura 14. Perfil de viscosidade cinemática obtido para os méis de *Apis mellifera* e de *Melipona flavolineata* Friese



Fonte: Os autores (2026).

Quando comparados aos resultados obtidos para o mel de *Apis mellifera* analisado neste trabalho, os méis de *Melipona flavolineata* Friese apresentaram viscosidades cinemáticas consideravelmente menores em todas as temperaturas avaliadas (Tabela 7 e Figura 14). A 10° C, por exemplo, o mel de *Apis mellifera* apresentou viscosidade cinemática média de 9.609,56 cSt, enquanto o mel de *M. flavolineata* Friese apresentou média de 3.002,85 cSt, correspondendo a uma diferença absoluta de 6.606,71 cSt e uma diferença percentual de 68,75 %. Essa diferença pode estar relacionada às características

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

físico-químicas próprias dos méis produzidos por abelhas sem ferrão, que geralmente apresentam maior teor de umidade quando comparados aos méis de *Apis mellifera*. De acordo com Villas-Bôas e Malaspina (2005), os méis do gênero Melipona possuem composição diferenciada, destacando-se principalmente pelo maior conteúdo de água, fator que contribui diretamente para a redução da viscosidade.

Do ponto de vista tecnológico, a menor viscosidade cinemática observada para o mel de *Melipona flavolineata* Friese pode representar uma vantagem durante etapas de processamento, como bombeamento, filtração e envase, uma vez que exige menor esforço para o escoamento do produto. Contudo, a maior fluidez também está associada ao elevado teor de umidade característico desses méis, fator que pode favorecer processos fermentativos quando o armazenamento ocorre de forma inadequada. Dessa maneira, o controle da temperatura e das condições de conservação torna-se fundamental para garantir a manutenção da qualidade físico-química e da estabilidade desse produto durante sua comercialização e armazenamento (Villas-Bôas; Malaspina, 2005).

Os resultados obtidos destacam que a viscosidade cinemática pode ser considerada como um parâmetro físico de alta sensibilidade para a discriminação entre os méis das duas espécies analisados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O perfil de viscosidade cinemática (cSt) obtido para ambas as espécies foi de redução gradativa de viscosidade cinemática com o aumento da temperatura das amostras, todavia não foi investigado a que modelo matemático tal decaimento obedece, o que fica como possibilidade de futuros estudos com tais méis de abelha. Além disso, seria interessante se ampliar o número de amostras por tipo de mel, o que levaria a uma maior robustez dos resultados obtidos.

Percebeu-se que a diferença entre viscosidades cinemáticas dos dois tipos de méis se manteve sem um perfil de variação com a temperatura. Isto é, os méis de *M. flavolineata* Friese sempre foram menos viscosos do que o de *A. mellifera*, o que pode ser um padrão compatível com diferenças de composição descritas na literatura, especialmente no teor de água, hipótese que não foi diretamente testada neste estudo.

Em termos de méis de *A. mellifera*, o perfil de viscosidades cinemáticas obtido se assemelha aos resultados obtidos em outros estudos com méis dessa espécie, mas provenientes de outras localidades do Pará e até mesmo de outras regiões do Brasil, o que pode indicar que o perfil de viscosidade cinemática possa estar mais associado ao tipo de mel do que em relação a sua origem geográfica, porém, para se avaliar rigorosamente esta hipótese, comparações futuras entre localidades são necessárias para avaliar a contribuição da origem geográfica. Todavia, seria importante conduzir estudos que comparassem diretamente os perfis de viscosidades cinemáticas de méis de *A. mellifera* provenientes de localidades distintas.

A viscosidade cinemática (cSt) diferenciou numericamente os dois conjuntos de amostras avaliados, pois se mostrou distinta para os dois grupos de amostras, conforme o teste estatístico aplicado.

O Pará, como um dos Estados brasileiros da Amazônia, apresenta uma rica variedade de espécies de abelhas nativas sem ferrão, cujas propriedades, incluindo as reológicas, ainda foi pouco ou nada investigado. Desta forma, seria interessante realizar ensaios de viscosidade cinemática com outras espécies de abelhas, sobretudo as espécies de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

meliponídeos, e fazer uma maior comparação entre espécies. Também ensaios de outras grandezas, como viscosidade dinâmica, são indicados para se ter um perfil reológico desses méis de abelha.

REFERÊNCIAS

ABATI, R.. **Agrotóxicos e abelhas: cienciometria e análise de efeito residual de imidaclopride e beta-ciflutrina em canola Brassica napus L**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BARBOSA, A. de L.; PEREIRA, F. de M.; VIEIRA NETO, J. M.; REGO, J. G. de S.; LOPES, M. T. do R.; CAMARGO, R. C. R. de. **Criação de abelhas (apicultura)**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007.

BERTOLDI, F. C. et al. **Características físico-químicas do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*), com florada predominante de hortelã-do-campo (*Hyptis crenata*), produzido no Pantanal**. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 4., 2004. Anais [...]. 2004. p. 1-4.

BORGES LIMA, C. H.; PANTOJA GOMES, C. D.; CARVALHO DE SOUZA, E.; DOS SANTOS SILVA, A. MEL DE TIÚBA (*Melipona fasciculata*): UM ESTUDO REOLÓGICO. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, [S. l.], v. 2, n. 1, 2024. DOI: 10.61164/rmnm.v2i1.1784. Disponível em: https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/1784. Acesso em: 20 jan. 2026.

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 & Desenvolvimento**, v. 5, n. 9, p.7-21, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº11 de 20 de outubro de 2000**. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 de outubro de 2000.

BUIOCHI, F.; HIGUTI, R. T.; FURUKAWA, C. M.; SILVA, E. C.; ADAMOWSKI, J. C. Medição de viscosidade de líquidos pelo método de múltiplas reflexões acústicas com conversão de modo. **Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automática**, v. 14, p. 278-284, 2003.

CAMARGO, R. C. R. de; PEREIRA, F. de M.; LOPES, M. T. do R.; WOLFF, L. F.. **Mel**: características e propriedades. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2006.

CENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. *Mecânica dos fluidos*. 3. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

EVANGELISTA-RODRIGUES, A. et al. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1166-1171, 2005.

GOIS, G. C.; LIMA, C. A. B. de; SILVA, J. H. V. da; RODRIGUES, A. E. Composição físico-química de méis de *Apis mellifera* L. e abelhas sem ferrão. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 2, p. 88-96, 2013.

GONÇALVES, K. D.. **Efeitos da fermentação natural sobre os parâmetros físico-químicos do mel de abelha sem ferrão *Melipona flavolineata* (uruçu-amarela) do Estado do Pará**. 2018. 52 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Química Industrial) – Faculdade de Química, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018. Disponível em: https://bdm.ufpa.br/jspui/handle/prefix/2581. Acesso em: 20 de abr. 2026.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de Mel de Abelha**. 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/br. Acesso em: 20 de abr. 2026.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M.. **Polinizadores no Brasil**: Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

JUNZHENG, P.; CHANGYING, J. General rheological model for natural honeys in China. **Journal of Food Engineering**, v. 36, n. 2, p. 165-168, 1998.

LAGE, E.. Viscosidade, **Rev. Ciência Elem.**, v.6, n.04, p.085, 2018. doi.org/10.24927/rce2018.085.

LIMA, C. H. B. et al. Mel de Tiúba (*Melipona fasciculata*): um estudo reológico. Revista **Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 2, n. 1, 2024.

MACHADO, F. M. V. F.; PARDO, R. B.; GARCIA, F.. Uruçus-amarelas: admiráveis Meliponas do território brasileiro. **Studies in Environmental and Animal Sciences**, v. 5, n. 2, p. e8249-e8249, 2024.

MONTEIRO, M.. **Pesquisa mostra potencial medicinal do "mel de açaí" e do uso sustentável da biodiversidade.** *Agência Pará*, Belém, 22 maio 2025. Disponível em: https://agenciapara.com.br/noticia/67252/pesquisa-mostra-potencial-medicinal-do-mel-de-acai-e-do-uso-sustentavel-da-biodiversidade. Acesso em: 26 ago. 2025.

MORAES, I. C. F.; REIS, F. R.; DEUS, C. D.; FERREIRA, L. M. Comportamento reológico e efeito da temperatura na viscosidade do mel de *Apis mellifera*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 10, p. 1078-1084, 2011.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

MOREIRA, G. L. V. et al. ESTUDO REOLÓGICO E COMPARATIVO DE MÉIS DE ABELHAS EUROPEIAS (*Apis mellífera*) E ABELHAS URUÇU BOCA-DE-RENDA (*Melipona seminigra*) DE MARBÁ-PA. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 5, n. 1, p. 1-19, 2025. DOI:10.61164/rmnm.v5i1.3665.

OLIVEIRA, E. V. dos S. et al. Caracterização físico-química dos méis e polens das abelhas sem ferrão das espécies *Melipona flavolineata* e *Melipona fasciculata*. **Química Nova**, v. 46, n. 10, p. 942-948, 2023.

PANTOJA GOMES, C. D.; BORGES LIMA, C. H.; CARVALHO DE SOUZA, E.; DOS SANTOS SILVA, A. ESTUDO REOLÓGICO DE MEL DE *Apis mellífera* PROVENIENTE DE TRACUATEUA, PARÁ. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, [S. l.], v. 3, n. 3, 2024. DOI: 10.61164/rmnm.v3i3.2189. Disponível em: https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/2189. Acesso em: 20 jan. 2026.

PASINI, R. V. A. et al. MEL DE ABELHA URUÇU AMARELA (MELIPONA FLAVOLINEATA) DO PARÁ:UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DUAS LOCALIDADES PRODUTORAS. **REMUNOM**, *[S. l.]*, v. 1, n. 03, p. 1–20, 2026. DOI: 10.61164/vb819w63. Disponível em: https://remunom.ojsbr.com/multidisciplinar/article/view/5333. Acesso em: 29 ago. 2026.

PEREIRA, F. M. et al. **Produção de mel**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003. (Sistemas de Produção, 3). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/. Acesso em: 15 julho. 2026.

RIBEIRO, D. V.. **Perfil da meliponicultura na cidade de Parauapebas - PA**. 2023. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, Parauapebas, 2023.

ROSA, R.. **Abelha Melípona Uruçu amarela**. Brasília, DF: Embrapa, 2025. Fotografia. Disponível em: Portal Embrapa – Abelha Melípona Uruçu amarela. Acesso em: 29 ago. 2026.

SANTOMAURO, R. A. et al. Viscosidade do mel de *Apis mellifera* de diferentes origens florais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 45, 2025.

SANTOS, F. C. F. dos; ANGULO, E. L. H.; SANTOS, M. E. C. dos. Caracterização físico-química de amostras do mel de abelhas nativas. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 5, 2021.

SILVA, C. L. da. **Caracterização reológica e físico-química de méis de abelha (*Apis mellifera* L.) do Estado do Piauí**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Paraíba/Campina Grande, Campina Grande, 2001.

SILVA, K. F. N. L. et al. Comportamento reológico do mel de *Apis mellifera* do município de Tabuleiro do Norte-CE. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 1, p. 54-65, 2010.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 18/08/2026 - **Accepted:** 22/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/hbp25v14
Pages: 1-26

SILVA, P. M.; GAUCHE, C.; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. **Food Chemistry**, v. 196, p. 309-323, 2016.

SILVA, W. C. C.; SANTOS, J. A.; ARAÚJO, L. F.; LOUREIRO, M. B.; SANTOS, A. R. Apicultura na Amazônia brasileira: revisão sistemática de literatura, 2000–2022. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 26, n. 1, p. 1-13, 2023.

THEOBALD, L. C.; PASQUALI, I.. Levantamento e registro: Luyza Castelan Theobald Elaboração da ficha técnica: Ísis Pasquali, "**Ficha Técnica da espécie *Apis mellifera* (Abelha europeia)**," *Repositório de Arquivos Grupo GEPETER*. Disponível em: https://gepeter.proj.ufsm.br/repositorio/items/show/76.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. da. Características do mel. **Boletim Técnico da Universidade Federal do Espírito Santo–UFES**, 2007.

VILLAS-BÔAS, J. K.; MALASPINA, O. Parâmetros físico-químicos propostos para controle de qualidade do mel de abelhas indígenas sem ferrão no Brasil. **Mensagem Doce**, n. 82, p. 6-16, 2005.

VILLAS-BÔAS, J.. **Manual Tecnológico**: Mel de Abelhas sem Ferrão. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 2012.