Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

ESTUDO REOLÓGICO E COMPARATIVO DE MÉIS DE ABELHAS EUROPEIAS (*Apis mellífera*) E ABELHAS URUÇU BOCA-DE-RENDA (*Melipona seminigra*) DE MARBÁ-PA

RHEOLOGICAL AND COMPARATIVE STUDY OF HONEY FROM EUROPEAN BEES (*Apis mellífera*) AND URUÇU BOCA-DE-RENDA BEES (*Melipona seminigra*) FROM MARBÁ-PA

ESTUDIO REOLÓGICO Y COMPARATIVO DE MIEL DE ABEJAS EUROPEAS (*Apis mellífera*) Y ABEJAS URUÇU BOCA-DE-RENDA (*Melipona seminigra*) DE MARBÁ-PA

Glenda Layse Vieira Moreira
Graduanda em Farmácia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: glenda.moreira@ics.ufpa.br

Maira Caroline Soares Lasmar
Graduada em Farmácia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: maira.lasmar@icsa.ufpa.br

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

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

Recebido: 01/03/2025 – Aceito: 14/03/2025

Resumo
Os méis são substâncias viscosas e adocicadas, apreciados pela população como uma fonte alimentícia e como recurso terapêutico. A viscosidade do mel é um dos critérios usados pela população para a sua escolha, pois méis mais viscosos (mais “grosso”) são tidos como melhores e puros. O presente trabalho buscou determinar a viscosidade de méis de abelhas europeias e de abelhas uruçu boca-de-renda, provenientes de Marabá, no Pará, além de traçar seus perfis reológicos, em seis temperaturas diferentes (10º C, 20º C, 30º C, 40º C, 50º C e 60º C). Os resultados demonstraram que a viscosidade dos dois tipos de méis reduziu com o incremento de temperatura, mas, a medida que a temperatura aumenta, a diferença de viscosidade entre os dois tipos de méis diminui rapidamente. Para os dois tipos de méis, a função de 3º grau se mostrou a melhor opção de modelamento de viscosidade (cSt) versus temperatura (º C).
Palavras-chave: Amazônia; Produto de origem animal; Propriedades Físicas.

Abstract
Honeys are viscous and sweet substances, appreciated by the population as a food source and as a therapeutic resource. The viscosity of honey is one of the criteria used by the population to choose it, as more viscous honeys (“thicker”) are considered better and pure. The present work sought to determine the viscosity of honeys from European bees and uruçu boca-de-renda, from Marabá, in Pará,

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

in addition to tracing their rheological profiles, at six different temperatures (10º C, 20º C, 30º C, 40º C, 50º C and 60º C). The results demonstrated that the viscosity of the two types of honey reduced with increasing temperature, but as the temperature increased, the difference in viscosity between the two types of honey decreased rapidly. For both types of honey, the 3rd degree function proved to be the best option for modeling viscosity (cSt) versus temperature (º C).
Keywords: Amazon; Product of animal origin; Physical properties.

Resumen
Las mieles son sustancias viscosas y dulces, apreciadas por la población como fuente de alimento y como recurso terapéutico. La viscosidad de la miel es uno de los criterios que utiliza la población para elegirla, ya que las mieles más viscosas (más “espesas”) se consideran mejores y puras. El presente trabajo buscó determinar la viscosidad de mieles de abejas europeas y de uruçu boca-de-renda, de Marabá, en Pará, además de rastrear sus perfiles reológicos, a seis temperaturas diferentes (10º C, 20º C, 30º C, 40º C, 50º C y 60º C). Los resultados demostraron que la viscosidad de los dos tipos de miel se reducía al aumentar la temperatura, pero a medida que aumentaba la temperatura, la diferencia de viscosidad entre los dos tipos de miel disminuía rápidamente. Para ambos tipos de miel, la función de tercer grado demostró ser la mejor opción para modelar la viscosidad (cSt) versus la temperatura (º C).
Palabras clave: Amazonas; Producto de origen animal; Propiedades físicas.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta grande diversidade de flora e fauna, especialmente em suas florestas tropicais, com destaca para a floresta amazônica que recobre boa parte do território nacional, se espalhando por todos os Estados da região norte do país (Amapá, Acre, Amazonas, Pará, Tocantins, Roraima e Rondônia), além de boa parte do Maranhão, na região nordeste e norte do Estado de Mato Grosso, na região Centro-Oeste.

Dentro dessa vasta biodiversidade, se encontram diversas espécies de abelhas nativas sem ferrão, indígenas ou melíponas, além da espécie europeia, que, por mais que não seja nativa da região, já foi largamente criada pelos apicultores locais. Como a região apresenta também uma abundância e diversidade florística muito grande, a produção de méis diversos se torna viável, e uma excelente forma de geração de renda para a população local, que consegue, assim, extrair recursos financeiros sem ter que devastar a Amazônia, o que vem ao encontro a alguns dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização Mundial da Saúde (OMS), sendo eles: erradicação da pobreza; fome zero e agricultura sustentável; trabalho decente e crescimento econômico; e, principalmente, ação contra a mudança global do clima, pois leva a preservação das florestas nativas ou reflorestadas.

Apesar de sua extrema importância para o controle de qualidade de méis, ainda é escasso trabalhos que visem caracterizar os méis do ponto de vista físico-químico, especialmente méis oriundos das diversas regiões e espécies de abelhas da Amazônia, e mais escasso ainda são estudos sobre viscosidade desses produtos, por mais que esta variável física seja muito importante para caracterizar um fluído (Silva *et al.*, 2010).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a variação de viscosidade de méis de abelha europeia (*Apis mellífera*) e de abelhas uruçu boca-de-renda (*Melípona seminigra* M.), oriundos de uma localidade na região rural do município de Marabá, no sudoeste do Estado do Pará, e estabelecer um perfil reológico para os méis de ambas as espécies, bem como comparar tais perfis entre si.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

2 REVISÃO DE LITERATURA

O mel é um produto líquido, espesso e doce, amarelado ou acastanhado, produzido pelas abelhas a partir do néctar das flores e armazenado nos favos de mel existentes nas colmeias (Brasil, 2000).

O mel apresenta diversos açúcares, além de ser abundante em várias substâncias de caráter funcional e nutricional, que possam oferecer diversos benefícios à saúde do ser humana. Tais substâncias liberam energia, proteínas e enzimas essenciais para o corpo humano, todavia elas têm que ser empregadas e consumidas moderadamente, mesmo sendo natural (Glória *et al*., 2024).

O mel de abelha apresenta diversos benefícios para a saúde do ser humano, tais como: potencial antioxidantes, ações contra infecções virais e cardiovasculares, ação anti-inflamatória, fortalecimento imunológico, melhoria na qualidade do sono, hidratação da pele, melhoria da memória, redução de colesterol ruim (Glória *et al*., 2024).

O Brasil é um país rico em reservas florais, as quais têm a possibilidade de produzir milhares de toneladas de mel, de excelente qualidade, que costuma ser aceito em mercados consumidores muito exigentes, além de que tal produto apresenta uma diversificada composição química, sendo, então, um alimento que apresenta uma grande complexidade em termos biológicos, analíticos e em termos físicos e físico-químicos, refletindo suas origens floral, geográfica e de espécie de abelha.

2.1 Espécie Europeia ou Italiana

As abelhas são insetos pertencentes a ordem dos himenópteros e família dos apídeos, que se compõe por mais de 20 mil espécies distintas já catalogadas, e o Brasil, graças às suas proporções continentais e sua riqueza de ecossistemas, é tido como um país privilegiado neste aspecto, uma vez que abriga muitas destas espécies de abelhas (Santos, 2002).

O gênero de abelhas Apis contém as abelhas sociais mais utilizadas comercialmente, apresentando sete espécies diferentes: *Apis florea*, *A. andreniformes, A. dorsata, A. cerana, A. mellifera, A. laboriosa* e *A. koschevnikov* (Couto; Couto, 2002), que são espécies muito importantes para polinização, agricultura, produção de mel, geleia real, cera, própolis e pólen.

A abelha *Apis mellífera* é comumente denominada de abelha italiana, europeia, africanizada, dentre outras denominações, sendo a abelha comumente encontrada em todo o Brasil e em diversas e vastas regiões do mundo. Esta espécie apresenta hábito social, estabelecendo seus ninhos ou colmeias em árvores, troncos mortos e outros locais, além de ser criada pelos apicultores em caixas elaboradas especialmente para sua criação racional, ou apicultura (Barbosa *et al*., 2007).

Representa a espécie que possui lei regulatória no Brasil, que definem diversas de suas propriedades desejáveis, como limite máximo de umidade de 20 % e um máximo de 0,60 % de teor de cinzas (Brasil, 2000).

Segundo a associação Brasileira de Estudo das Abelhas (ABELHA), no território nacional existem cinco famílias de abelhas, com muitos gêneros e espécies

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

muito variadas em termos de suas formas, cores e tamanhos, tornando a descrição desses insetos muito difícil, em termos anatômicos, todavia, a espécie *A. mellífera* (Figura 1) é a mais estudada, e, desta forma, sua anatomia é empregada como referência para conhecer os aspectos gerais de uma abelha (ABELHA, 2020).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

Figura 1. Imagem de uma abelha da espécie A. mellífera



Fonte: ABELHA (2020).

2.2 Espécie Uruçu Boca-de-Renda

As abelhas-sem-ferrão ou indígenas são componentes da tribo Meliponina (Hymenoptera, Apidae), que abriga 52 gêneros e mais de 300 espécies identificadas, que se distribuem pela América do Sul e Central, além de Ásia, Ilhas do Pacífico, Austrália, Nova Guiné e África, seno que nas Américas elas são mais numerosas nas florestas do tipo tropical, (mais de 60%), diminuindo em direção ao Sul do Brasil e ao Centro Norte do México (Embrapa, s/d).

A espécie de abelha conhecida como uruçu boca-de-renda, e cujo nome científico é *Melípona seminigra* merrillae, foi popularmente assim denominada graças ao fato de formarem uma estrutura peculiar nas entradas de seus ninhos, de formato de renda circular (Figura 2) (Dos Santos; Angulo; Dos Santos, 2021).

Figura 2. Ninhos de abelhas uruçu boca-de-renda



Fontes: (a) Dos Santos, Angulo e Dos Santos (2021); (b) Os autores (2024).

Os méis das abelhas nativas apresentam uma composição físico-química distinta do mel produzido pela espécie *Apis mellífera*, conferindo características de sabor, cor e odor diferenciados e que oscilação conforme a espécie de abelha criada e a florada da região (Embrapa, s/d) . Embrapa (s/d) afirma que “a produção de mel dessas abelhas também é dependente da espécie de abelha criada; em geral, quanto menor o tamanho da abelha e do ninho, menor a produção de mel”.

2.3 Viscosidade e Mel

Silva *et al*. (2010), citando Kramer (1966), informam que a viscosidade costuma ser definida como sendo a fricção de um fluido, ou seja, “a resistência encontrada pelas moléculas em se mover no interior do fluido devido ao movimento browniano e as forças intermoleculares”.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

Em méis de abelhas, a viscosidade “é identificada, pelo consumidor, como uma característica intrínseca, servindo como parâmetro de determinação de qualidade e de preferência” (Silva *et al*., 2010).

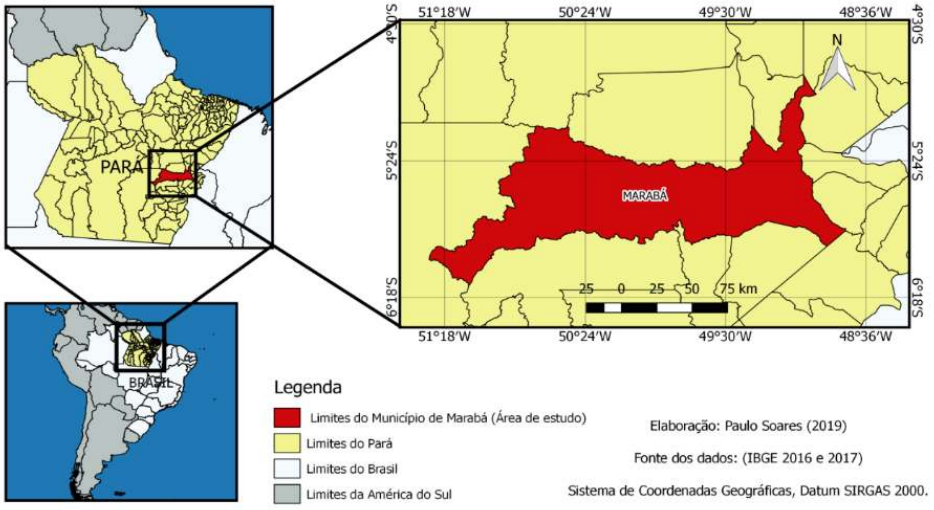
Silva *et al*. (2010) dizem ainda que a realização de rigorosa caracterização de faixas de viscosidade associadas aos méis de uma certa origem é “uma referência importante para a valorização do seu conjunto de atributos, justificando o seu estudo inclusive sob efeitos de aquecimento”.

3. METODOLOGIA

Obtenção das Amostras

Em agosto de 2024, foram adquiridas 10 amostras de mel de abelha europeia e 10 amostras de mel de abelha uruçu boca-de-renda, puros, provenientes da zona rural do município de Marabá, situado no sudoeste paraense (Figura 3), sendo a localização do apiário igual a 5° 22’ 8” de latitude Sul e 49° 7’ 4” de longitude Oeste.

Figura 3. Localização do município paraense de Marabá



Fonte: Pereira *et al*. (2020).

As amostras de mel de abelha europeia foram codificadas, no presente estudo, de E1 a E10, já as amostras de uruçu boca-de-renda foram codificadas como U1 a U10.

Todas as 20 amostras coletadas foram levadas para o Laboratório de Física Aplicada à Farmácia (LAFFA), da Faculdade de Farmácia, da Universidade Federal do Pará (UFPA), onde foram mantidas a temperatura ambiente e ao abrigo de luz adequado até o momento das determinações de viscosidade.

Obtenção das Temperaturas de Trabalho

As seis temperaturas de trabalho foram: 10º C; 20º C; 30º C; 40º C; 50º C e 60º C. As temperaturas inferiores à temperatura ambiente (30° C), foram obtidas através do resfriamento das amostras mediante o emprego de geladeiras, enquanto as temperaturas acima da temperatura ambiente, foram obtidas através do emprego de

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

um banho-maria, sendo o monitoramento das temperaturas das amostras realizado através do emprego de termômetros químicos de laboratório.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

Análises das Viscosidades das Amostras de Méis

A determinação de viscosidade dos méis de abelhas europeias e de méis de abelha uruçu boca-de-renda foram realizadas com a utilização de viscosímetros manuais do tipo Copo Ford, da marca Nalgon, com numerações diferentes conforme temperatura e tipo de mel, o que está apresentado na Tabela 1.

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

Espécie de abelha	Temperatura	Número do Copo	Equação do Aparelho
Europeia	10º C a 60º C	6	V = 14,92 . (t – 15,56)
Uruçu	10º C e 20º C	6	V = 14,92 . (t – 15,56)
	30º C e 40º C	5	V = 12,01. (t – 2)
	50º C e 60º C	4	V = 3,85 . (t – 4,49)

Legenda: V = viscosidade (cSt) e t = tempo de escoamento (s).
Fonte: Os autores (2025), com equações dadas pelo fabricante dos aparelhos.

A utilização de viscosímetros distintos se deve ao fato de que, de acordo com recomendações feitas pelo fabricante dos aparelhos, existe um tempo de escoamento máximo e mínimo para número de copo.

Tratamentos dos Dados Obtidos

As medições de viscosidade para cada uma das vinte amostras de mel e para cada uma das seis temperaturas de trabalho foram efetuadas três vezes (triplicatas), tabeladas em planilhas no Excel 2010, onde foram realizadas as análises descritivas básicas (médias e desvios padrões) e traçadas as diversas curvas de comportamento reológico, com a obtenção das linhas de ajustes, equações de ajustes e valor de R^2. Foram feitos Testes de ANOVA para averiguar se as viscosidades cinemáticas obtidas eram significativamente diferentes ($\alpha = 5\%$) de acordo com a temperatura de trabalho, além de teste t de Tukey, com significância de 95%, para comparar os perfis entre espécies de abelhas, e traçados gráficos de box-plote com a mesma intenção, sendo estas análises conduzidas utilizando o programa MINITAB 18.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo se encontram resumidos nas Tabelas 2 e 3, em que são apresentados os valores médios, seguidos de seus respectivos desvios padrões, para a viscosidade das dez amostras de mel de abelha europeia (Tabela 2) e para as dez amostras de mel da abelha uruçu boca-de-renda, e se considerando as seis temperaturas de trabalho utilizadas.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

Tabela 2: Resultados de viscosidade cinemática (cSt) em diferentes temperaturas encontrados para as amostras de mel de abelha europeia proveniente do município de Marabá-Pará.

	Temperatura (º C) da Amostra de Mel de Abelha Europeia					
Amostra	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**
E1	17.320,98 ± 62,95	7.016,48 ± 91,89	1.545,02 ± 76,96	1.014,91 ± 93,89	778,88 ± 36,68	401,50 ± 43,91
E2	15.459,66 ± 62,43	7.920,74 ± 26,41	1.488,87 ± 117,7	894,01 ± 17,06	688,61 ± 78,80	362,86 ± 10,92
E3	14.862,86 ± 21,51	9.016,51 ± 112,14	1.606,74 ± 112,51	1.190,92 ± 44,46	648,88 ± 57,05	341,13 ± 32,24
E4	20.887,01 ± 78,38	8.895,76 ± 53,17	2.105,86 ± 33,61	1.246,62 ± 31,29	583,18 ± 55,34	358,88 ± 15,61
E5	17.766,89 ± 47,39	9.012,83 ± 33,42	1.684,18 ± 104,15	776,09 ± 70,93	600,98 ± 48,88	343,61 ± 4,90
E6	19.959,38 ± 87,05	8.283,09 ± 24,51	2.006,30 ± 38,95	1.196,49 ± 93,20	624,61 ±7,44	363,95 ± 4,53
E7	21.235,19 ± 21,21	7.834,30 ± 60,21	1.971,58 ± 94,22	1.211,26 ± 109,82	574,72 ± 62,56	376,79 ± 19,33
E8	20.628,25 ± 41,16	7.799,44 ± 59,80	2.125,61 ± 2,62	1.148,45 ± 18,66	684,78 ± 34,71	405,08 ± 76,33
E9	20.183,14 ± 54,50	6.471,80 ± 95,87	2.008,83 ± 33,87	1.045,20 ± 35,59	638,33 ± 51,14	387,78 ± 40,02
E10	20.548,43 ± 84,20	6.052,70 ± 103,97	2.280,73 ± 111,64	1.040,03 ± 56,46	574,82 ± 60,64	437,46 ± 46,33
Geral	**18.885,18^{a} ± 859,16**	**7.830,37^{b} ± 200,45**	**1.882,37^{c} ± 184,91**	**1.076,4^{cd} ± 165,84**	**639,78^{cd} ± 83,56**	**377,9^{d} ± 42,25**

Legenda: E1 a E10: amostras de mel de abelha europeia (*Apis mellífera*). Média ± Desvio Padrão. Letras iguais sobre a mesma média indicam não haver diferença significativa entre os valores obtidos, conforme o teste de ANOVA, seguida de teste de Tukey, com 95% de significância.

Através dos valores presentes na Tabela 2, percebe-se que a viscosidade dos méis de abelha europeia (*Apis mellífera*) investigados (amostras E1 a E10) tiveram uma diminuição de viscosidade conforme o aumento de temperatura dos méis. Este perfil obtido no presente estudo é semelhante ao encontrado por Pantoja Gomes *et al*. (2024), que investigaram méis de abelhas europeias (*Apis mellífera*) provenientes de Tracuateua, no Estado do Pará.

Silva *et al*. (2010) afirmam que a redução de viscosidade em relação ao aumento de temperatura do produto é "um comportamento comum com os fluidos alimentícios" em méis de abelhas europeias (*Apis mellífera* L.) provenientes do Piauí, no Nordeste do Brasil, e em vários méis da chineses (Junzheng; Changying, 1998).

Em termos de ANOVA, as viscosidades das amostras resfriadas (10º C e 20º C) apresentaram valores de viscosidades significativamente superiores aos valores à temperatura ambiente (30º C), sendo que os resultados obtidos com amostras aquecidas a 40º C e 50º C foram inferiores aos valores da temperatura ambiente, mas não significativamente distintos, ao passo que o valor correspondente às amostras aquecidas até 60º C foram menores e significativamente distintas em relação aos valores médios em temperatura ambiente, mas não significativamente distintos aos valores encontrados para as outras temperaturas de aquecimento (40º C e 50º C).

Considerando-se a viscosidade média do mel de uruçu boca-de-renda a temperatura ambiente (30º C), seu valor foi de 541,06 cSt, dentro de uma faixa de 523,36 cSt a 560,87 cSt (Tabela 2) que se encontra dentro da faixa de valores entre 245 cSt a 1283 cSt, obtida por dos Santos, Angulo e dos Santos (2021) que estudaram a viscosidade de mel da mesma espécie, mas provenientes diferentes localidades do Estado do Acre.

Através dos valores apresentados na Tabela 3, percebe-se que a viscosidade dos méis de abelha uruçu boca-de-renda sofreu uma diminuição com a temperatura do mel, o que concorda com os resultados obtidos por Borges Lima *et al*. (2024), que procederam um estudo reológico similar ao presente estudo, mas com méis de uruçu cinzenta (*M. fasciculata*) provenientes de Tracuateua, município do Nordeste paraense, obtendo um perfil reológico semelhante, inclusive com a não diferença significativa entre os resultados em temperaturas mais elevadas (50º C e 60º C).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

Tabela 3: Resultados de viscosidade cinemática (cSt) em diferentes temperaturas encontrados para as amostras de mel de uruçu boca-de-renda proveniente do município de Marabá-Pará.

	Temperatura (º C)					
Amostra	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**
U1	1440,18 ± 94,95	696,97 ± 43,86	539,05 ± 6,50	263,58 ± 11,71	134,39 ± 13,91	101,23 ± 8,11
U2	1779,96 ± 156,30	649,67 ± 17,06	531,71 ± 1,72	255,67 ± 10,20	114,54 ± 14,88	110,44 ± 2,19
U3	1937,82 ± 87,35	625,65 ± 12,35	541,88 ± 3,02	270,76 ± 12,00	121,63 ± 16,36	148,52 ± 13,83
U4	1830,59 ± 32,13	618,39 ± 14,70	550,15 ± 3,85	258,33 ± 14,70	130,44 ± 18,06	160,11 ± 4,89
U5	1776,38 ± 202,86	600,24 ± 10,01	559,99 ± 2,65	286,73 ± 5,93	118,52 ± 12,76	172,29 ± 9,35
U6	1801,00 ± 199,52	587,11 ± 2,96	560,87 ± 0,42	313,71 ± 5,93	152,27 ± 6,83	169,54 ± 10,87
U7	1377,42 ± 83,44	572,34 ± 2,84	543,69 ± 9,27	280,44 ± 31,09	147,99 ± 13,13	185,66 ± 4,07
U8	1294,12 ± 35,34	583,97 ± 8,06	523,36 ± 2,61	277,61 ± 4,46	149,96 ± 11,88	201,87 ± 5,44
U9	1449,88 ± 61,07	590,29 ± 1,16	526,19 ± 2,11	242,20 ± 2,86	173,33 ± 4,38	202,38 ± 0,82
U10	1226,33 ± 96,09	585,67 ± 2,96	533,69 ± 4,00	273,94 ± 12,77	171,13 ± 13,12	192,86 ± 2,70
Geral	**1591,37^{a} ± 268,60**	**611,03^{b} ± 39,38**	**541,06^{b} ± 14,95**	**272,30^{c} ± 22,63**	**141,42^{c} ± 22,72**	**164,49^{c} ± 34,83**

Legenda: U1 a U10: amostras de mel de abelha uruçu boca-de-renda (*Melípona seminigra* Merrillae). Média ± Desvio Padrão. Letras iguais sobre a mesma média indicam não haver diferença significativa entre os valores obtidos, conforme o teste de ANOVA, seguida de teste de Tukey, com 95% de significância.

Considerando-se a viscosidade média do mel de uruçu boca-de-renda a temperatura ambiente (30º C), seu valor foi de 541,06 cSt, dentro de uma faixa de 523,36 cSt a 560,87 cSt (Tabela 2) que se encontra dentro da faixa de valores entre 245 cSt a 1283 cSt, obtida por dos Santos, Angulo e dos Santos (2021) que estudaram a viscosidade de mel da mesma espécie, mas provenientes diferentes localidades do Estado do Acre.

Através dos valores apresentados na Tabela 3, percebe-se que a viscosidade dos méis de abelha uruçu boca-de-renda sofreu uma diminuição com a temperatura do mel, o que concorda com os resultados obtidos por Borges Lima *et al*. (2024), que procederam um estudo reológico similar ao presente estudo, mas com méis de uruçu cinzenta (*M. fasciculata*) provenientes de Tracuateua, município do Nordeste paraense, obtendo um perfil reológico semelhante, inclusive com a não diferença significativa entre os resultados em temperaturas mais elevadas (50º C e 60º C) daquele trabalho.

A Tabela 4 apresenta as médias de viscosidade para os méis das duas espécies (europeia e uruçu boca-de-renda), em cada uma das seis temperaturas, bem como a diferença de viscosidade entre os dois tipos de méis (Δ) o que também está ilustrado na Figura 4.

Tabela 4. Comparação entre as viscosidades das duas espécies nas seis temperaturas

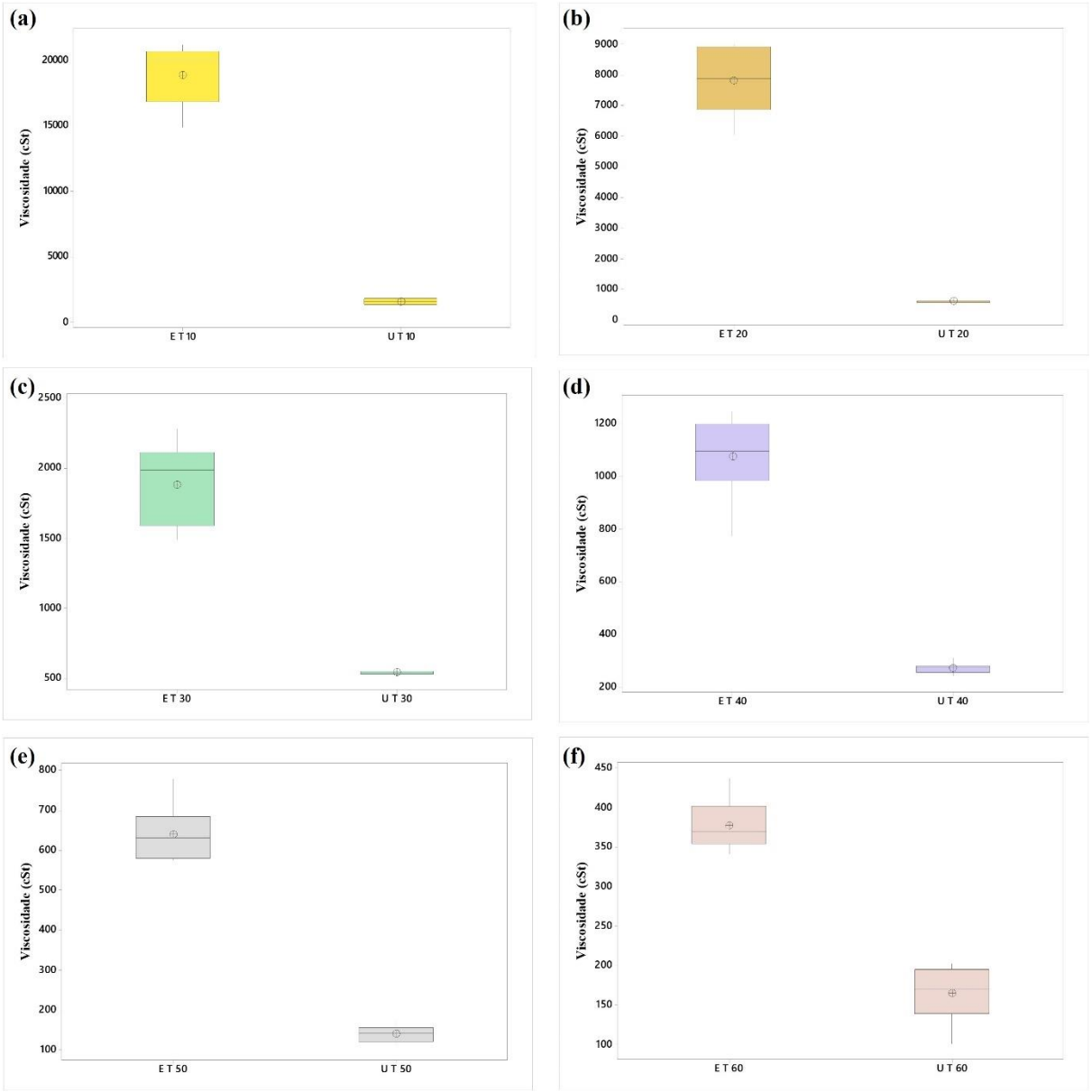
		Temperatura do Mel (° C)					
		10	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**
Média	**E**	18.885,15	7.830,37	1.882,37	1.076,40	639,78	377,90
	U	1.591,37	611,03	541,06	272,30	141,42	164,49
	Δ	17.293,35	7.219,34	1.341,31	804,10	498,36	213,49
p-valor		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T de Student		23,11	21,84	15,29	16,53	23,30	14,45

Legenda: E = méis de abelha europeia; U = méis de uruçu (boca-de-renda); Δ = diferença entre as médias de méis de abelha europeia e de uruçu boca de renda. Valores de p-valor < 0,050 indicam haver diferença significativa entre as médias, conforme teste t de Student para dados não pareados.
Fonte: Os Autores (2025).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

Figura 4. Gráficos de box-plote comparativos entre as amostras de mel de abelha europeia e de abelha uruçu boca-de-renda



Fonte: Os Autores (2025).

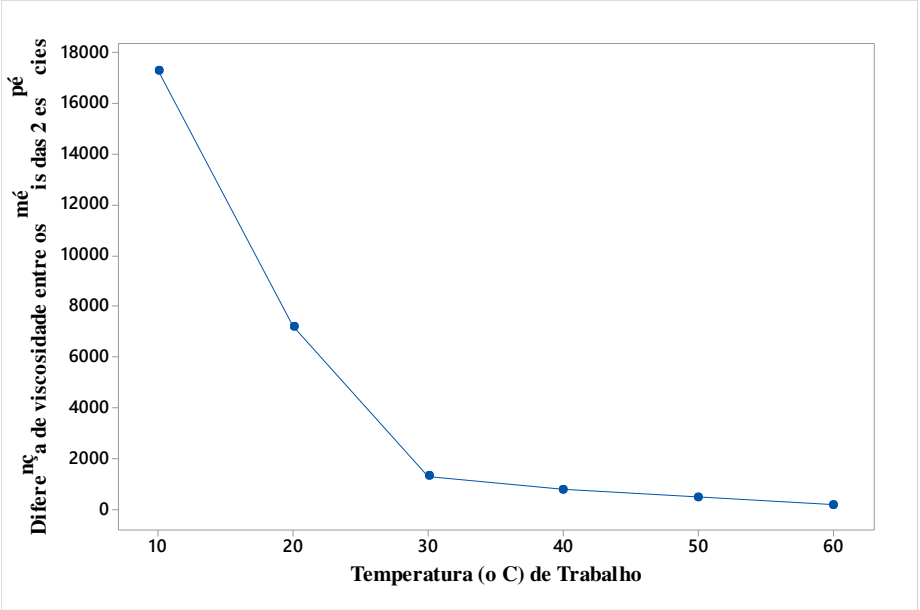
Os seis gráficos presentes na Figura 4 mostram que a dispersão dos valores de viscosidade dos méis de *Apis mellífera* é maior do que para os valores para a espécie *Melípona seminigra*, exceto para a temperatura de 60º C, quando a dispersão dos valores da espécie nativa foi maior.

Em todas as temperaturas analisadas, os méis de uruçu boca-de-renda se mostraram menos viscosos que os méis de abelha europeia (Tabela 4 e Figura 4). Todavia, conforme indica os valores da Tabela 4 e ilustra o gráfico da Figura 5, a diferença entre as viscosidades dos dois tipos de méis diminui com o aumento de temperatura, indicando que, para temperaturas superiores as analisadas, as viscosidades dos dois tipos de méis possam a ser semelhantes.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

Figura 5. Variação da diferença (Δ) entre as viscosidades dos méis das espécies europeia e uruçu boca-de-renda conforme o aumento de temperatura do mel



Fonte: Os Autores (2025).

A viscosidade é uma propriedade multifatorial, que sofre a influência da composição do fluído; do conteúdo de água (ou umidade) do produto, e à densidade relativa, entre outros fatores. Sabe-se também que um menor teor de água implica em densidade e viscosidade do fluído maiores, isto é, menor será a velocidade com que o fluído se movimenta (Abu-Jdayil *et al.*, 2002).

Através do exposto até aqui, percebe-se que a viscosidade de mel de abelha europeia apresenta uma viscosidade mais elevada do que as amostras de mel de abelha uruçu boca-de-renda, o que pode refletir o efeito do teor de umidade dos méis sobre suas viscosidades, sendo que a espécie europeia apresenta menor umidade e maior viscosidade, e acontece o contrário para a espécie de Melipona.

Considerando-se o processo de controle de qualidade de méis de abelhas (nativas ou europeias), a viscosidade influencia diretamente nas características sensoriais, além de influenciar no processamento do alimento, todavia existe uma escassez de valores relacionados à viscosidade, não havendo padronização legal em termos de Brasil, nem em termos mundiais.

4.1 Perfil de Variação de Viscosidade dos Méis Conforme a Variação da Temperatura

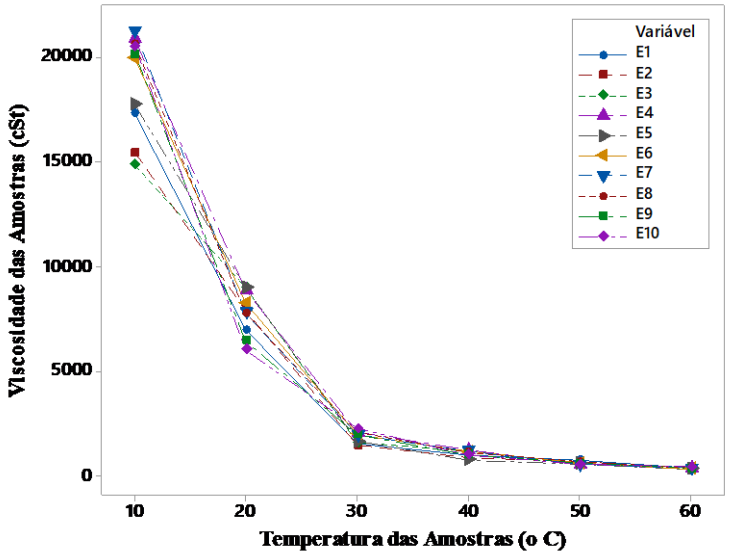
Halliday, Renick e Walker (2016) informam que quando um fluído é esquentado, suas moléculas passam a apresentar uma maior energia, tanto de movimento de translação, quanto de rotação, o que permitindo a elas vencerem barreiras de caráter energético referentes às interações intermoleculares, de forma mais facilitada, o que gera um decréscimo de viscosidade do fluído.

A Figura 6 apresenta o comportamento reológico obtido para as dez amostras de mel de abelha europeia, considerando-se as seis temperaturas de trabalho e a

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

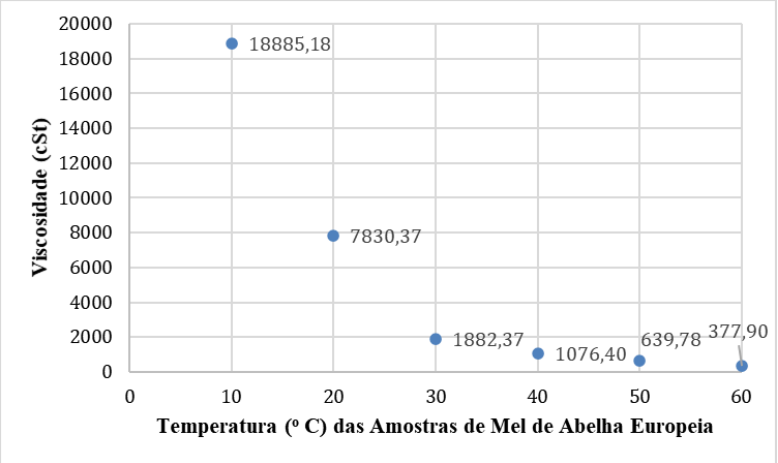
Figura 7 ilustra o comportamento das médias das amostras de mel de abelha europeia de acordo com a temperatura.

Figura 6. Comportamento reológico das dez amostras do mel de abelha europeia (*Apis mellífera*) (E1 a E10) de acordo com a temperatura das amostras



Fonte: Os autores (2025).

Figura 7. Comportamento reológico do mel de abelha europeia (*Apis mellífera*) com a variação de temperatura.

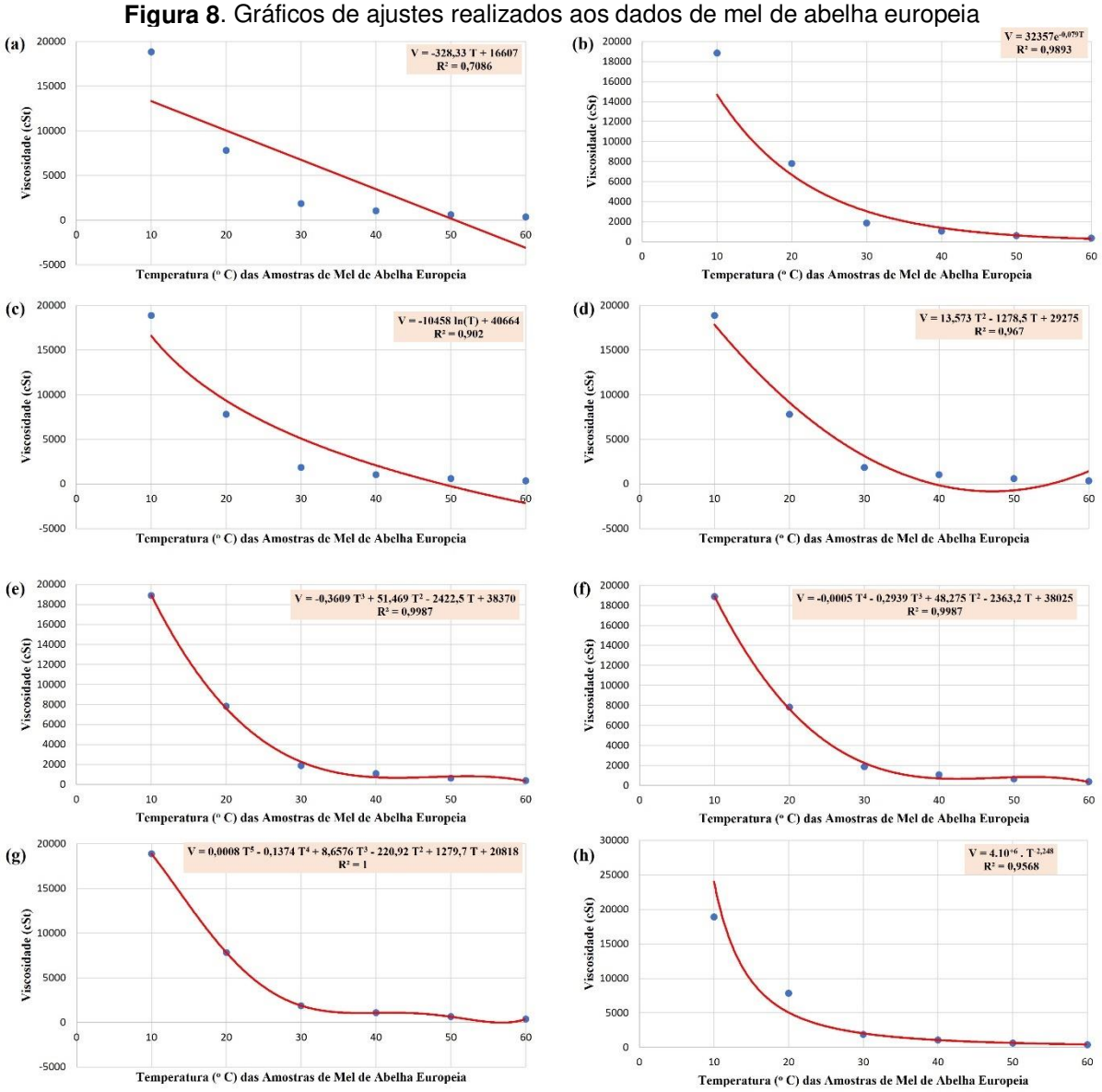


Fonte: Os autores (2025).

As dez amostras de mel de abelha europeia (E1 a E10) apresentaram um perfil único (Figura 6) e concordantes com o perfil apresentado pelos valores médios dessas dez amostras (Figura 7), sendo assim, fica evidente que se pode analisar somente o perfil das médias, em substituição aos dez perfis particulares das amostras investigadas. Desta forma, A Figura 8 apresenta os ajustes realizados aos dados das médias dos valores de viscosidade em termos das temperaturas de trabalho.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

Figura 8. Gráficos de ajustes realizados aos dados de mel de abelha europeia



Legenda: (a) ajuste linear; (b) ajuste exponencial; (c) ajuste logaritmo (natural); (d) polinômio de 2º grau; (e) polinômio de 3º grau; (f) polinômio de 4º grau; (g) polinômio de 5º grau; (h) potência. V = viscosidade e T temperatura.
Fonte: Os autores (2025).

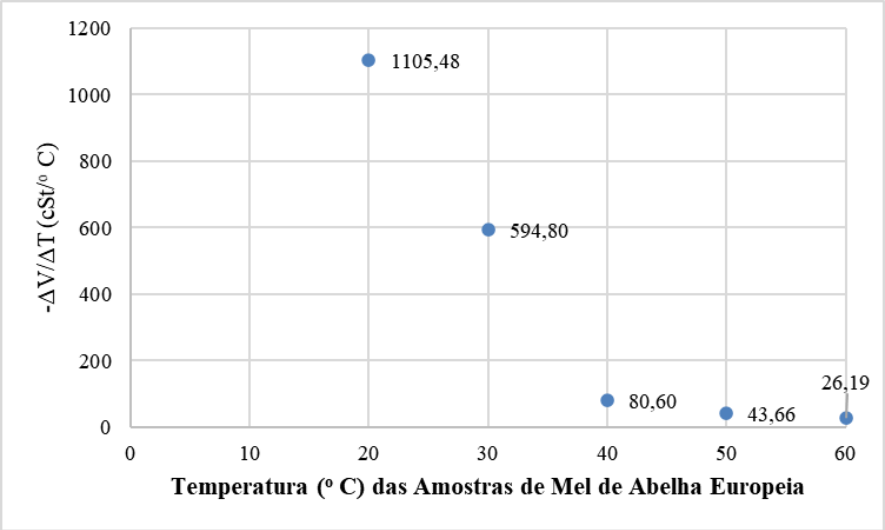
Na Figura 8 estão presentes as linhas de ajustes e as expressões matemáticas utilizadas para descrever a relação Viscosidade Cinemática (V) x Temperatura (T), além de seus coeficientes de determinação (R^2). Desse modo, é possível observar que o modelo polinomial com seis termos (ou função polinomial do 5º grau) foi o que melhor se adequou, como visto na Figura 8, pois apresentou um coeficiente de determinação igual 1,0. Todos os demais modelos matemáticos usados, exceto o linear, também se mostram bons modelos, visto que apresentam um R^2 superior a 95%. Considerando-se que a constante multiplicativa do termo em T^5, ou seja, 0,0008, no modelo de função polinomial de 5º grau é muito próximo de zero, seria conveniente adotar um modelo de outra ordem, o que seria melhor considerar o de polinômio de

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

3º grau, que apresenta como constante multiplicativa para o T^3 o valor de -0,3609 e o $R^2 = 0,9987 \approx 1$.

O mel de abelha europeia investigado sofre claramente a influência da temperatura em que se encontra o produto, o que se percebe na Tabela 2 e pelo seu comportamento nas Figuras 6 e 7. Percebe-se que ao diminuir a temperatura, a viscosidade do mel sofre um aumento, o que faz com que a velocidade de escoamento seja mais lenta; já de maneira oposta, em temperaturas mais elevadas a viscosidade tende a diminuir, todavia a variação de viscosidade com o aumento de temperatura não é tão brusca como na diminuição de temperatura, exceto entre as duas primeiras temperaturas (10º C e 20º C), quando há uma abrupta redução de viscosidade, correspondente a – 1.105,48 cSt/º C (Figura 9), que apresenta um gráfico de menos a variação de viscosidade pela variação de temperatura ($-\Delta V/\Delta T$) em função das temperaturas de trabalho (T) para o mel de abelha europeia. Entre 20º C e 30º C a variação de viscosidade do mel ainda é bem expressiva (-594,80 cSt/º C, mas já é um decréscimo menor do que entre 10º C e 20º C. Para as demais variações, os decréscimos se tornam bem menores.

Figura 9. Gráfico da variação de viscosidade pela variação de temperatura ($\Delta V/\Delta T$), ou primeira derivada da viscosidade em relação à temperature, em função da temperature do mel de abelha europeia

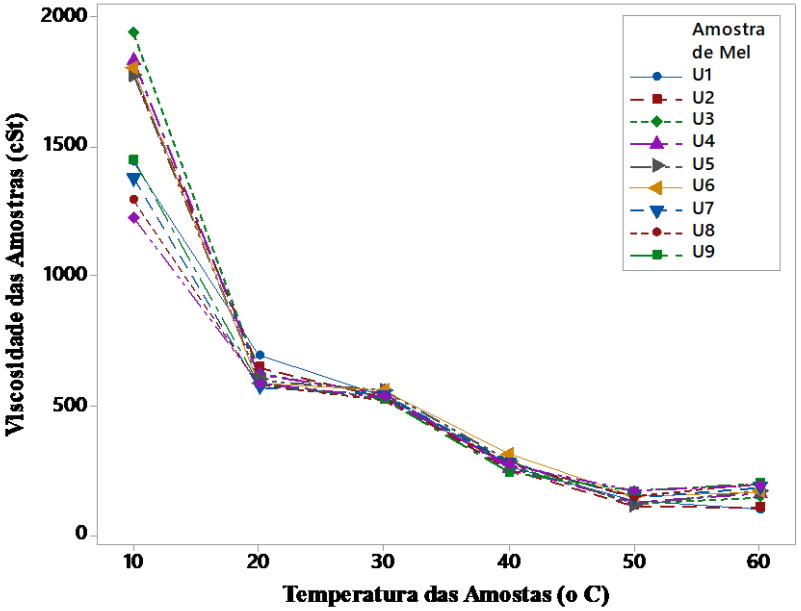


Nota: Adotou-se menos os valores de $\Delta V/\Delta T$ para uma visualização melhor do gráfico.
Fonte: Os autores (2025).

A Figura 10 apresenta o comportamento reológico obtido para as dez amostras de mel de uruçu boca-de-renda, considerando-se as seis temperaturas de trabalho e a Figura 11 ilustra o comportamento das médias das amostras de mel de uruçu boca-de-renda de acordo com a temperatura.

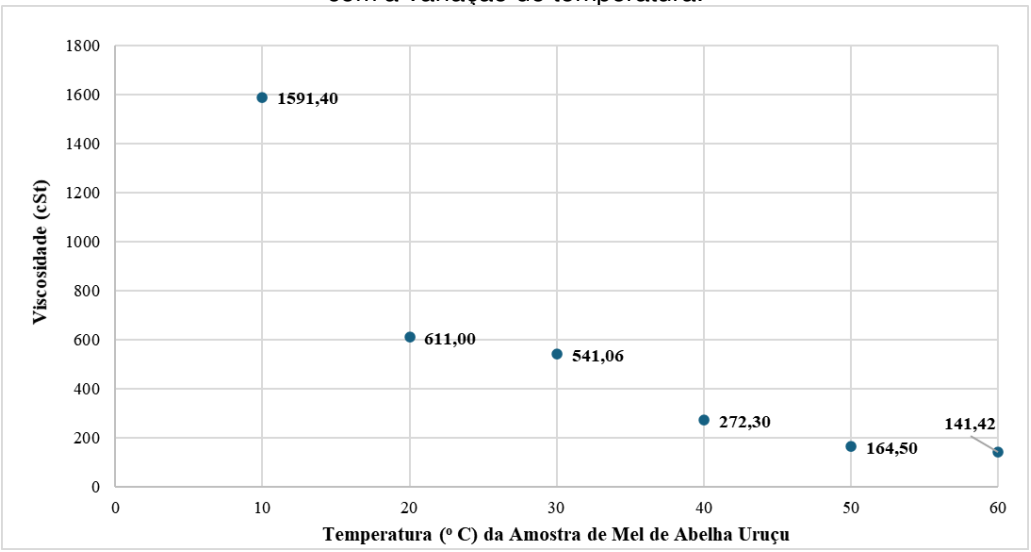
Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

Figura 10. Comportamento reológico das dez amostras do mel de abelha uruçu boca-de-renda (*Melípona seminigra*) (U1 a U10) de acordo com a temperatura das amostras



Fonte: Os autores (2025).

Figura 11. Comportamento reológico do mel de abelha uruçu boca-de-renda (*Melípona seminigra*) com a variação de temperatura.



Fonte: Os autores (2025).

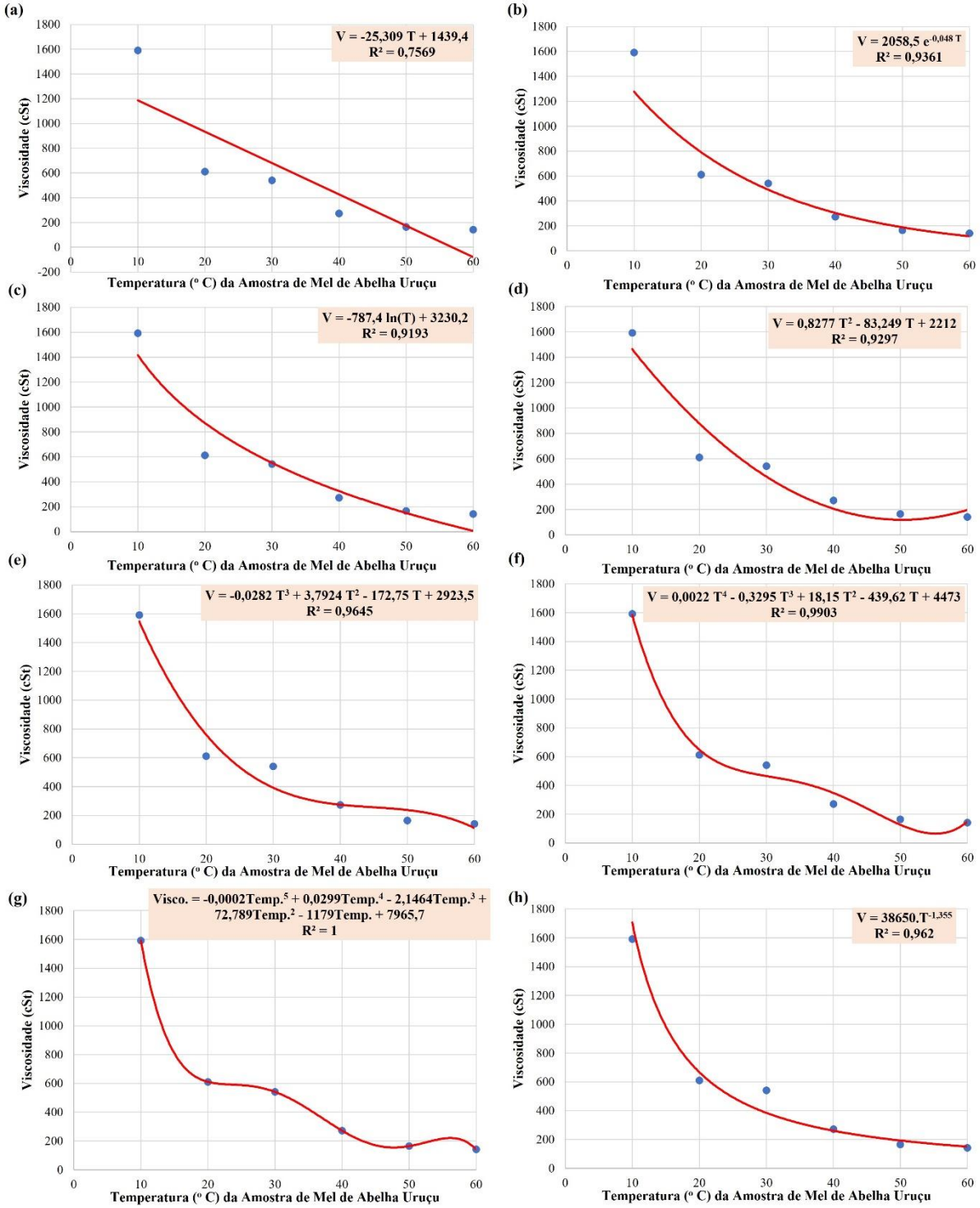
Assim como aconteceu para as amostras de mel de abelha europeia, as dez amostras de mel de abelha uruçu boca-de-renda (U1 a U10) apresentaram um mesmo perfil (Figura 10) e concordantes com o perfil apresentado pelos valores médios dessas dez amostras (Figura 11), desta forma, se pode analisar somente o perfil das médias, em substituição aos dez perfis particulares das amostras investigadas. Sendo

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

assim, a Figura 12 apresenta os ajustes realizados aos dados das médias dos valores de viscosidade em termos das temperaturas de trabalho.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

Figura 12. Gráficos de ajustes realizados aos dados de mel de abelha uruçu boca-de-renda



Legenda: (a) ajuste linear; (b) ajuste exponencial; (c) ajuste logaritmo (natural); (d) polinômio de 2º grau; (e) polinômio de 3º grau; (f) polinômio de 4º grau; (g) polinômio de 5º grau; (h) potência. V = viscosidade e T temperatura.
Fonte: Os autores (2025).

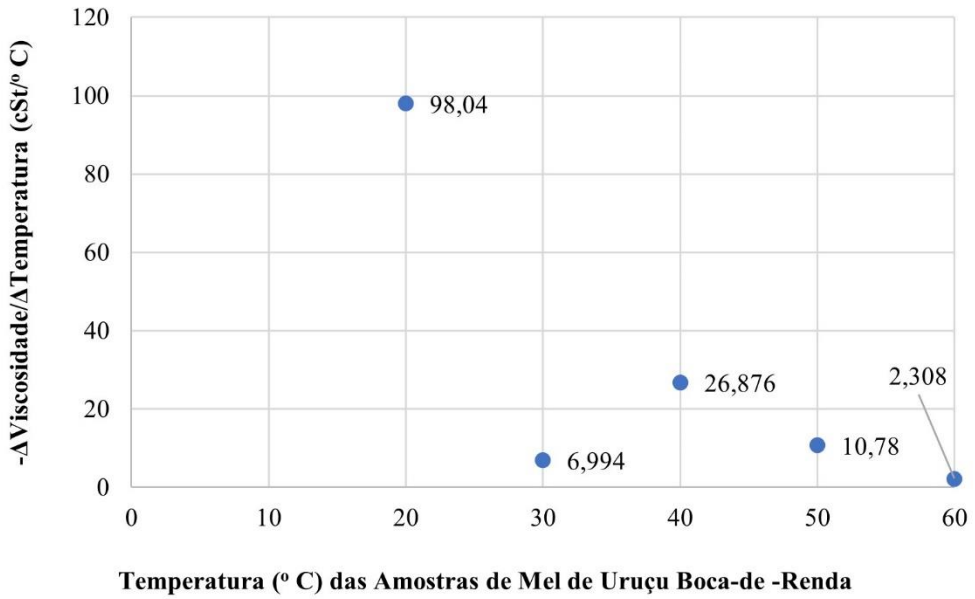
Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665

Na Figura 12 estão presentes as linhas de ajustes e as expressões matemáticas utilizadas para descrever a relação Viscosidade Cinemática (V) x Temperatura (T), da média das amostras de mel de uruçu boca-de-renda, além de seus coeficientes de determinação (R^2). Da mesma forma como ocorrido para o comportamento do mel de abelha europeia, é possível observar que o modelo polinomial com seis termos (ou função polinomial do 5º grau) foi o que melhor se adequou (Figura 12), pois apresentou um coeficiente de determinação igual 1,0. Todos os demais modelos matemáticos usados, exceto o linear e o exponencial, também se mostram bons modelos, visto que apresentam um R^2 superior a 95%. Considerando-se que a constante multiplicativa do termo em T^5, ou seja, -0,0002, no modelo de função polinomial de 5º grau é muito próximo de zero, seria conveniente adotar um modelo de outra ordem, sendo melhor considerar o de polinômio de 3º grau, que apresenta como constante multiplicativa para o T^3 o valor de -0,0282 e o R^2 = 0,9645.

O mel de abelha uruçu boca-de-renda estudado sofre claramente a influência da temperatura em que se encontra o produto, o que se percebe na Tabela 3 e pelo seu comportamento nas Figuras 10 e 11. Igualmente ao ocorrido com o mel de abelha europeia, a diminuição de temperatura levou ao aumento da viscosidade, e, de modo inverso, a elevação de temperatura diminuiu o valor de viscosidade. Outra vez, a variação de viscosidade com o aumento de temperatura não é tão brusca como na diminuição de temperatura, exceto entre as duas primeiras temperaturas (10º C e 20º C), quando há uma abrupta redução de viscosidade, correspondente a – 98,04 cSt/º C (Figura 13), que apresenta um gráfico de menos a variação de viscosidade pela variação de temperatura ($-\Delta V/\Delta T$) em função das temperaturas de trabalho (T) para o mel de abelha uruçu boca-de-renda. Mas, para esse mel, ocorre uma oscilação "anômala" em sua curva, pois a variação de viscosidade sofre um aumento entre as temperaturas 30º C e 40º C (26,876 cSt/º C), em comparação com a faixa anterior, entre 20º C e 30º C (6,994 cSt/º C), que pode ser notado na Figura 13, voltando a cair depois.

Figura 13. Gráfico da variação de viscosidade pela variação de temperatura ($\Delta V/\Delta T$), ou primeira derivada da viscosidade em relação à temperature, em função da temperature do mel de abelha uruçu boca-de-renda

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v5i1.3665



Nota: Adotou-se menos os valores de ΔV/ΔT para uma melhor visualização do gráfico.
Fonte: Os autores (2025).

5. CONCLUSÃO

Há uma grande escassez de estudos de viscosidade de méis de abelhas, principalmente estudos reológicos, que venham a contribuir com informações potencialmente úteis para o controle de qualidade do produto e para fins industriais. Desta forma os resultados obtidos aqui contribuem para a diminuição dessa escassez.

Observou-se que a viscosidade de ambos os tipos de méis investigados sofreu uma diminuição de viscosidade com o aumento de temperatura das amostras, sendo que um polinômio de 3º grau foi considerado como o melhor modelo de predição, dentre os testados, para ambas as espécies.

O mel de abelha europeia apresentou valores superiores de viscosidade para todas as seis temperaturas de estudo, quando comparado ao mel de uruçu boca-de-renda, o que pode ser compreendido pelo fato de que o mel de uruçu apresentar um teor de umidade mais elevado, sendo assim, sua fluidez é maior do que do mel de abelha europeia. E uma consequência direta desta maior fluidez é a rejeição desse tipo de mel por parte da população que vê na baixa viscosidade um possível indício de tal mel não ser puro.

Outro fato obtido é a diminuição entre a diferença de viscosidade entre os méis das duas espécies, com o aumento da temperatura das amostras. Isso indica que em temperaturas mais elevadas, o efeito do teor de umidade sobre a viscosidade diminua.

REFERÊNCIAS

ABU-JDAYIL, B.; GHZAWI, A. A. M.; AL-MALAH, K. I. M. et al. Heat effect on rheology of light and dark-colored honey. **Journal of Food Engineering**, v.51, p.33-38. 2002.

ABELHA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DAS ABELHAS. ANATOMIA E ESTRUTURAS EXTERNAS. 2020. Disponível em https://abelha.org.br/anatomia-e-estruturas-externas/. Acesso em 20 Jan. 2025.

BARBOSA, A. L. et al. **Criação de abelhas**: apicultura. Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Meio Norte. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 113p.

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. 2025.

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.

COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. **Apicultura**: Manejo e produtos. Jaboticabal, Funep, 2002. p.191.

DOS SANTOS, F. C. F.; ANGULO, L. H. E.; DOS SANTOS, M. E. C.. Caracterização físico-química de amostras do mel de abelhas nativas. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 3, n. 8, p. 2366-2382, 2021. DOI: https://doi.org/10.29327/269504.3.5-29 . Disponível em: https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/5327. Acesso em: 20 jan. 2025.

EMBRAPA. **Criação de abelhas-sem-ferrão**. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1079116/1/CriacaoAbelhaSemFerrao.pdf. Acesso em 20 Jan. 2025.

GLÓRIA, A. B. P.; EUGÊNIO, M. A.; BARROS, W. P.; OLIVEIRA, V. A. de; GENTIL, M. G. de S. R.; OTAVIO CABRAL NETO. CARACTERÍSTICAS E BENEFÍCIOS DO MEL DE ABELHA . **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, *[S. l.]*, v. 9, n. 1, 2024. DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.2909. Disponível em: https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/2909. Acesso em: 17 fev. 2025.

HALLIDAY, RENICK, WALKER. **Fundamentos de Física**, v. 1 e 2. Editora LTC, 6° edição Livro de atividades experimentais (Física Experimental –Mecânica dos fluid os –Viscosímetro de Stokes), 2016

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

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. 2025.

PEREIRA, P. A. S.; MARTINS, A. C. C. T.; SOUZA, E. R. de O.; PONTES, A. N.. Perfil epidemiológico da dengue em um município do norte brasileiro: uma análise retrospectiva. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, e37591211118, 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i12.11118.

SANTOS, A. S. **A vida de uma abelha solitária**. 2002. Disponível em: <https://www.abelhas.noradar.com.> Acesso: jun. 2023.

SILVA, K. F. N. L.; SANTOS, D. C.; DA SILVA, C. T. L.; QUEIROZ, A. J. M.; LIMA, A. O. M. COMPORTAMENTO REOLÓGICO DO MEL DE *Apis mellifera* DO MUNICÍPIO DE TABULEIRO DO NORTE-CE. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 04, n. 01: p. 52-57 , 2010 D.O.I.: 10.3895/S1981-36862010000100006.