

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO NO ESCOAMENTO DE MÉIS CREMOSOS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE HOMOGENEIZAÇÃO AO LONGO DO ARMAZENAMENTO

RESENDE, Marya Fernanda Santiago; SILVA, Vanelle Maria; CARVALHO, Naiara Barbosa; TORRES FILHO, Robledo de Almeida; CARMO, Jessica Leila Fialho; MARQUES, Yasmin Emanuele de Oliveira

ODS 09 – Indústria, Inovação e Infraestrutura

Pesquisa

Introdução

O mel cremoso, obtido por cristalização controlada, agrega valor ao mel de rápida cristalização rejeitado pelos consumidores. A formação da rede cristalina influencia a textura e as propriedades reológicas do produto (FAUSTINO; PINHEIRO, 2021). Avaliar diferentes métodos de homogeneização — batedeira doméstica e agitador mecânico — é essencial para entender seu efeito durante o armazenamento.



Objetivos

Avaliar a influência dos métodos de homogeneização (batedeira doméstica e agitador mecânico) nas propriedades reológicas de escoamento e na tixotropia do mel cremoso durante 10 meses de armazenamento a 20 °C.

Material e Métodos ou Metodologia

MEL CREMOSO



HOMOGENEIZAÇÃO

Batedeira Doméstica (BD)
Agitador Mecânico (AM)

Análise Reológica

- Curvas de escoamento ($0-100 \text{ s}^{-1}$) → Lei da Potência
 - Área de histerese de tixotropia
- Efeito da temperatura na viscosidade aparente → Arrhenius
- Dependência temporal (10 s^{-1} por 600 s) → Weltman

Período de Análise

Mensal, por 10 meses

Estatística

ANOVA, $\alpha = 5 \%$

Apoio Financeiro

Agradecemos à Fapemig pelo financiamento do projeto APQ-03935-22 e bolsas de iniciação científica, ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica e à Associação de Meliponicultores e Apicultores do Médio Paraopeba pela parceria.



Resultados

O mel cremoso apresentou comportamento pseudoplástico em todos os tratamentos ($R^2 > 0,99$) (Tabela 1).

O índice de consistência (K) não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 1).

O índice de comportamento do fluido (n) apresentou diferenças apenas no mês zero (Tabela 1).

A energia da ativação do modelo de Arrhenius ($R^2 > 0,92$) apresentou diferenças apenas no mês inicial (Tabela 2).

A área de tixotropia foi maior para a batedeira doméstica nos meses zero e um (Tabela 3).

O parâmetro A (limite de escoamento) diferiu apenas no quarto mês. O parâmetro B (taxa de quebra da estrutura) do modelo de Weltman ($R^2 > 0,96$) não apresentou diferenças entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 1: Valores dos parâmetros reológicos para os méis cremosos produzidos em diferentes tipos de agitador (agitador mecânico e batedeira doméstica) e com diferentes tempos de armazenamento (0 a 10 meses) (n = 2) segundo o modelo de Lei da Potência.

Tipo de agitador	Tempo (mês)	Lei da potência		η ($10^3 \text{ Pa}\cdot\text{s}$)
		K	n	
AM	0	35,70	0,864 ^a	25,17
BD	0	34,52	0,885 ^a	25,97
AM	1	54,65	0,832	38,37
BD	1	54,25	0,828	35,63
AM	2	65,90	0,793	42,80
BD	2	66,56	0,809	38,59
AM	3	68,24	0,772	42,89
BD	3	65,42	0,782	40,62
AM	4	69,41	0,762	41,28
BD	4	65,42	0,783	43,90
AM	5	68,99	0,745	40,20
BD	5	65,42	0,782	41,12
AM	6	63,36	0,765	41,64
BD	6	63,85	0,777	40,70
AM	7	58,05	0,726	33,68 ^a
BD	7	63,79	0,745	37,10 ^a
AM	8	50,83	0,747	29,45
BD	8	42,60	0,755	24,73
AM	9	59,30	0,729	33,07
BD	9	52,21	0,750	29,81
AM	10	49,80	0,738	28,82
BD	10	49,26	0,736	28,22

K = índice de consistência (Pa·sⁿ); n = índice de comportamento ao escoamento (adimensional); η = viscosidade aparente; A = agitador mecânico; B = batedeira doméstica; R² = coeficiente de determinação; Médias seguidas por diferentes letras minúsculas diferem entre os tipos de agitadores dentro do mesmo tempo (a-b) pelo teste F em nível de 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria.

Tabela 2: Valores dos coeficientes do modelo de Arrhenius para os méis cremosos produzidos por agitador mecânico e batedeira doméstica em diferentes tempos de armazenamento (0 a 10 meses) (n = 2).

Tipo de agitador	Tempo (mês)	E _a	R ²
BD	0	81910 ^b	0,9643
AM	1	82485	0,9273
BD	1	83095	0,9350
AM	2	88700	0,9525
BD	2	84455	0,9525
AM	3	92855	0,9584
BD	3	91200	0,9643
AM	4	94030	0,9880
BD	4	94545	0,9940
AM	5	93560	0,9900
BD	5	99380	0,9940
AM	6	107350	0,9940
BD	6	93545	0,9900
AM	7	99475	0,9900
BD	7	94080	0,9940
AM	8	93700	0,9860
BD	8	95330	0,9920
AM	9	103750	0,9900
BD	9	104700	0,9920
AM	10	110200	0,9920
BD	10	99310	0,9920

CONSTK = Constante de velocidade da reação em determinada temperatura; E_a = Energia de ativação do escoamento (J/mol); R² = coeficiente de determinação; Médias seguidas por diferentes letras minúsculas diferem entre os tipos de agitadores dentro do mesmo tempo (a-b) pelo teste F em nível de 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria.

Tabela 3: Valores médios para os parâmetros A e B segundo modelo de Weltman dos méis cremosos produzidos em agitador mecânico e batedeira doméstica e com diferentes tempos de armazenamento (0 a 10 meses) (n = 2).

Tipo de agitador	Tempo (mês)	Área de Histerese (mPa·s) ²	Comportamento dependente do tempo		
			A ^a	B ^b	
AM	0	43460 ^a	12,79	-138,8	0,932296
BD	0	61240 ^b	1676,5	-172,95	0,950625
AM	1	42405 ^a	1246,5	-107,75	0,935089
BD	1	67095 ^b	1791	-173,35	0,934529
AM	2	40925	1312	-109,25	0,933936
BD	2	51520	1876	-109,14	0,935089
AM	3	42000	1270,5	-109,4	0,948676
BD	3	51520	1474,5	-134,6	0,954529
AM	4	37445	1188,5 ^a	-95,68	0,950625
BD	4	40590	1283 ^b	-105,65	0,948676
AM	5	35295	1201	-101,075	0,950625
BD	5	38785	1244	-103,8	0,937024
AM	6	34005	1161	-101,745	0,974169
BD	6	36160	1105,5	-93,37	0,958441
AM	7	30950	1077,5	-91,315	0,952576
BD	7	34710	1115,5	-91,21	0,950625
AM	8	27180	948,15	-81,965	0,964324
BD	8	28100	946,1	-81,445	0,964324
AM	9	29110	1068,15	-86,31	0,972196
BD	9	30845	895,75	-81,135	0,968256
AM	10	29895	952,85	-90,265	0,997614
BD	10	30080	921,25	-78,535	0,958441

A = limite de escoamento (adimensional); B = Taxa de quebra da estrutura (adimensional); R² = coeficiente de determinação; A = agitador mecânico; B = batedeira doméstica; Médias seguidas por diferentes letras minúsculas diferem entre os tipos de agitadores dentro do mesmo tempo (a-b) pelo teste F em nível de 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria.

Conclusões

Poucas diferenças reológicas foram observadas entre os métodos de homogeneização (BD e AM) ao longo de 10 meses de armazenamento. Ambos os equipamentos são adequados para o processamento do mel cremoso, cabendo a escolha considerar a escala de produção. As propriedades mantidas indicam que o produto mantém qualidade durante o período estudado.



Bibliografia

FAUSTINO, C.; PINHEIRO, L. Analytical rheology of honey: a state-of-the-art review. *Foods*, Basel, v. 10, n. 8, p. 1709, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10081709>.