

ASPECTOS REOLÓGICOS DE AMOSTRAS DE MÉIS DE *Apis mellifera* DO MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE-CE

Kelly de Fátima Nogueira Lima Silva

Mestre em Engenharia Agrícola – UFCG. Docente da Faculdade de Tecnologia CENTEC. Avenida Dom Aureliano Matos, 1007, Apto. 102. Centro, Limoeiro do Norte-CE, Brasil. CEP: 62930-000. Fone (88) 99217613. E-mail: fafa_charles13@yahoo.com.br

Dyego da Costa Santos

Tecnólogo em Alimentos – FATEC de Limoeiro do Norte-CE. E-mail: dyego580@hotmail.com

Charles Teles Santos da Silva

Mestre em Engenharia Agrícola – UFCG. E-mail: charles_fafa@yahoo.com.br

Alexandre José de Melo Queiroz

Doutor em Engenharia de Alimentos – UNICAMP. Professor de Mestrado em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. E-mail: alex@deag.ufcg.edu.br

Afonso Odério Nogueira Lima

Doutorando em Zootecnia – UFC. E-mail: oderio@bisanet.com.br

Resumo - O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da UFCG, durante os meses de junho a agosto de 2004. O objetivo foi estudar as características viscosas dos méis do Município de Limoeiro do Norte-CE nas temperaturas de 20, 25, 30, 35 e 40°C em função do tempo de armazenamento de 0, 45 e 90 dias. Os méis utilizados neste trabalho, produzidos por *Apis mellifera* L., foram obtidos no mês de junho de 2004, a partir de coletas realizadas por apicultores no município de Limoeiro do Norte-CE. Para determinação das viscosidades foi utilizado um viscosímetro da marca Brookfield, modelo RVT fabricado por Brookfield Engineering Laboratories, EUA. Foram realizadas leituras de torque nas velocidades de rotação de 50 rpm, nas temperaturas de 20, 25, 30, 35 e 40°C. Também foi utilizada a equação clássica de Arrhenius para avaliar o efeito da temperatura sobre as viscosidades. Constatou-se que existiu diferença significativa entre os valores médios, entre os tempos de armazenamento em cada temperatura, encontrando-se as maiores viscosidades distribuídas em dois tempos: tempo zero nas temperaturas de 25 a 40°C e tempo de 90 dias para temperatura de 20°C. Com relação à influência da temperatura, verificou-se diferença significativa entre todas as viscosidades cujos valores foram reduzidos com o aquecimento. Diante dos resultados conclui-se que com o aumento da temperatura, ocorreu uma redução na viscosidade dos méis, sendo mais acentuada com o início do aquecimento, entre 20 e 30°C.

Palavras Chave: Viscosidade, Armazenamento, Temperatura

ASPECTOS REOLÓGICOS DE MUESTRAS DE LA MIEL DE *Apis mellifera* DEL MUNICIPIO DE LIMOEIRO DEL NORTE-CE

Resumo - El presente trabajo fue conducido en el Laboratorio de Armazenamento y Procesamiento de Productos Agrícolas de la UFCG, durante los meses de junio a agosto de 2004. El objetivo fue estudiar las características viscosas de los méis del Municipio de Limoeiro del Norte-CE en las temperaturas de 20, 25, 30, 35 y 40°C en función del tiempo de almacenamiento de 0, 45 y 90 días. Los méis utilizados en este trabajo, producidos por *Apis mellifera* L., fueron obtenidos el mes de junio de 2004, a partir de recolectas realizadas por apicultores en el municipio de Limoeiro del Norte-CE. Para determinación de las viscosidades fue utilizado un viscosímetro de la marca Brookfield, modelo RVT fabricado por Brookfield Engineering Laboratories, EUA. Fueron realizadas lecturas de torque en las velocidades de rotação de 50 rpm, en las temperaturas de 20, 25, 30, 35 y 40°C. También fue utilizada la ecuación clásica de Arrhenius para evaluar el efecto de la temperatura sobre las viscosidades. Se constató que existió diferencia significativa entre los valores medios, entre los tiempos de almacenamiento en cada temperatura, encontrándose las mayores viscosidades distribuidas en dos tiempos: tiempo cero en las temperaturas de 25 a 40°C y tiempo de 90 días para temperatura de 20°C. Con relación a la influencia de la temperatura, se verificó diferencia significativa entre todas las viscosidades cuyos valores fueron reducidos con el calentamiento. Delante de los resultados se concluye que con el aumento de la temperatura, ocurrió una reducción en la viscosidade de los méis, siendo más acentuada con el inicio del calentamiento, entre 20 y 30°C.

Palabras Llave: Viscosidade, Armazenamento, Temperatura

RHEOLOGICAL BEHAVIOR OF HONEY SAMPLES OF *Apis mellifera* IN THE MUNICIPALITY OF LIMOEIRO DO NORTE-CE

Abstract - This study was conducted at the Laboratory of Storage and Processing of Agricultural Products UFCG, during the months of June to August 2004. The objective was to study the characteristics of viscous honey of a Limoeiro do Norte-CE at 20, 25, 30, 35 and 40 ° C depending on the storage time of 0, 45 and 90 days. The honey used in this work produced by *Apis mellifera* L., were obtained in June 2004 from collections made by beekeepers in the municipality of Limoeiro do Norte-CE. To determine the viscosity was used to mark a Brookfield viscometer, model RVT manufactured by Brookfield Engineering Laboratories, USA. Readings were taken of torque at speeds of rotation of 50 rpm, at 20, 25, 30, 35 and 40 ° C. It was also used classical Arrhenius equation to evaluate the effect of temperature on the viscosities. It was found that there was significant difference between the mean values between the storage times at each temperature and is the largest viscosities distributed in two stages: zero time at 25 to 40°C and at 90 days to 20 ° C. Regarding the influence of temperature, there was significant difference between all viscosities whose values were reduced by heating. From the results it is concluded that with increasing temperature, there was a reduction in the viscosity of honey was more pronounced with the onset of the heating, between 20 and 30 ° C.

Keywords: Viscosity, Storage, Temperature

INTRODUÇÃO

Reologia consiste no estudo físico da deformação dos materiais sob a ação de forças mecânicas (CHEFTEL *et al.*, 1989; SGARBIERI, 1998). O parâmetro fundamental obtido no estudo do comportamento reológico de alimentos líquidos e semi-líquidos é a viscosidade (ALONSON *et al.*, 1990), a qual é considerada fundamental para se caracterizar a textura do fluido. As propriedades reológicas podem influenciar no caráter sensorial de um alimento, especialmente a textura (BORDERIAS *et al.*, 1988), sendo as boas características sensoriais consideradas como fator crucial na aceitabilidade de novos produtos alimentícios pelos consumidores.

O estudo das propriedades reológicas dos alimentos tem um papel importante na ciência e tecnologia desses produtos. As propriedades reológicas estão intimamente relacionadas com a composição e estrutura dos alimentos, tendo em vista que a viscosidade de cada produto está diretamente relacionada com a qualidade de alimentos que se apresentam na forma de fluidos, influenciando diretamente na textura, e, portanto, na qualidade sensorial destes (DURAN, 1991).

No caso do mel, a viscosidade é identificada, pelo consumidor, como uma característica intrínseca, servindo como parâmetro de determinação de qualidade e de preferência. Uma caracterização rigorosa das faixas de viscosidade apresentadas pelos méis de uma determinada origem se constitui numa referência importante para a valorização do seu conjunto de atributos, justificando o seu estudo inclusive sob efeitos de aquecimento.

Segundo Kramer (1966), viscosidade pode ser definida como a fricção de um fluido, isto é, a resistência encontrada pelas moléculas em se mover no interior do

fluido devido ao movimento Browniano e as forças intermoleculares. O termo viscosidade é aplicado apenas quando se trata de fluidos quimicamente puros e fisicamente homogêneos (fluidos newtonianos) enquanto o termo consistência é comumente aplicado a produtos alimentícios, os quais não são quimicamente puros nem fisicamente homogêneos (fluidos não-newtonianos).

A viscosidade é uma importante propriedade do mel e, segundo White (1978), suas propriedades de escoamento são influenciadas por vários fatores, tais como composição, temperatura, quantidade e tamanho dos cristais presentes. O mel pode ser líquido, líquido-cristalizado, líquido-granulado, cristalizado, granulado e cremoso. No mercado brasileiro a maior tendência de consumo é de mel líquido; já na Europa o mel mais procurado é o mel cremoso, existindo equipamentos para bater o mel para deixá-lo cremoso e conseqüentemente de cor clara (LEGLER, 2000).

A viscosidade de um mel depende grandemente do seu conteúdo de água e está assim ligado à sua densidade relativa; quanto menos água, mais alta é a densidade e a viscosidade. A velocidade de fluxo, e por isso a viscosidade, é de importância primordial no desenho de operação de sistemas de canalização de mel, por exemplo, nas plantas de processamento e engarrafamento. É fácil se perceber que pode haver uma tentação a superaquecer o mel, a fim de movê-lo rapidamente através de um sistema. Um método muito melhor é aumentar, em vez disso, a capacidade da bomba e os diâmetros dos tubos (CRANE, 1983).

Alguns méis apresentam particularidades ou anomalias em relação à sua viscosidade. Assim, é possível encontrar méis com a consistência gelatinosa ou de viscosidade muito elevada (CRANE, 1983; CAMPOS, 1987). No Piauí é freqüente os méis produzidos no primeiro semestre apresentarem-se mais fluidos que

aqueles coletados no segundo semestre, particularmente em anos de chuvas abundantes. A umidade do ar, bem como a precipitação pluviométrica, ou ainda particularidades de cada florada, são provavelmente as responsáveis por essas características (FREITAS, 1994).

O objetivo do trabalho foi estudar as características viscosas dos méis do Município de Limoeiro do Norte-CE nas temperaturas de 20, 25, 30, 35 e 40°C em função do tempo de armazenamento de 0, 45 e 90 dias.

MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção do mel

Os méis utilizados neste trabalho, produzidos por *Apis mellifera* L. com predominância da florada de vassourinha de botão, foram obtidos no mês de junho de 2004, a partir de coletas realizadas por apicultores no município de Limoeiro do Norte, localizado na Região do Baixo Jaguaribe - CE.

Os procedimentos da colheita em campo dos méis foram realizados de maneira que mantivessem a qualidade e as características intrínsecas do produto. As melgueiras, ao chegarem à casa de mel, foram colocadas sobre bandejas de aço inoxidável e levadas para a sala de recepção dos favos; em seguida foram depositadas em área isolada do recinto, onde ocorreu a extração do mel e as outras etapas do processamento. Essas melgueiras provenientes do campo não tiveram acesso à área de manipulação; assim, apenas os quadros foram transportados para a sala de processamento.

As etapas de desoperculação dos quadros, centrifugação, filtração e decantação do mel foram executadas de acordo com as Normas Higiênico-Sanitárias indicadas pelas Boas Práticas de Fabricação (BPF). Após a desoperculação dos favos, os quadros foram encaminhados para a centrífuga, onde se iniciou lentamente o processo, aumentando-se a sua velocidade progressivamente para não quebrar os quadros que estão cheios de mel. Uma vez extraído, o mel foi retirado da centrífuga por um sistema de bombeamento, escoando-o diretamente para o decantador iniciando-se assim o processo de filtração. Após a filtração, o mel foi encaminhado para o decantador, onde "descansou" por 48 horas, a fim de que as eventuais partículas que não foram retiradas pela filtração e as bolhas criadas durante o processo se desloquem para a porção superior do

decantador, sendo retiradas posteriormente durante o procedimento de envase.

Os méis do município de Limoeiro do Norte-CE foram acondicionados em recipientes de vidro, envoltos em papel alumínio e conduzidos ao Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande-PB onde foram realizados os ensaios para a determinação das viscosidades.

Método de Análise

Para a determinação das viscosidades dos méis do município de Limoeiro do Norte-CE foi utilizado um viscosímetro da marca Brookfield, modelo RVT fabricado por Brookfield Engineering Laboratories, EUA. Foram realizadas leituras de torque nas velocidades de rotação de 50 rpm, nas temperaturas de 20, 25, 30, 35 e 40°C. Para neutralizar a influência de possíveis efeitos de tempo nas medições, as leituras de torque foram efetuadas após 30 segundos de rotação do spindle imerso nas amostras.

Para cada ensaio foram utilizados 500g de mel, os quais foram colocados em béqueres de 600ml e mergulhados em banho termostático até atingirem a temperatura de equilíbrio, e a seguir tinham início as leituras no viscosímetro, realizadas em sextuplicata. As viscosidades dos méis, armazenados em recipientes de vidro e envoltos em papel alumínio, foram determinadas logo após o processamento (início), aos 45 e 90 dias.

Para avaliar o efeito da temperatura sobre as viscosidades dos méis, foram feitas regressões polinomiais dos dados utilizando-se o software Origin, versão 7.5. O coeficiente de determinação (R^2) foi utilizado como medida da adequação do ajuste das equações às medidas experimentais.

Também foi utilizada a equação clássica de Arrhenius para avaliar o efeito da temperatura sobre as viscosidades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresenta-se na Tabela 1 a análise de variância para a viscosidade do mel de Limoeiro do Norte, onde se observa, através do teste F, efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para o fator tempo, temperatura e interação entre os dois fatores.

Tabela 1 – Análise de variância das viscosidades (Pa.s) para méis, do município de Limoeiro do Norte, com florada da vassourinha de botão, submetido a três meses de armazenamento em diferentes temperaturas.

Fonte de variação	Análise de variância			
	G.L	S.Q	Q.M	F
Tempo	2	1,06265	0,53132	183919,62 **
Temperatura	4	271,16418	67,79104	00023466131 **
Tempo X Temp.	8	14,22261	1,77783	615401,35 **
Resíduo	75	0,00022	0,00000	
Total	89	286,44965		

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

Na Tabela 2 são apresentadas as viscosidades do mel de Limoeiro do Norte armazenado por 90 dias entre 20 e 40°C. O valor médio da viscosidade do mel obtido nas determinações foi de 1,975 Pa.s para um intervalo de variação de 0,40 Pa.s a 6,20 Pa.s. O coeficiente de variação foi de 0,086%, sendo considerado de boa precisão experimental (Ferreira, 2000).

Constata-se que existe diferença significativa entre os valores médios, entre os tempos de armazenamento em cada temperatura, encontrando-se as maiores viscosidades distribuídas em dois tempos: tempo zero nas temperaturas de 25 a 40°C e tempo de 90 dias para temperatura de 20°C.

Tabela 2 - Valores médios das viscosidades (Pa.s) para méis do município de Limoeiro do Norte, com florada da vassourinha de botão. Interação tempo de armazenamento x temperatura.

Tempo de armazenamento (dia)	Temperatura (°C)				
	20	25	30	35	40
0	4,0817 cA	2,4000 aB	1,3100 aC	0,8800 aD	0,6500 aE
45	5,5000 bA	2,1100 bB	0,9000 cC	0,7400 bD	0,4400 bE
90	6,2000 aA	2,0033 cB	1,1300 bC	0,8800 aD	0,4000 cE

DMS p/ colunas = 0,0023; DMS p/ linhas = 0,0027; MG = 1,9750 Pa.s; CV = 0,086%.

DMS: Desvio mínimo significativo; MG: Média geral e CV: Coeficiente de variação.

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Com relação à influência da temperatura, verificou-se diferença significativa entre todas as viscosidades cujos valores foram reduzidos com o aquecimento. Silva (2001) estudando o mel da florada de camaratuba do Estado do Piauí, encontrou valores de viscosidade aparente variando entre 6,5295 (20°C) a 1,0414 Pa.s (40°C), essas variações, calculadas entre essas

temperaturas foi de 84%. A variação encontrada por Silva (2001) foi igual à obtida nesta pesquisa no tempo zero de armazenamento e inferior nos tempos de 45 (92%) e 90 (93%) dias de armazenamento. No trabalho realizado por Campos (1998) em méis de Minas Gerais e Santa Catarina, os valores de viscosidade variaram de 4,7 a 51,7 Pa.s (20°C).

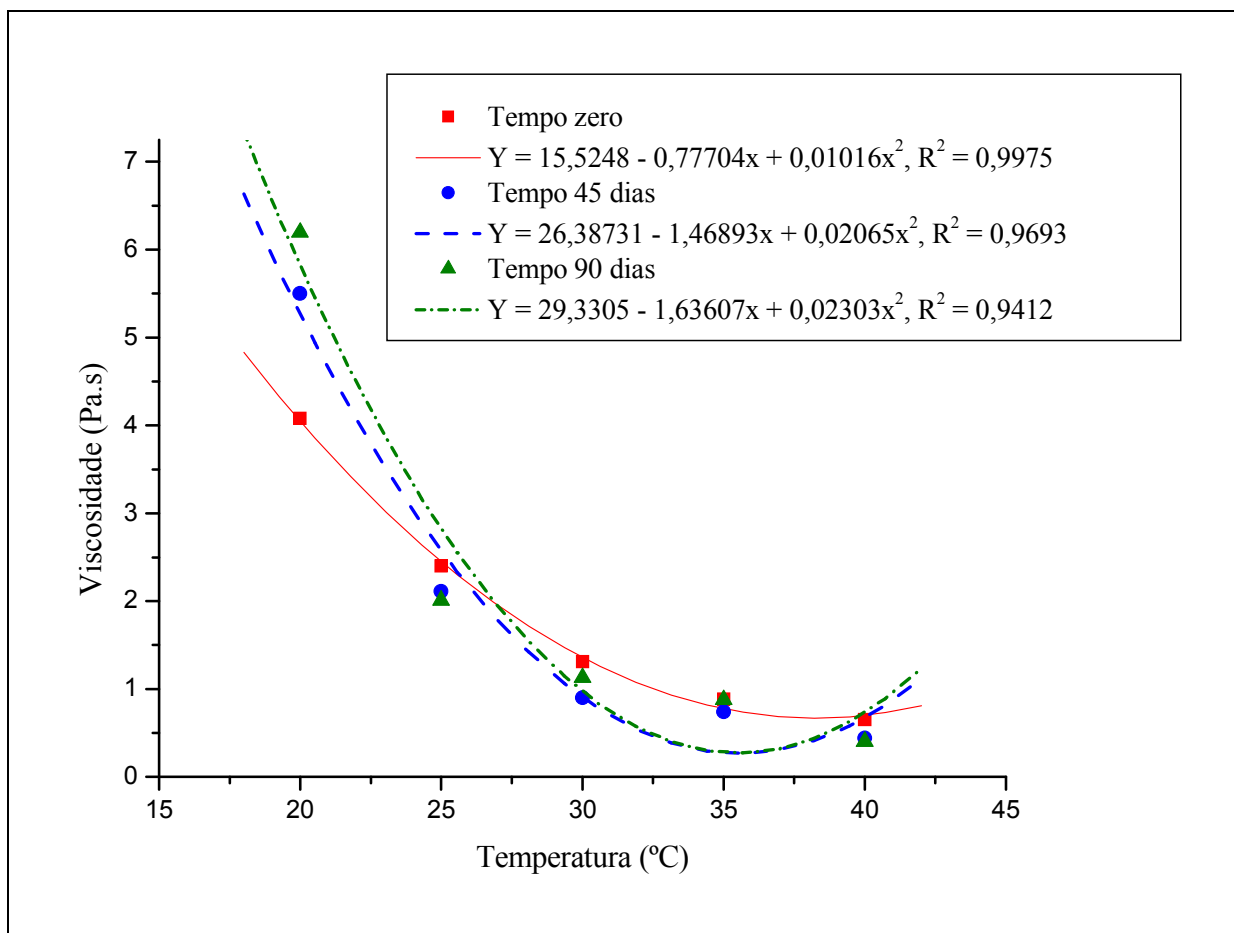


Figura 1 – Viscosidades (Pa.s) do mel de Limoeiro do Norte, produzido a partir da florada de vassourinha de botão, em função da temperatura nos diferentes tempos de armazenamento

Tem-se, na Figura 1, a representação gráfica das viscosidades determinadas experimentalmente durante o armazenamento, ajustadas por equação quadrática. Observa-se que aos 25°C e 40°C o mel dos tempos 45 e 90 dias apresenta valor aproximado de viscosidade, ao contrário do mel do tempo zero, cuja viscosidade se confundiu com as demais apenas a 35°C. Além disso, observa-se um cruzamento da curva referente ao tempo zero sobre as outras. O coeficiente de determinação (R^2) variou de 0,9412 para o tempo 90 dias a 0,9975 para zero dia de armazenamento, indicando um bom ajuste da equação aos dados de viscosidade determinados em função da temperatura.

CONCLUSÃO

Com o aumento da temperatura, ocorreu uma redução na viscosidade dos méis, sendo mais acentuada com o início do aquecimento, entre 20 e 30°C. A equação de Arrhenius representou adequadamente o efeito da temperatura na viscosidade do mel, nos três tempos de armazenamento estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, M. L.; GARZÓN, E.; MELCÓN, B.; ZAPICO, J. *Diseño experimental em reologia de alimentos líquidos e semilíquidos*: I. comportamento de fluxo inicial de alimentos infantiles preparados. *Alimentaria*, Madrid, v. 27, n. 213, p. 53-57, 1990.
- BORDERÍAS, A. J.; MONTERO, P. *Fundamentos de la funcionalidad de las proteínas em alimentos*. *Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, Valencia, v. 28, n. 2, p. 159-169, 1988.
- CAMPOS, G. *Melato no mel e sua determinação através de diferentes metodologias*: (Tese de Doutorado em Ciência Animal), Escola de Veterinária - UFMG, Belo Horizonte 1998, 178 p.
- CAMPOS, M. DA G. R. *Contribuição para o estudo do mel, pólen, geléia real e própolis*. *Boletim da Faculdade de Farmácia de Coimbra*, Coimbra, v. 11, n. 2, p. 17-47, 1987.
- CHEFTEL, J. C.; CUQ, J. L.; LORIENT, D. *Proteínas alimentarias*. Zaragoza: Acribia, 1989. 346 p.
- CRANE, E. *O Livro do mel*. São Paulo: Nobel, 1983. 226 p.
- DURAN, L. *Controle de qualidade de alimentos*. In: *Seminário de Controle de Qualidade na Indústria de Alimentos*: Resumos, Campinas, ITAL, 1991, p.1.
- FERREIRA, P. V. *Estatística experimental aplicada a agronomia*. 3. ed. Maceió: Edufal, 2000. 422 p.
- FREITAS, B.M. *Beekeeping and cashew in north-eastern Brazil: the balance of honey and nut production*. *Bee World*, Cardiff, v. 75, n. 4, p. 168-177, 1994.
- KRAMER, A.; TWIGG, B. A. *Fundamentals of quality control for the food industry*. 2ª ed. Westport: AVI, 1966. 541 p.
- LENGLER, S. *Inspeção e controle da qualidade do mel*. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE Apicultura, 5.; Encontro de Apicultores do Mercosul, 1., 2000, São Borja, RS.
- SILVA, C. L. *Caracterização reológica e físico-química de méis de abelha (Apis mellifera L.) do estado do Piauí*. 2001. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- SGARBIERI, V. C. *Propriedades funcionais de proteínas em alimentos*. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 32, n. 1, p. 105-126, 1998.
- WHITE, J.W. *Honey*. *Advances in Food Research*, San Diego, v. 24. p.287-374, 1978.