
Estudo da relação entre a temperatura de transição vítrea (T_g) e o conteúdo de umidade de méis

Cristiane Bonaldi CANO¹; Maria Lurdes FELSNER²; Roy Edward BRUNS³; Jivaldo do Rosário MATOS² e Lígia Bicudo ALMEIDA-MURADIAN⁴

¹ Instituto Adolfo Lutz - Divisão de Bromatologia e Química - Seção de Bebidas

² Universidade de São Paulo - Instituto de Química

³ Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Química

⁴ Universidade de São Paulo – Faculdade de Ciências Farmacêuticas

O processamento e estocagem dos alimentos resulta em mudanças, devido a processos físicos e reações químicas. As velocidades destas mudanças dependem de muitos fatores, mas são a mobilidade dos reagentes e de outros importantes componentes alimentares frequentemente que governam estas velocidades¹.

Recentemente, tem sido reconhecido que as transições vítreas de alimentos são importantes no controle da mobilidade. A temperatura de transição vítrea (T_g) é definida como uma mudança de fase de segunda ordem observada em uma temperatura específica em que um sólido vítreo é transformado em um líquido viscoso. Existem muitos exemplos na literatura, em que a T_g foi associada a propriedades estruturais e texturais, reações químicas, e atividades microbiológicas de sistemas alimentares². A hipótese mais recente é que esta transição influencia fortemente a estabilidade dos alimentos quando a água na fase concentrada torna-se cineticamente imobilizada e, portanto, não participa de reações. Em temperaturas, acima da T_g várias mudanças nos alimentos são observadas como o decréscimo da viscosidade, aumento exponencial da mobilidade molecular, aumento do calor específico e expansão térmica. O aumento da mobilidade molecular e o decréscimo da viscosidade são responsáveis por transformações estruturais, como decréscimo de volume e perda de estrutura em alimentos desidratados, aglomeração e cristalização de pós (cristalização da lactose em leite em pó) e por mudanças nas velocidades de reações químicas deteriorativas³.

Na literatura, tem sido observado também que a maioria dos sistemas alimentares são termoplásticos e por isso sujeitos a plasticização pela água, ou seja, suas propriedades físicas são controladas pela temperatura e conteúdo de umidade³. Em vista disso, o conteúdo de umidade define a localização da T_g. De um modo geral, o conteúdo de umidade dos alimentos influencia fortemente as velocidades de cristalização e de escurecimento (enzimático e não-enzimático), reações relacionadas ao crescimento

de microorganismos, perda de textura e palatibilidade de alimentos de baixo teor de umidade. Assim, os conteúdos de umidade têm sido relacionados à temperatura de transição vítrea para estimar limites críticos para o conteúdo de umidade e temperaturas em estudos de estabilidade. Além disso, a relação entre estas variáveis também pode ser empregada para estabelecer melhores condições de umidade relativa e temperaturas de estocagem de alimentos na fase “in natura” ou processados³.

Apesar da grande importância da temperatura de transição vítrea para o entendimento e controle de propriedades físico-químicas dos alimentos, poucos trabalhos são encontrados relatando investigações das relações entre o conteúdo de umidade e a T_g de alimentos “in natura”, em relação aos produtos formulados. Desta forma, este estudo teve como finalidade investigar a relação entre o conteúdo de umidade e a temperatura de transição vítrea de amostras de méis. O interesse na realização desta investigação pode ser atribuído ao papel desempenhado pela umidade na qualidade e estabilidade de méis. A quantidade de água presente é decisiva para a sua conservação e intervém também na coloração, viscosidade, palatibilidade, sabor, peso específico, solubilidade e valor comercial. Além destes fatores, a umidade condiciona a maturação e granulação deste produto natural, bem como os riscos à fermentação⁴.

Para a realização deste trabalho foram usadas quinze amostras de méis monoflorais de eucalipto e laranja coletadas aleatoriamente de várias regiões do Estado de São Paulo. As amostras de mel foram acondicionadas em frascos plásticos e mantidas a -18°C até a realização dos ensaios. A temperatura de transição vítrea das amostras de mel foi determinada pela calorimetria exploratória diferencial (DSC) no modo de resfriamento de acordo com a metodologia descrita por Felsner⁵. O conteúdo de umidade foi determinado pelo método refratométrico sugerido por Cano et al.⁶ que emprega as metodologias da AOAC - método 969.38b para amostras líquidas e da Comissão

Européia de Mel – EHC para amostras cristalizadas. Os dados são apresentados como a média, erros-padrão e intervalos de confiança para as médias no nível de 95% de confiança. Uma análise de correlação foi realizada entre as variáveis: temperatura de transição vítrea e o conteúdo de umidade e um teste-t no nível de 95% de confiança foi empregado para verificar se a correlação entre estas variáveis era significativa. Toda a análise estatística dos dados foi realizada usando o software STATISTICA⁷.

Os valores médios e intervalos de confiança dos conteúdos de umidade determinados pela refratometria e das temperaturas de transição vítrea obtidas das curvas DSC das amostras de méis de eucalipto e laranja são mostrados na Tabela 1 e Figura 1 contem um gráfico dos valores de umidade e temperatura de transição vítrea para todos as amostras.

A análise da relação entre o conteúdo de umidade e a Tg sugeriu uma forte correlação linear negativa entre estas variáveis com $r = -0,916$. A análise do teste-t ($t_{crit(58;0,05)} = 2,00 < t_{obs} = 17,39$) indicou que a correlação linear negativa entre estas variáveis foi significativa no nível de 95% de confiança. Na Figura 1 observa-se que, com o aumento do conteúdo de umidade, há uma diminuição da temperatura de transição vítrea, sugerindo um efeito plasticizante da água sobre os outros componentes, como observado também por Roos³ em outros alimentos. As amostras de méis apresentam normalmente misturas complexas de carboidratos com diferentes graus de higroscopicidade. Este produto possui altas concentrações de frutose que favorece a absorção de umidade atmosférica durante o processamento e estocagem, o que resulta em uma plasticização dos açúcares (componentes amorfos). Isto afeta diretamente a estabilidade e propriedades texturais, favorecendo as reações de fermentação e de Maillard bem como os processos de cristalização e deterioração do aroma e sabor.

Tabela 1. Temperaturas médias de transição vítrea (°C) e conteúdos médios de umidade e seus respectivos intervalos de confiança para as médias no nível de 95% de confiança para os méis de laranja e eucalipto.

Fontes Florais dos Méis	Médias ± E.P.*		Intervalos de Confiança**	
	Tg (°C)	Umidade (%)	Tg (°C)	Umidade (%)
Eucalipto	-55,03 ± 0,38	17,38 ± 0,07	(-55,8) – (-54,3)	(17,2 – 17,5)
Laranja	-46,70 ± 0,61	16,20 ± 0,10	(-47,9) – (-45,5)	(16,0 – 16,4)

* E.P. = erro padrão; ** valor de $t_{crit(29;0,05)} = 2,045$

A análise da Figura 1 e dos dados da Tabela 1 sugerem também que valores mais baixos da Tg decorrentes de teores mais elevados de umidade favorecem a cristalização dos méis, como foi observado nas amostras de méis de eucalipto, que já se encontravam cristalizadas em relação às amostras de méis de laranja, a maioria no estado líquido.

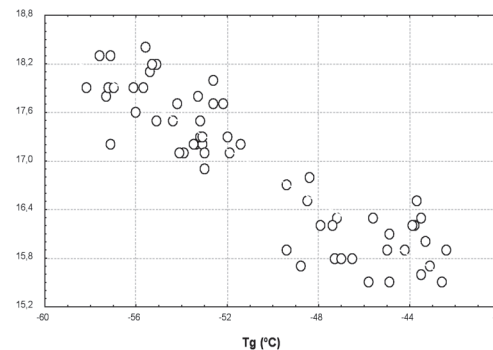


Figura 1. Gráfico de dispersão dos conteúdos de umidade e das temperaturas de transição vítrea de méis de eucalipto e laranja.

Desta forma, os resultados do estudo da relação entre os conteúdos de umidade e temperaturas de transição vítrea podem ser utilizados para estabelecer melhores práticas de apicultura, materiais de embalagens e vida de prateleira para méis de modo a controlar as características de higroscopicidade deste produto, bem como encontrar melhores critérios de qualidade (estabilidade e cristalização) para amostras de méis.

REFERÊNCIAS

1. Karel, M.; Anglea, S.; Buera, P.; Karmas, R.; Levi, G. e Roos, Y. Stability-related transitions of amorphous foods. **Therm. Acta**, 246, p. 249-69, 1994.
2. Ruan, R.R.; Long, Z.; Song, A. e Chen, P.L. Determination of the glass transition temperature of food polymers using low field NMR. **Lebensm.Wiss.Technol**, 31, p. 516-21, 1998.
3. Roos, Y. Characterization of Food Polymers using state diagrams. **J. Food Eng.**, 24, p. 339-60, 1995.
4. Crane, E. **Honey: A Comprehensive Survey**. 1ª. ed. Londres: Heinemann, 1975. 608p.
5. Felsner, M.L. **Caracterização de méis monoflorais de eucalipto e laranja do Estado de São Paulo por técnicas termoanalíticas**. 2001. São Paulo [Tese de doutorado. Instituto de Química.- Departamento de Química Fundamental da Universidade de São Paulo] 255p.
6. Cano, C.B., Felsner, M.L., Matos, J.R., Bruns, R.E., Whatanabe, H.M., Almeida-Muradian, L.B. Comparison of methods of determining moisture content of citrus and eucalyptus brazilian honeys by refractometry. **J. Food Comp. Ana.**, 14, n. 2, p. 101-9, 2001.
7. Statistica and Statistica Industrial System [Statsoft, Inc. (1995), Tulsa, U.S.A].