

Termografia no infravermelho: uma ferramenta para monitoramento e análise quantitativa de reações químicas

Juliano S. Barin*¹ (PQ), Bruna Tischer¹ (PG), Bruna N. Lucas (IC), Daniele F. Ferreira (PG), Cezar A. Bizzi (PQ), Alessandra S. Oliveira¹ (IC), Roger Wagner¹ (PQ), Adilson B. da Costa (PQ).

* juliano@ufsm.br

¹ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Depto. de Tecnologia e Ciência de Alimentos, Santa Maria, RS.

Palavras Chave: termografia, entalpiometria, acidez total, vinagre.

Introdução

A termografia no infravermelho é uma técnica de avaliação bidimensional, não-invasiva aplicada para a determinação da temperatura superficial de materiais, sendo útil na avaliação não destrutiva de amostras¹. Neste trabalho, a termografia no infravermelho foi combinada com a análise entalpimétrica, que consiste na variação de entalpia de uma reação química que é medida direta ou indiretamente, a fim de determinar a quantidade de um reagente ou catalisador. Este trabalho teve como objetivo a determinação da acidez total (AT) em amostra comercial de vinagre, seguida da comparação com a técnica convencional descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL)². Para a determinação da AT através da termografia, as imagens foram obtidas através de câmera termográfica no infravermelho distante (FLIR, modelo E60). Para as reações, foi utilizada placa de ELISA de 24 poços com capacidade de 3 mL por poço (Fig. 1). Para a construção da curva de calibração foi utilizado HCl (0 a 1 mol L⁻¹) e NaOH em excesso (2 mol L⁻¹). Cerca de 1200 µL de amostra foram colocadas através de micropipeta multicanal em cada poço e 1200 µL de hidróxido de sódio 2 mol L⁻¹ foi adicionado. As variações de temperatura da reação foram registradas e processadas por *software* (ResearchIR, FLIR). Uma barra magnética foi introduzida no interior dos poços para agitação. A determinação pela técnica convencional (IAL) foi feita utilizando 10 mL de amostra diluída em 100 mL e titulada com solução de NaOH 1 mol L⁻¹. O resultado foi expresso em g de ácido acético por 100 mL de amostra.

Resultados e Discussão

A reação entre um ácido e uma base dissociada é exotérmica e, portanto, pode ser facilmente aplicada para análise entalpimétrica, sendo representada pela equação $H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$ ($\Delta H = -55,8 \text{ kJ mol}^{-1}$), conforme mostrado na (Fig. 1). A variação de temperatura observada foi proporcional à concentração de ácido utilizada, permitindo a construção de uma curva de calibração (Fig. 2). Para a amostra de vinagre avaliada, foi observado um valor de ΔT amostra próximo a 5 °C. Utilizando a equação obtida na construção da curva o valor encontrado para acidez total de vinagre foi de $4,56 \pm 0,20\%$ e pela técnica convencional $4,74 \pm 0,80$. Contudo, cerca de 2 s são necessários para completar a reação frente a 5 min

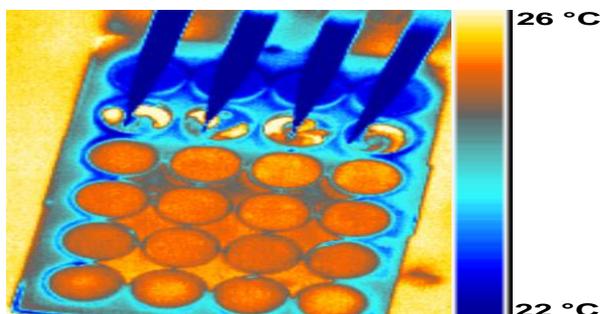


Figura 1. Termografia da placa de reação (1ª - 4ª fileira - vinagre + NaOH; 5ª reação no momento da adição de NaOH e 6ª fileira apenas amostra).

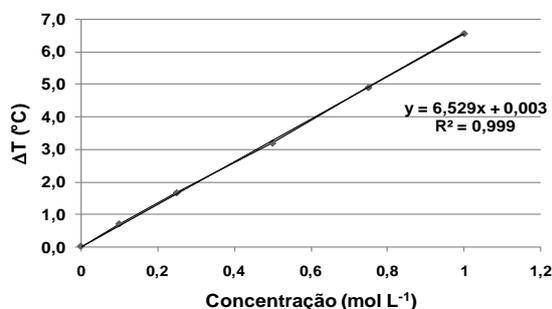


Figura 2. Curva de calibração obtida para ácido clorídrico (0 a 1 mol L⁻¹ com NaOH em excesso (2 mol L⁻¹)).

pelo método convencional. Além disso, a técnica convencional requer um maior preparo de amostra e gasto de reagentes. Os resultados mostraram que a determinação da AT pela termografia apresentou resultados muito próximos em relação àqueles obtidos pelo método convencional, podendo ser aplicada de maneira simples para análise em rotina.

Conclusões

A termografia no infravermelho permitiu efetuar o monitoramento de uma reação ácido-base através do calor liberado. A variação de temperatura foi proporcional à concentração das soluções de referência, permitindo a determinação da AT de vinagre utilizando menor quantidade de reagentes e amostra e sem uso de indicador.

Agradecimentos

CAPES, FAPERGS, CNPq.

¹Gowen, A.A., Tiwari, B. K., Cullen, P. J., McDonnell, K., O'Donnell, C.P. Applications thermal imaging in food quality and safety assessment. Trends in Food Science & Technology, 2010, 21, p. 190-200.

² INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. . 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008, 28, p. 886.