

**APLICAÇÃO DO EQUIPAMENTO – SONDALEITE – PARA O MONITORAMENTO DA
DEGRADAÇÃO DO LEITE LONGA VIDA (UHT) E O TEOR DE GORDURAS.**W. L. B. Melo^{1,*}, M. C. Mitsuyuki¹¹ *Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro, 1452, CEP 13569-206, São Carlos, SP*^{*} *Autor correspondente, e-mail: washington.melo@embrapap.br*

Resumo: O Sondaleite é um equipamento para análise de leite quando ao estado de conservação e de estabilidade. Neste trabalho, demonstram-se algumas potencialidades deste instrumento, para isto, foram usadas amostras de leites longa vida nas condições de desnatado, semidesnatado e integral. Verificou-se a capacidade do aparelho de identificar o teor de gordura e a degradação das amostras durante três dias mesmo mantidas em geladeira a cerca de 10 °C. Notou-se que o leite desnatado tem velocidade de degradação menor do que os demais.

Palavras-chave: leite, gordura, espectroscopia, degradação.

APPLICATION OF EQUIPMENT - SONDALEITE - FOR MONITORING PASTEURIZED MILK DEGRADATION AND THE FATS CONTENT.

Abstract: Sondaleite is equipment for milk analysis when in the state of preservation and stability. In this work, we demonstrate some potentialities of this instrument, for this, we used long-life milk sample in the conditions of skim, semi-skim and integral. The ability of the apparatus to identify the fat content and degradation of the samples for three days even in a refrigerator at about 10 °C was verified. It was noted that the skimmed milk has a lower degradation rate than the others.

Keywords: milk, fat, spectroscopy, degradation.

1. Introdução

O leite é um alimento complexo, que é composta basicamente por gorduras, proteínas, minerais, vitaminas, açúcares e água. Além disto, pode apresentar micro-organismos oriundos do próprio animal ou das condições do manejo deste, entre outros. Portanto, no leite os micro-organismos estão em constante evolução populacional já que é um meio propício. A função da pasteurização é reduzir a população microbiana, principalmente aquelas que causam danos à saúde do consumidor. No leite longa vida, o processo térmico é diferente, nesse caso ocorre a morte de 99,9% da população bacteriana, enquanto na pasteurização é cerca de 95%. O processo de degradação do leite com tempo é um fator econômico muito preocupante tanto para o produtor, a indústria, quanto para o consumidor.

Técnicas prévias, como o teste do álcool, graus Dornic e outros, aplicadas nos locais de coleta e conservação servem de avaliação inicial da qualidade, contudo, estes testes têm apresentado subjetividades nos resultados, gerando desconfiças entre produtores e a indústria. Na tentativa de procurar uma solução, diversos pesquisadores vem usando técnicas espectroscópicas baseadas na espectrofotometria por transmissão ou por refletância difusa. A espectrofotometria por transmissão é uma técnica muito restrita para a análise de tais substâncias, devido ao alto nível de espalhamento principalmente decorrente das partículas de gorduras. Outros pesquisadores têm procurado associar a esta técnica a Espectrofotometria por Refletância Difusa (ERD), mas comparativamente com a técnica por transmissão óptica se verificou que a ERD fornece melhores resultados (OHTANI, S, et al, 2005; AERNOUTS, B., et al, 2011).

O equipamento Sondaleite, desenvolvido na Embrapa Instrumentação, é baseado na ERD e tem como fonte de iluminação Diodos Emissores de Luzes (LEDs). Os comprimentos de onda das luzes emitidas pelos LEDs são os seguintes valores: 400, 470, 525, 570, 590, 605, 640, 680, 740,

850, 950, 1050 nm. Neste trabalho se deseja mostrar algumas potencialidades do Sondaleite quanto ao monitoramento da degradação do leite com o tempo e a distinção entre os teores de gorduras.

2. Materiais e Métodos

O Sondaleite é composto principalmente por uma câmara de medição onde o leite é colocado. Na base desta câmara há uma janela óptica por onde a luz incide na superfície inferior da amostra. Por baixo da janela, tem-se uma cabeça óptica plano-convexa onde se encontra os LEDs e o fotodetector. Os LEDs são acionados por um programa de aquisição de dados e controle, executado por um computador embarcável, “Beaglebone Black”. Os dados adquiridos são enviados para uma “nuvem de armazenamento” via “wifi” e o controle do sistema é feito por um programa instalado no “smartphone”, sistema “Android”, cujos comandos são enviados por “bluetooth”. A Figura 1 mostra uma foto do protótipo desenvolvido na Embrapa Instrumentação.

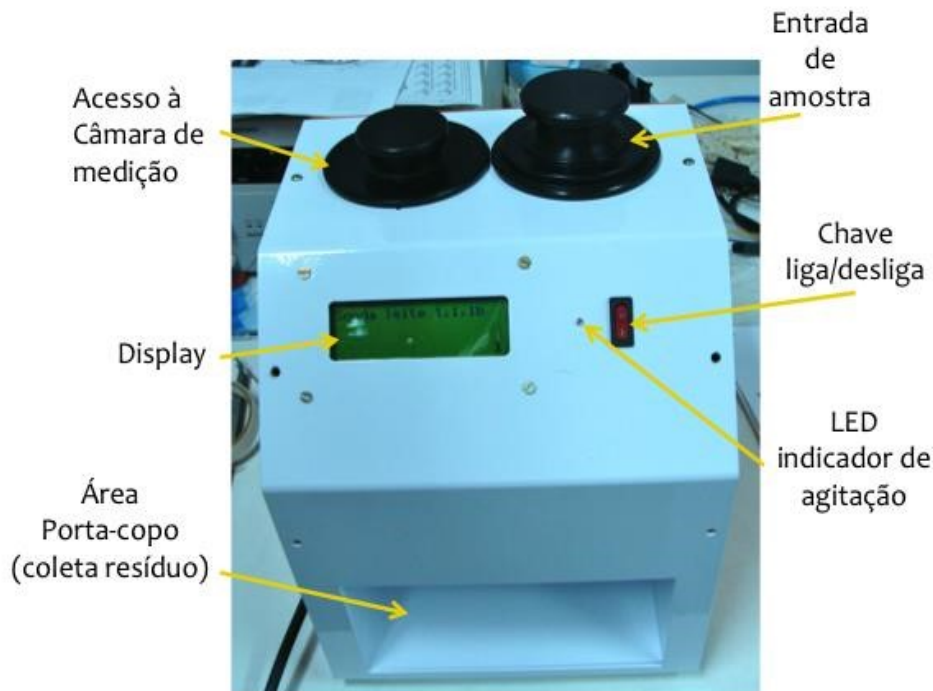


Figura 1. Protótipo Sondaleite da Embrapa Instrumentação.

2.1. Descrição do modelo teórico

Para obter os espectros de absorção, usou-se a Função Kubelka-Munk (KOKHANOVSKY, 2007; BARRON, V et al., 1986) dada por:

$$\text{Função KM} = \frac{\text{Absorção}}{\text{Espalhamento}} = \frac{(1 - R)^2}{2R} \quad (1)$$

sendo

$$R = \frac{(S_{\text{nal}}_{\text{Amostra}} - S_{\text{nal}}_{\text{Preto}})}{(S_{\text{nal}}_{\text{Branco}} - S_{\text{nal}}_{\text{Preto}})} \quad (2)$$

onde: R é o fator de refletância; $S_{\text{nal}}_{\text{Amostra}}$ é o valor em volts devido à luz refletida pela amostra na câmara de medição e captada pelo fotodetector; $S_{\text{nal}}_{\text{Preto}}$ é a voltagem gerada devido a luz refletida quando a câmara de medição está vazia; $S_{\text{nal}}_{\text{Branco}}$ é quando a câmara de medição está com um disco de teflon como referência branca.

2.2. As amostra de leite e as medições espectroscópicas

As amostras usadas no Sondaleite foram leites longa vida nas condições: desnatado, semidesnatado e integral de mesmo fabricante. As informações contidas nas caixas sobre o teor de

gordura são: 0% - desnatado; 1% - semidesnatado e 3% - integral.

Estas amostras foram usadas a cada 24 horas e mantidas em geladeira (cerca 10 °C) após o uso. Usou-se, por cada vez, cerca de 100 ml de leite para a obtenção do espectro, depois a amostra era descartada. A medida dura cerca de 25 a 30 segundos por amostra.

Para evitar contaminação entre as amostras de diferentes leite, optou-se por iniciar as medições com o leite desnatado, seguido pelo semidesnatado e por fim pelo integral. Foram realizadas medições a cada 24 horas por três dias consecutivos.

Os espectros discretos são obtidos de 400 a 1050 nm, em seguida, aplica-se as equações (1) e (2) e a técnica de interpolação “spline cúbica” para gerar o espectro contínuo. O software R versão 3.6.1 foi utilizado nas análises.

3. Resultados e Discussão

A Figura 2 mostra os espectros do fator de refletância para os três tipos de leite conforme os teores de gorduras. Nota-se que o leite desnatado apresenta mais baixa refletância quando comparado àqueles com outros teores. Como o leite integral tem o maior teor, portanto, se espera maior espalhamento de luz e baixa absorção como evidenciado na Figura 3. O gráfico inserido nesta figura evidencia os espectros na região do visível. Observa-se que os teores de gorduras influenciam por todo o espectro.

Na região do infravermelho, as diferenças espectrais são significativamente distintas, especialmente para o leite desnatado. Nesse caso, há baixo espalhamento de luz, porém alta absorção óptica, causando a intensa banda acima de 1100 nm, correspondendo à absorção da água.

A banda entre 650 a 850 nm pode ser usada para relacionar com o teor de gordura, porém a água também absorve entre 740 a 840 nm. Assim, é necessária uma correção devido à presença da água (RUSSELL, A., 2013).

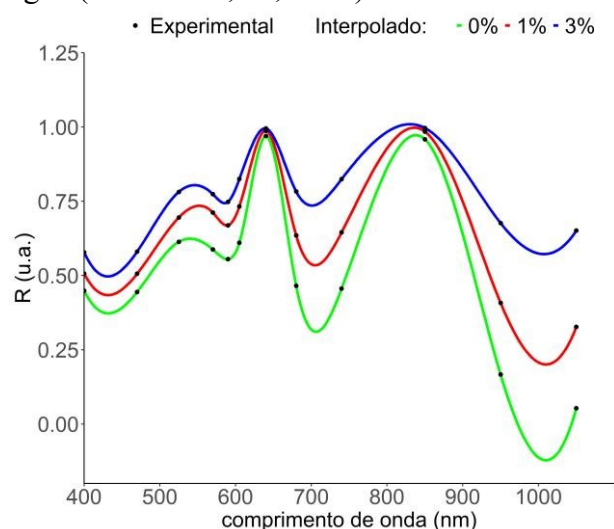


Figura 2. Os pontos (•) são os valores do fator de refletância R. e curva contínua obtida por “spline cúbica”.

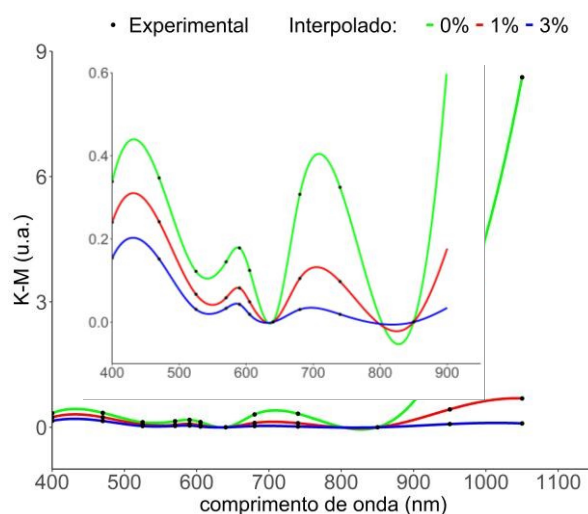


Figura 3. Espectros K-M das amostras com diferentes teores de gordura. (•) Experimental, curva contínua obtida por “spline cúbica”.

A Figura 4 mostra os espectros de degradação do leite desnatado mantido em geladeira por três dias e medido a cada 24 horas. Nota-se que o efeito foi significativo para o infravermelho entre a primeira medida e as seguintes, porém na região do visível não houve mudanças significativas. Observa-se que o leite desnatado se degrada mais lentamente em comparação com os de outros teores. Enquanto na Figura 5, têm-se os espectros do leite semidesnatado em processo de degradação. Verificou-se que os espectros mudaram principalmente na região do azul, enquanto no infravermelho a variação não foi significativa. Sendo a região azul mais sensível às alterações das proteínas, então, acredita-se que estas mudanças espectrais sejam devidas à degradação dessas moléculas.

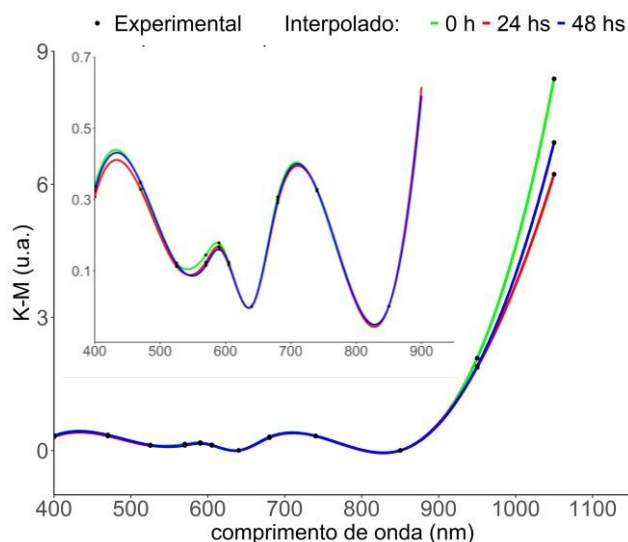


Figura 4. Espectros K-M da degradação do leite desnatado. (•) Experimental, curva contínua obtida por “spline cúbica”.

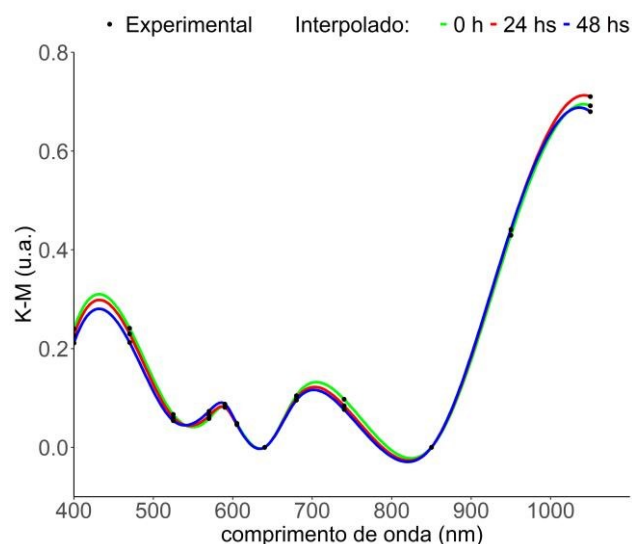


Figura 5. Espectros K-M da degradação do leite semidesnatado. (•) Experimental, curva contínua obtida por “spline cúbica”.

A Figura 6 mostra os espectros da degradação do leite integral durante três dias e conservado em geladeira. Observa-se que os espectros se deslocaram para baixo ao longo do tempo. As regiões do azul e do infravermelho são as mais sensíveis com o efeito de alteração das condições do leite. Acredita-se que devido ao teor de gordura, a velocidade de degradação foi maior do que nos outros casos.

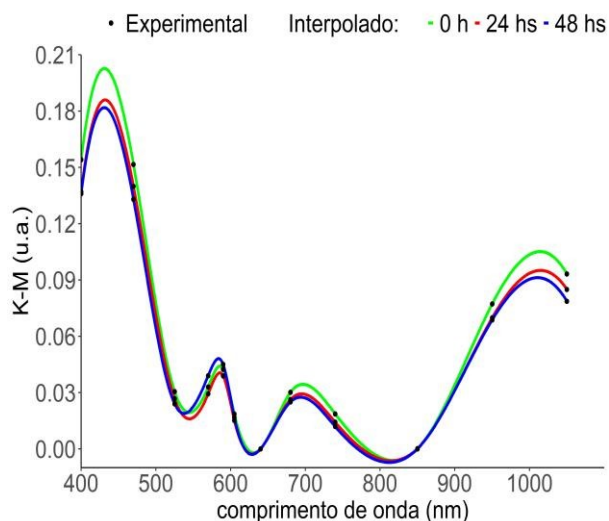


Figura 6. Espectros K-M da degradação do leite integral. (•) Experimental, curva contínua obtida por “spline cúbica”.

4. Conclusões

Nesses experimentos com leites pasteurizados e nas condições de trabalho, notou-se que: os teores de gorduras influenciam por todo o espectro; no infravermelho, as diferenças espectrais são distintas principalmente para o leite desnatado onde o efeito de espalhamento é menor e há alta influência da água; o leite desnatado se degrada mais lentamente em comparação com os de outros teores; para o leite integral, devido ao teor de gordura, a velocidade de degradação foi maior do que nos outros casos.

Assim, o Sondaleite tem verdadeiro potencial para a análise de leite quanto à estabilidade e conservação, além da determinação dos teores de gordura, entre outros.

Agradecimentos

À Embrapa pelo apoio financeiro por meio do no projeto SEG 23.16.05.041.00.00 e à empresa Dairy Equipamentos por sua parceria no desenvolvimento.

Referências

- AERNOOTS, B., POLSHIN, E., LAMMERTYN, J., SAEYS, W. Visible and near-infrared spectroscopic analysis of raw milk for cow health monitoring: Reflectance or transmittance?, *J. Dairy Sci.* 94:5315–5329, 2011.
- ANDREW RUSSELL, Milk spectroscopy. 2013. 130p. Dissertação (mestrado em engenharia), The University of Waikato, Nova Zelândia, 2013. <<http://researchcommons.waikato.ac.nz/>>. Acesso em: 12/08/2018.
- BARRON, V. TORRENT, J. Use of the Kubelka-Munk theory to study the influence of iron on soil colour. *Journal of Soil Science*, v37, 499-510, 1986.
- KOKHANOVSKY, A. A. Physical interpretation and accuracy of the Kubelka–Munk theory. *J. Phys. D: Appl. Phys.* v40, 2210–2216, mar. 2007.
- OHTANI, S, WANG, T., NISHIMURA, K, IRIE, M. Milk fat analysis by fiber-optic spectroscopy. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* V18, No. 4, 580-583, 2005.
- R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.