

Modificação da fórmula de Fleischmann para determinação do extrato seco total de soro de leite utilizando termolactodensímetro

Mariana Leite Simões e Silva^{1*}, Álvaro Augusto Pereira Silva², Ítalo Tuler Perrone¹, Alan Frederick Wolfschoon Pombo², Luiz Fernando Cappa de Oliveira³, Rodrigo Stephani³

¹Universidade Federal de Juiz de Fora – Faculdade de Farmácia; ²Inovaleite – Grupo de Pesquisa Multicêntrico; ³Universidade Federal de Juiz de Fora – Dep. de Química.

*marianaleitesimoes@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Fleischmann provavelmente foi o primeiro pesquisador a apresentar uma fórmula visando determinar os sólidos totais (ST) do leite, a qual foi suficientemente precisa para ser aceita e utilizada em muitos países. A fórmula de Fleischmann, no entanto, não se aplica ao soro de leite, pois a densidade (D) dos seus sólidos não gordurosos (SNG) não é a mesma do leite. Nesse âmbito, é importante relatar que os métodos gravimétricos estabelecidos para a determinação dos sólidos totais do soro são demorados e os métodos instrumentais mais rápidos não são acessíveis para alguns laticínios.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho objetivou o desenvolvimento de equações específicas para calcular o teor de sólidos totais do soro de leite doce obtido pela coagulação enzimática de leite integral e leite desnatado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas 34 diferentes amostras de soro de leite, obtidas pela coagulação enzimática de leite integral pasteurizado (n=17) e de leite desnatado pasteurizado (n=17). Para produzir ambos os tipos de soro, 500 g de leite foram pesados e aquecidos a 38°C. Posteriormente, 0,5 mL de cloreto de cálcio 40% (m/m) e 0,4 mL de coagulante líquido (Quimosina Microbiana - HA-LA®, Brasil) foram adicionados ao leite, mantendo-se 38°C ± 2°C por 40 minutos. O gel formado foi quebrado e um pano foi utilizado para separar o soro da coalhada (o soro obtido foi pesado). Realizaram-se análises físico-químicas com as amostras de soro, como: pH (pHmetro digital GEHAKA PG 1400), densidade (Termolactodensímetro CapLab, São Paulo, Brasil), gordura pelo método de Gerber (Brasil, 2019) e sólidos totais pelo método gravimétrico (Método Oficial 925.23, AOAC, 2019).

As equações para calcular o teor de sólidos totais do soro de leite foram desenvolvidas seguindo os procedimentos da fórmula de Fleischmann, utilizando como dados necessários a densidade (D) determinada pelo termolactodensímetro (TM) e o teor de gordura do soro (G).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, a densidade média de SNG do soro foi calculada para os três conjuntos de amostras de soro de leite (Tabela 1). A partir desses valores, três fórmulas de Fleischmann modificadas para o cálculo dos sólidos totais do soro puderam ser obtidas, uma para cada um dos conjuntos de amostras (Tabela 1).

Tabela 1. Densidades dos sólidos não gordurosos (SNG) calculadas e equações obtidas para o cálculo dos sólidos totais (ST) do soro de leite¹

Tipos de soro avaliados	Densidade de SNG calculada (g.mL ⁻¹)	Equação para cálculo dos ST (g.100 mL ⁻¹)
Integral	1,766 ± 0,042	ST = 1,152 x G + 2,306 x 100 (D - 1)
Desnatado	1,774 ± 0,033	ST = 1,152 x G + 2,292 x 100 (D - 1)
Todas as amostras	1,770 ± 0,038	ST = 1,152 x G + 2,299 x 100 (D - 1)

¹n=17 para cada tipo de soro e n=34 para todas as amostras.

Com relação aos resultados obtidos, constatou-se que as médias de sólidos totais estimadas pelo método do termolactodensímetro (TM), isto é, pelas equações desenvolvidas, não foram significativamente diferentes ($p > 0,05$) daquelas determinadas gravimetricamente, para os três grupos de soro considerados (Tabela 2). O desvio padrão calculado para os valores médios apresentou variabilidade semelhante entre as amostras dentro de um mesmo grupo, sendo menor para o método do termolactodensímetro (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação direta entre o método gravimétrico e o método do termolactodensímetro (TM) para determinação dos sólidos totais (ST) de soro de leite integral e desnatado.

Parâmetros	Sólidos totais do soro de leite doce (g.100 mL ⁻¹)		
	Integral ¹	Desnatado ²	Todas as amostras ³
Média, desvio padrão e erro padrão da média (EPM) do método gravimétrico de referência	7,24 ± 0,28 ^a (0,069)	6,66 ± 0,15 ^a (0,036)	6,95 ± 0,37 ^a (0,063)
Média, desvio padrão e erro padrão da média (EPM) do método do termolactodensímetro (TM)	7,23 ± 0,27 ^a (0,065)	6,66 ± 0,11 ^a (0,028)	6,94 ± 0,35 ^a (0,059)
Valor médio das diferenças entre os métodos gravimétrico e do TM	0,01 ± 0,20	0,00 ± 0,15	0,01 ± 0,18

¹Densidade dos SNG (em g.mL⁻¹) = 1,766; ²D SNG = 1,774 e ³D SNG = 1,770. Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, para o mesmo tipo de soro, não diferem entre si pelo teste t de Student, ao nível de 5% de significância. (n = 17 para soro integral e desnatado; n = 34 para todas as amostras de soro).

5. CONCLUSÕES

Através dos resultados apresentados, pode-se concluir que o uso da equação de Fleischmann modificada para o cálculo dos sólidos totais de soro de leite doce é uma alternativa prática que pode ser aplicada, considerando a confiabilidade dos resultados obtidos em comparação ao método gravimétrico de referência, o menor tempo gasto no procedimento e a utilização de instrumentos com menor custo. Ainda, o método pode ser adaptado a outros fluidos lácteos (soro concentrado por membranas, por exemplo), desde que a densidade dos sólidos não gordurosos seja conhecida e substituída no procedimento dos cálculos desenvolvidos neste estudo.

6. AGRADECIMENTOS

CAPES, CNPq e FAPEMIG.

7. REFERÊNCIAS

AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 21. ed. Maryland: AOAC, 2019.
BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos oficiais para análise de alimentos de origem animal**. 2.ed. Brasília: 2019. seção 2.23.5. 158 p.
FLEISCHMANN, W.; WEIGMANN, H. Die Untersuchung und die Beurteilung der Milch auf Ihre Verwendungsweisen. *In*: FLEISCHMANN, W.; WEIGMANN, H. **Lehrbuch der Milchwirtschaft**. 7. ed. Berlim: Editora Paul Parey, 1932. cap. 9, 966 p.