



## **CORRELAÇÃO ENTRE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE E O RENDIMENTO DA MASSA DE MUSSARELA**

**Vitória F. NOGUEIRA<sup>1</sup>; Délcio B. da SILVA<sup>2</sup>; Lucas E. de O. APARECIDO<sup>2</sup>; Letícia T. C. da SILVA<sup>3</sup>; Rebeca S. SANTOS<sup>3</sup>; Nailton A. S. SILVA<sup>3</sup>; Ana A. de A. BOAVENTURA<sup>3</sup>**

### **RESUMO**

A qualidade do leite é considerada determinante para a eficiência da produção de queijos, especialmente no que se refere ao rendimento industrial. A contagem de células somáticas (CCS) afetou diretamente a coagulação do leite. A acidez titulável, medida em gramas de ácido láctico, esteve relacionada principalmente ao frescor do leite. O índice crioscópico, que mede o ponto de congelamento, foi comumente utilizado para avaliar a presença de água no leite. Este trabalho teve como objetivo avaliar a correlação entre a contagem de células somáticas, o índice crioscópico e a acidez titulável com o rendimento da massa enzimática para a produção de mussarela. Para isso, foram realizadas análises de acidez, crioscopia e CCS de cada amostra de leite a ser utilizada. Posteriormente, o leite foi submetido à pasteurização rápida e, em seguida, procedeu-se à produção da massa de mussarela. Os resultados indicaram que leites com elevada CCS apresentaram rendimento moderadamente inferior, evidenciando a necessidade de controle da CCS na indústria de laticínios. Para os parâmetros de acidez e índice crioscópico, os resultados mostraram que, quanto maiores a acidez e o índice crioscópico, maior foi o rendimento.

#### **Palavras-chave:**

Mastite; Coagulação; Qualidade industrial.

### **1. INTRODUÇÃO**

A busca por eficiência nos processos de fabricação de derivados lácteos esteve diretamente relacionada à qualidade da matéria-prima, especialmente o leite. Um dos fatores que afetaram a qualidade do leite foi a contagem de células somáticas (CCS), que se elevou em casos de mastite. Estudos indicaram que altos níveis de CCS estiveram relacionados à redução de caseína, alterações nas propriedades físico-químicas do leite e diminuição da capacidade de coagulação, refletindo diretamente na perda de rendimento de produtos lácteos, principalmente queijos (FOX et al., 2017; VALENTE, 2023).

Outro parâmetro relevante para a avaliação da qualidade do leite foi a acidez titulável, que anteriormente era expressa em graus Dornic (°D) e, atualmente, em porcentagem de ácido láctico. O leite fresco não possui acidez real, entretanto, foi possível determinar sua acidez aparente por meio da técnica de titulação. A acidez real decorre do metabolismo microbológico, com a produção de ácido láctico. A acidez aparente variou de acordo com a quantidade de fosfatos e citratos (minerais), caseína e albumina (proteínas), além do gás carbônico dissolvido. A legislação brasileira descreve que o leite cru, quando dentro dos parâmetros, varia sua acidez entre 0,14 a 0,18 g de ácido láctico/100

**1**Discente do Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, IFSULDEMINAS – Campus Machado. E-mail: [vitoria.nogueira@alunos.ifsuldeminas.edu.br](mailto:vitoria.nogueira@alunos.ifsuldeminas.edu.br);

**2** Docentes do IFSULDEMINAS. E-mail: [delcio.silva@ifsuldeminas.edu.br](mailto:delcio.silva@ifsuldeminas.edu.br), [lucas.aparecido@ifsuldeminas.edu.br](mailto:lucas.aparecido@ifsuldeminas.edu.br);

**3** Discentes da Medicina Veterinária IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho. E-mail: [leticia.catrario@alunos.ifsuldeminas.edu.br](mailto:leticia.catrario@alunos.ifsuldeminas.edu.br), [rebecca.santos@alunos.ifsuldeminas.edu.br](mailto:rebecca.santos@alunos.ifsuldeminas.edu.br), [nailton.augusto@alunos.ifsuldeminas.edu.br](mailto:nailton.augusto@alunos.ifsuldeminas.edu.br), [ana.boaventura@alunos.ifsuldeminas.edu.br](mailto:ana.boaventura@alunos.ifsuldeminas.edu.br).

mL de leite (BRITO, 2021; BRASIL, 2018).

A acidez titulável é inversamente proporcional ao pH do leite. Leites mais ácidos apresentam menor potencial hidrogeniônico. De acordo com Fox (2017), o poder coagulante do coalho aumentava com a redução do pH. Com isso, observou-se melhor ação do coagulante em leites com maiores teores de acidez titulável.

O ponto de congelamento foi uma das características físicas avaliadas no leite. O valor máximo para a crioscopia, segundo a legislação brasileira, foi de  $-0,512\text{ }^{\circ}\text{C}$

ou  $-530\text{ }^{\circ}\text{H}$ . O ponto de congelamento do leite foi inferior ao da água, devido às substâncias solúveis presentes no leite, principalmente a lactose e os sais minerais. Na rotina dos laboratórios, para leites com extrato seco de 12,5%, o valor da crioscopia variou de  $-0,530$  a  $-0,560\text{ }^{\circ}\text{H}$ , contrariando o padrão expresso na legislação, que estabelecia variação de  $-0,530$  a  $-0,555\text{ }^{\circ}\text{H}$  (FELIPETTO, 2009; BRASIL, 2018).

O aumento da crioscopia pôde indicar a adição de água, já que ocorreu um aumento da temperatura de congelamento em direção a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A mensuração da crioscopia em graus H (graus Hortvet) foi realizada com o crioscópio, aparelho utilizado exclusivamente para esse fim (FELIPETTO, 2009).

Esta pesquisa teve como objetivo verificar a correlação entre a contagem de células somáticas, o índice crioscópico e a acidez titulável com o rendimento da massa utilizada na elaboração de mussarela.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em uma unidade de beneficiamento localizada em Muzambinho/MG. As amostras de leite foram previamente submetidas a análises para avaliação dos padrões físico-químicos, sendo utilizadas apenas aquelas que atenderam aos critérios estabelecidos na legislação vigente. Os parâmetros avaliados do leite cru incluíram a crioscopia, mensurada por meio de crioscópio, e a acidez titulável, determinada pelo método Dornic (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008; BRASIL, 2018).

Para a determinação da contagem de células somáticas (CCS), utilizou-se o teste rápido da marca Somaticcel (RODRIGUES, 2009).

Após a avaliação dos parâmetros físico-químicos, o leite foi submetido à padronização do teor de gordura e à pasteurização rápida, realizada em pasteurizador a placas, a uma temperatura entre  $72\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ , durante 15 segundos.

Na produção das massas, a cada 5000 litros de leite, adicionaram-se 25 g de fermento láctico, 800 g de cloreto de cálcio e 240 mL de coagulante à base de quimosina. Após a adição dos insumos, procedeu-se à formação da coalhada. Uma vez formada, a coalhada foi cortada e submetida a

cozimento progressivo até atingir 41 °C, etapa que possibilitou a obtenção da massa utilizada na elaboração do queijo mussarela.

A avaliação do rendimento foi realizada sempre no dia seguinte à produção de cada massa. Para isso, a massa foi pesada em caixas plásticas e, ao final da pesagem, somou-se o total obtido. Após a determinação do rendimento de cada lote, em quilos, foi calculada a relação entre o volume de leite utilizado e o total de massa obtida (Kg/L).

Com a mensuração do rendimento de cada lote finalizada, seguiu-se com a análise estatística do experimento, utilizando-se o coeficiente de correlação de Pearson, com o objetivo de verificar a existência de correlação positiva ou negativa entre as variáveis analisadas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Análise de correlação de Pearson

	<i>Rendimento (Kg/litro)</i>	CCS	Acidez	Crioscopia
Rendimento (kg/litro)	<b>1,000</b>			
CCS	<b>-0,398</b>	<b>1,000</b>		
Acidez	<b>0,208</b>	<b>-0,390</b>	<b>1,000</b>	
Crioscopia	<b>0,380</b>	<b>-0,130</b>	<b>0,262</b>	<b>1,000</b>

CCS: Contagem de células somáticas

Entre as variáveis avaliadas, a crioscopia apresentou correlação positiva moderada com o rendimento ( $r = 0,380$ ), o que sugeriu que amostras com menor adição de água e maior pureza tenderam a resultar em melhor aproveitamento. A acidez também demonstrou uma correlação positiva, embora mais fraca ( $r = 0,208$ ), indicando uma leve relação com o aumento no rendimento, ou seja, leites com maior acidez apresentaram melhor desempenho na produção.

Por outro lado, observou-se que a contagem de células somáticas (CCS) apresentou correlação negativa moderada com o rendimento ( $r = -0,398$ ), o que evidenciou que o leite proveniente de vacas com mastite esteve associado a uma menor eficiência de aproveitamento por litro.

#### 5. CONCLUSÃO

O rendimento por litro foi influenciado de maneira mais significativa por aspectos relacionados à saúde dos animais produtores de leite, especialmente pela contagem de células somáticas (CCS) — ou seja, o aumento de CCS reduziu o rendimento da massa.

A acidez e a crioscopia apresentaram correlação positiva com o rendimento da massa, de

modo que o aumento moderado da acidez — dentro dos limites estabelecidos pela legislação — implicou em maior rendimento.

Da mesma forma, a menor adição de água ao leite também se associou a um maior rendimento na produção da massa.

**AGRADECIMENTOS:** Aos participantes do GETIPOA – Medicina Veterinária.

## **REFERÊNCIAS**

BRITO, M. A; *et al.* Acidez titulável. **Embrapa**, 2021.

FELIPETTO, C.; ROST, M. Avaliação do índice crioscópico em amostras de leite uht. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. Suplemento 1, p. BQ–38, 2009.

FOX, P. F. et al. **Fundamentals of cheese science**. Boston, MA: Springer US, 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008.

RODRIGUES, C. O. et al. Short communication: evaluation of an on-farm test to estimate somatic cell count. **Journal of Dairy Science**, Champaign, IL, v. 92, n. 3, p. 990–995, 2009. DOI: 10.3168/jds.2008-1216.

VALENTE, G. L. C.; SILVA, L. D. C. Influência da mastite sobre a produção e a qualidade do leite cru. **Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes**, v. 78, n. 1, p. 22–32, 2023.