

IV Semana de Ciência e Tecnologia

Tecnologia, Educação e Meio Ambiente:
construindo um Jequitinhonha de oportunidades

4 - 8 • Novembro • 2025

AVALIAÇÃO DA COR OBJETIVA DE PRÉ-TESTES DE DOCES DE LEITE PRODUZIDOS NO LATICÍNIO ESCOLA DA UFVJM

Edwiges Nazzaré Borges¹, Gabriel Prando Basto¹, Larissa de Oliveira Ferreira Rocha¹,
Cleube Andrade Boari², Giselle Pereira Cardoso^{1*}

¹ UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia, Diamantina, MG, Brasil, 39100-000.

² UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Faculdade de Ciências Agrárias, Diamantina, MG, Brasil, 39100-000.

*e-mail: Edwiges.borges@ufvjm.edu.br

Resumo: Este trabalho teve como objetivo avaliar os atributos de cor de quatro formulações iniciais de doce de leite pastoso produzidas no Laticínio Escola da UFVJM, para entender a variabilidade de cor do produto em diferentes condições de produção. As amostras, com diferentes teores de açúcar (10% e 16%) e variações no tempo e temperatura de processamento, foram analisadas por colorimetria instrumental no sistema CIELab, utilizando-se colorímetro espectrofotométrico CM-5. Os parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , C^* , h^*), bem como as variações em relação ao padrão A16 (ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔC^* , Δh^* , ΔE , brilho e comprimento de onda dominante) foram determinados. A amostra B10, com menor teor de açúcar (10%), apresentou cor significativamente mais clara ($L^* = 57,66$), maior tonalidade ($h^* = 67,99$), maior brilho (12,69) e menor comprimento de onda dominante (579,21 nm), evidenciando menor escurecimento devido à menor ocorrência da reação de *Maillard*. As amostras C16 e D16, com 16% de açúcar, apresentaram colorações mais próximas ao padrão, com tonalidades mais intensas e variações perceptíveis, mas moderadas ($\Delta E = 7,32$ e $7,65$). Conclui-se que o teor de açúcar influencia diretamente na formação da cor característica do doce de leite e que ajustes tecnológicos são necessários para manutenção da identidade visual do produto em formulações com menor teor de sacarose.

Palavras-chave: CieLab; brilho; diferença global da cor.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os produtos de origem láctea mais produzidos no Brasil, está o doce de leite pastoso [1]. O doce de leite é resultante da cocção de uma mistura de leite e açúcar, com ou sem adição de aromatizantes, para concentração. Caracteriza-se por uma consistência cremosa ou pastosa, livre de grumos, flocos ou bolhas, e apresenta uma cor caramelo brilhante resultante da ocorrência de *Maillard*, além de possuir aroma próprio e sabor característico [2].

O doce de leite é amplamente empregado como ingrediente para a elaboração de alimentos, como confeitos, bolos, biscoitos, sorvetes e também consumido diretamente na alimentação, como sobremesa ou acompanhado de pão, torradas ou de queijo [3].

Entretanto, o teor de açúcar e algumas características, tais como textura, cor, aroma e sabor limitam seu consumo. Portanto o desenvolvimento de um produto com um teor de açúcar menor e que atenda as expectativas do consumidor tornam-se um desafio para a indústria [1].

De acordo com a Portaria 354 do MAPA [4], doce de leite é o produto com ou sem adição de substâncias alimentícias, obtido por concentração e ação do calor a pressão normal ou reduzida do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem lácteas e/ou creme adicionado de sacarose 20 (parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos) [2].

Apesar de ser considerado um alimento fácil de ser fabricado, e a forma artesanal ser responsável por uma considerável parte da produção no país, é necessário técnicas e qualidade da matéria prima para se obter um alimento sem defeitos. Quantidade de açúcar, tempo no fogo, concentração de aditivos como bicarbonato, são elementos determinantes nas características finais, como textura e cor que são critérios analisados sensorialmente e de extrema importância para aprovação do consumidor [3].

O tratamento térmico aplicado na fabricação do doce de leite sujeita esse à reações de escurecimento, as quais ocorrem não apenas durante o processamento, mas também ao longo do armazenamento, sendo um importante fator de determinação de sua qualidade [5].

Os alimentos cozidos desenvolvem o aroma, sabor e cor característicos e uma das principais reações nos alimentos contendo açúcares redutores e aminoácidos é a reação de *Maillard*. A reação de *Maillard* juntamente com a reação de caramelização constituem as duas principais reações de escurecimento não enzimático, responsáveis pelo desenvolvimento da cor escura em alimentos processados termicamente [1], como o doce de leite.

Para melhor uniformização e padronização de doces de leite, faz-se necessária portanto a padronização da cor, que deve ser castanho-caramelizada, resultante da reação de *Maillard*.

Neste contexto, o laticínio escola da UFVJM iniciou sua produção de doce de leite com pré-testes de doce de leite pastoso. Visando a padronização para desenvolvimento de um produto de alta qualidade, que será posteriormente comercializado pela universidade, objetivou-se analisar os atributos de cor destas quatro formulações iniciais.

2. METODOLOGIA

Amostras das quatro primeiras bateladas do doce fabricado em tacho encamisado foram recebidas embaladas em potes de 250 gramas. As amostras foram designadas como A16, B10, C16 e D16. As análises foram conduzidas em duplicata.

Tabela 1. Composição e forma de processamento das amostras A16, B10, C16 e D16.

Amostras	Composição
A16	Leite da Bovinocultura de Leite (UFVJM), 16% de açúcar, bicarbonato de sódio. Baixa temperatura de operação e maior tempo no tacho.
B10	Leite da Bovinocultura de Leite (UFVJM), 10% de açúcar, bicarbonato de sódio. Baixa temperatura de operação e maior tempo no tacho.
C16	Leite da Bovinocultura de Leite (UFVJM), 16% de açúcar, bicarbonato de sódio. Alta temperatura de operação e menor tempo no tacho.
D16	Leite da Bovinocultura de Leite (UFVJM), 16% de açúcar, bicarbonato de sódio. Alta temperatura de operação e menor tempo no tacho.

Fonte: Próprios autores.

A avaliação objetiva da cor foi realizada diretamente na superfície dos doces, utilizando-se um colorímetro espectrofotométrico CM-5 (Kônica Minolta), com porta de abertura de 30 mm. Para o cálculo dos índices de cor foi estabelecido o formato de reflectância, o iluminante D65, o ângulo de 10o para o observador, a reflectância especular incluída e o sistema de cor CIELab. Os parâmetros avaliados foram L, a*, b*, C* ($C^*=[a^{*2}+b^{*2}]^{0,5}$), h* ($h^*=\arctg(b/a)$). Como padrão, foi utilizada uma outra amostra A16, por ter a coloração mais semelhante aos doces de leite Havana, com os parâmetros de cor L= 38,93, a*= 13,67 e b*= 21,94. Pelo programa ExpectraMagic, da Konica, os valores de delta L ($\Delta L=L_{amostra}-L_{padrão}$), delta a* ($\Delta a^*=a^*_{amostra}-a^*_{padrão}$), delta b* ($\Delta b^*=b^*_{amostra}-b^*_{padrão}$), delta E ($\Delta E=[\Delta L+\Delta a^*+\Delta b^*]^{0,5}$) com relação ao padrão foram calculados. brilho e comprimento de onda dominante.

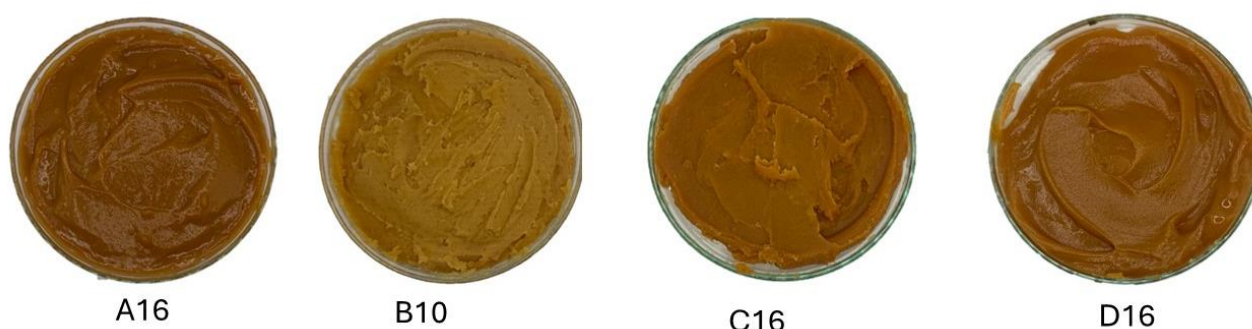
Os resultados obtidos para as análises de cor foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida de Teste de Tukey, a 5% de significância, através do Software Statistica 11.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento térmico associado à evaporação desencadeia diversas alterações químicas que influenciam diretamente nas características do produto final. Apesar de possuir poucos ingredientes na sua formulação, doce de leite pode apresentar características bem distintas

dependendo das condições de processamento e dos atributos controlados. Diante disso, fica evidente que o conhecimento de temas como capacidade tamponante do leite, a utilização de reguladores de acidez na tecnologia de fabricação do doce, reação de *Maillard* e os principais fatores que afetam a sua ocorrência, reologia e textura, são de extrema importância na fabricação de doce de leite. [6]. Neste trabalho, foi possível observar que a quantidade de açúcar interfere diretamente na cor do doce de leite (Figura 1). A amostra B10, única testada com 10% de açúcar, apresentou uma coloração mais clara que as demais, o que pode ser também evidenciado na análise objetiva da cor (Tabela 2).

Figura 1. Aparência das amostras.



Fonte: Próprios autores.

Tabela 2. Parâmetros de cor (L, a*, b*, C* e h) das amostras analisadas.

Amostras	L	a*	b*	C*	h*
A16	38,78 ^a	13,75 ^b	22,14 ^a	26,06 ^a	58,17 ^a
B10	57,66 ^d	10,78 ^a	26,68 ^b	28,78 ^b	67,99 ^d
C16	44,56 ^b	14,79 ^c	26,46 ^b	30,31 ^c	60,78 ^b
D16	45,63 ^c	13,29 ^b	25,59 ^b	28,84 ^b	62,55 ^c

* Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 5% de significância, pelo teste de Tukey.

Fonte: Dados dos autores, 2025.

A amostra B10 apresentou a maior luminosidade (L = 57,66), indicando ser a amostra mais clara entre as testadas; devido ao fato da amostra B10 ter um menor teor de açúcar, houve um desfavorecimento da reação de *Maillard* (escurecimento não enzimático) o que gerou essa coloração mais clara. Os índices de vermelho (a*) indicaram que a amostra C16 apresentou maior quantidade do componente vermelho (a* = 14,79). Os doces com maior teor de açúcar (A16, C16 e D16) tenderam a ser mais avermelhados, devido à maior reação de *Maillard*.

Todas as amostras apresentaram maior componente amarelo (b^*) quando comparadas com o teor de vermelho (a^*). As amostras B10, C16 e D16 apresentaram o mesmo teor de amarelo, diferenciando significativamente apenas da amostra A16 ($b^* = 22,14$).

A amostra C16 apresentou maior intensidade da cor, sendo a mais saturada ($C^* = 30,31$). E a amostra B10, apresentou a maior tonalidade ($h^* = 67,99$). No geral, o doce com 10% de açúcar (B10) é significativamente mais claro ($L^* = 57,66$), menos avermelhado ($a^* = 10,78$), e com maior tonalidade ($h^* = 67,99$), indicando uma cor mais clara e amarelada, o que pode ser comprovado visualmente (Figura 1). Os doces com 16% de açúcar são mais escuros, com tonalidades mais quentes (avermelhadas/alaranjadas), coerentes com maior grau de caramelização.

Ao avaliar a aparência visual dos doces (Figura 1), foi observado que a amostra A16 apresentava melhores características de aparência e textura, sendo assim, foi utilizada como padrão para avaliação dos parâmetros de variação de cor (Tabela 3). Os valores do padrão foram: $L = 38,93$; $a^* = 13,67$; $b^* = 21,94$; $C = 25,85$ e $h = 58,08$.

Tabela 3. Parâmetros das variações de cor (ΔL , Δa^* , Δb^* , ΔC^* e Δh^*) das amostras analisadas.

Amostras	ΔL	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	Δh^*
A16	-0,15 ^a	0,08 ^a	0,20 ^a	0,21 ^a	0,04 ^a
B10	18,73 ^d	-2,88 ^b	4,74 ^b	2,93 ^b	4,71 ^d
C16	5,63 ^b	1,13 ^c	4,52 ^b	4,46 ^c	1,32 ^b
D16	6,70 ^c	-0,37 ^a	3,65 ^b	2,99 ^b	2,13 ^c

* Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 5% de significância, pelo teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A amostra A16 foi utilizada como padrão, sendo assim, apresentou variações mínimas com relação ao padrão, conforme esperado (Tabela 4).

A amostra B10 novamente se destacou por ter as maiores diferenças de cor em todos os parâmetros comparado ao padrão A16. É mais claro ($\Delta L = 18,73$), menos avermelhado ($\Delta a^* = -2,88$), mais amarelado ($\Delta 4,74$) e com maior brilho (12,69). Isso é consistente com seu menor teor de açúcar (10%), resultando em menos escurecimento e menor desenvolvimento de cor típica do doce de leite. A amostra C16 apresentou cor mais intensa ($C^* = 4,46$), sendo possivelmente um doce de leite com maior caramelização, mesmo mantendo os 16% de açúcar. A amostra D16 apresentou pouca diferença no parâmetro vermelho, sendo semelhante ao padrão ($a^* = -0,37$). A variação global (ΔE), indicou novamente que a amostra B10 diferiu das

demais ($\Delta E = 19,55$), sendo uma diferença claramente perceptível aos olhos do consumidor (Tabela 4). As amostras C16 ($= 7,32$) e D16 ($= 7,65$) indicaram que há uma diferença perceptível à primeira vista entre as amostras e o controle. Os comprimentos de onda, apesar de diferentes significativamente, estiveram todos na região do amarelo ao amarelo âmbar.

Tabela 4. Parâmetros das variações de cor (ΔE , brilho e comprimento de onda dominante) das amostras analisadas.

Amostras	ΔE	brilho	Comprimento de onda dominante
A16	0,27 ^a	4,71 ^a	583,80 ^d
B10	19,55 ^c	12,69 ^c	579,21 ^a
C16	7,32 ^b	5,93 ^b	582,86 ^c
D16	7,65 ^b	6,60 ^b	581,87 ^b

4. CONCLUSÃO

Amostras de doce de leite com diferentes teores de açúcar e possíveis variações no processo de fabricação apresentaram diferenças significativas nos parâmetros de cor e textura, refletindo diretamente na identidade sensorial e na percepção de qualidade do produto.

A amostra B10, formulada com 10% de açúcar, apresentou as maiores diferenças em relação ao padrão A16: Cor significativamente mais clara (ΔL elevado), maior brilho e tonalidade mais amarelada (menor comprimento de onda dominante). Textura mais dura, pegajosa, gomosa e mastigável, com baixa coesão. Essas características indicam que a redução do teor de açúcar impacta não apenas na coloração (por menor caramelização/*Maillard*), mas também na estrutura física, resultando em um produto com comportamento sensorial muito distinto do doce de leite tradicional. As amostras C16 e D16, ambas com 16% de açúcar, mantiveram-se mais próximas do padrão A16 em termos de cor, com diferenças perceptíveis, mas moderadas (ΔE entre 7 e 8). Observou-se portanto, que o teor de açúcar teve forte influência sobre a cor e textura dos doces de leite testados, e que para manter a coloração caramelo-amarronzado e baixo teor de açúcar, seriam necessário ajustes tecnológicos nas variáveis de produção.

Agradecimentos

Agradecemos ao ICT/UFVJM e à FCA da UFVJM pela estrutura e apoio.

REFERÊNCIAS

- [1] A.C. Sylvestre, M. V. F. de Sousa, M. V. S. Paixão, J. M. de Sousa, J. A. Rezende, M. Nascimento, R. M. Stefanon, A.L.F.S. Abreu. Produção, caracterização e análise sensorial de doce de leite pastoso/ Production, characterization and sensory analysis of pastymilk sweet. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 6, (2021) 55785–55796.
- [2] G.S.Madrona, M.F. Zotarelli, R. Bergamasco. Estudo do efeito da adição de soro de queijo na qualidade microbiológica do doce de leite pastoso. *Revista brasileira de tecnologia agroindustrial*. Ponta Grossa, 2008.
- [3] L. O. Ferreira, P. Pereira, J. Maria, S. Pinto. Avaliação das características de qualidade de doces de leite comerciais. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes* (2013). 67(387), 5-11.
- [4] Brasil - Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 354, de 04 de setembro de 1997. Regulamento técnico de identidade e qualidade de doce de leite (1997). DOU, 08/09/1997, Seção 1, p. 19685.
- [5] Chen SL, Yang DJ, Chen HY & Liu SC (2009) Effect of hot acidic fructose solution on caramelisation intermediates including colour, hydroxymethylfurfural and antioxidative activity changes. *Food Chemistry*, 144:582-588.
- [6] L.C.M. Carneiro, C.B.A. Pinto, E.R.Gomes, I.L.Paula, A.F.W.Pombo, R.Stephani, A.F.Carvalho, I.Perroni. The Chemistry and Technology of Dulce De Leche: A Review . *Research, Society and Development*, vol. 10, no. 11 (2021), p. e155101119408.