

APLICAÇÃO DE PROTEÍNAS DO SORO DO LEITE MICROPARTICULADAS NA PRODUÇÃO DE DOCE DE LEITE

APPLICATION OF MICROPARTICULATED WHEY PROTEINS IN THE PRODUCTION OF DOCE DE LEITE

Julia M. P. M. Vitral¹, Igor L. de Paula¹, Paola F. Lazzarini¹, Ítalo T. Perrone², Luiz Fernando C. de Oliveira¹, Rodrigo Stephani¹

¹ Departamento de Química, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, MG, Brasil.

² Departamento de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, MG, Brasil.

Resumo: A demanda por alimentos com baixo teor de gordura vem crescendo com o passar os anos, levando a indústria de alimentos procurar alternativas para atender a esta necessidade. As proteínas do soro do leite microparticuladas (MWP) são utilizadas nestes alimentos como substitutas da gordura, visto que os agregados proteicos apresentam tamanhos próximos ao dos glóbulos de gordura do leite, gerando características sensoriais e de textura semelhantes ao dos produtos convencionais. Assim, o objetivo deste trabalho é desenvolver doce de leite controle e com substituição parcial do leite por proteína do soro do leite concentrada (WPC) antes e após o processo de microparticulação em duas diferentes concentrações (2,1% e 4,2%). Os produtos foram avaliados em relação à composição centesimal, indicadores da reação de Maillard, cor e textura, sendo que através destes foi possível observar que as proteínas do soro do leite microparticuladas podem ser utilizadas para modular as características do doce de leite.

Palavras-chave: Doce de leite; Proteínas do soro; Microparticulação.

Introdução

O doce de leite é um produto oriundo da América do sul, onde Brasil, Argentina e Uruguai apresentam o maior mercado consumidor e maior produção deste alimento (LIMA *et al.*, 2020). O doce de leite é considerado o produto com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, obtido por concentração e ação do calor à pressão normal ou reduzida do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem láctea e/ou creme e adição de sacarose (parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos) (BRASIL, 1997).

O avanço no desenvolvimento de alimentos com melhor capacidade nutricional faz a indústria buscar alternativas para substituir certos constituintes por outros com melhor apresso. Atualmente há uma demanda crescente por produtos com baixo teor de gordura na indústria de lácteos e com o objetivo de melhorar as propriedades sensoriais e o valor nutricional destes produtos a proteína de soro de leite microparticulada (MWP) tem sido utilizada na produção de sorvetes (OZACAN *et al.*, 2006), iogurte (TORRES *et al.*, 2011) e queijos (ISMAIL *et al.*, 2011), uma vez que os agregados proteicos apresentam tamanhos próximos ao dos glóbulos de gordura, gerando assim características sensoriais e de textura semelhante ao dos produtos convencionais. A proteína microparticulada também pode ser uma alternativa para substituir os espessantes, pois pode modificar a viscosidade dos produtos e também aumentar o valor nutricional, reduzindo o teor de gordura, melhorando o sabor e aumentando a capacidade emulsificante dos alimentos formulados (DISSANAYAKE *et al.*, 2012; SUN *et al.*, 2015; TORO-SIERRA *et al.*, 2013).

Assim, este trabalho tem como objetivo substituir parcialmente o leite por proteína do soro do leite concentrada (WPC) e proteína do soro microparticulada (MWP) no processo de fabricação de doce de

leite em duas diferentes concentrações de substituição (2,1% e 4,2%) e avaliar as modificações físico-químicas, de cor e de textura do produto obtido em comparação a um produto convencional.

Material e Métodos

O processo de microparticulação partiu de uma mistura de WPC 60 a 80% de proteína, permeado do soro do leite e/ou permeado de leite, água deionizada e sais de cálcio e/ou de sódio, a qual possuía entre 10 e 25% de sólidos e entre 5 e 12,5% de proteína. Inicialmente a solução foi homogeneizada sem pressão, e em seguida ajustou-se o pH para faixa entre 3,5 e 6,0 com ácido láctico. Posteriormente a mistura foi aquecida entre 65 e 100°C e uma taxa de cisalhamento entre 1000 e 8000 rpm foi aplicada de 5 a 20 minutos. Após esse tempo, o aquecimento foi cessado e então aplicou-se uma outra taxa de cisalhamento entre 1000 e 8000 rpm por até 15 minutos. Por fim, o pH da mistura foi ajustado, com hidróxido de sódio, para o pH do leite que posteriormente seria utilizado para a produção do doce.

Foram produzidas seis amostras de doce de leite utilizando o simulador de processos Thermomix®. Esta fabricação foi baseada na substituição parcial do leite em 2,1% e 4,2% da massa total da mistura. Os substituintes foram o leite em pó desnatado (SMP), proteína do soro de leite concentrada (WPC) e proteína do soro de leite microparticulada (MWP), sendo estes preparados em 10% (m/m) de proteína. No simulador de processos foram adicionados leite, bicarbonato de sódio, açúcar e o determinado substituinte. Após a mistura, iniciou-se o processo de evaporação, sendo o ponto final determinado através de cálculos de balanço de massa. Nestes produtos foram realizadas análises de composição centesimal (umidade, sólidos solúveis, gordura, proteína, carboidrato, cinzas, pH e acidez), colorimetria, índice de escurecimento, quantificação dos indicadores da reação de Maillard e textura.

Resultados e Discussão

3.1. Composição centesimal:

Existem legislações que estabelecem limites para concentração de umidade (máximo de 30%(m/m)), gordura (de 6% a 9% (m/m)), cinzas (máximo de 2%(m/m)) e proteína (mínimo de 5% (m/m)) (BRASIL, 1997). Os seis produtos apresentaram valores dentro dos limites estabelecidos para umidade, cinzas e proteínas, porém, os resultados obtidos para gordura estão abaixo da faixa estipulada, como pode ser observado na Tabela 1.

Os parâmetros umidade, gordura e acidez não apresentam diferenças estatísticas entre as seis amostras de doce de leite produzidas. Quando analisados os valores de concentração proteica, observa-se que há diferença estatística entre os produtos, sendo as formulações com substituição de 4,2% com concentração proteica superior aos produtos com 2,1%, como esperado, uma vez que os substitutos apresentaram maior teor de proteína. Em relação ao teor de carboidratos, apenas os produtos 2,1% WPC e 4,2% SMP apresentaram diferenças estatísticas. O pH apresentou diferenças estatísticas apenas nas amostras de doce de leite com 2,1% MWP em comparação com as amostras de 4,2% de WPC e 4,2% de MWP. Entre os produtos com substituição de 2,1%, o produto SMP apresentou menor teor de cinzas, o que é consistente, visto que as soluções WPC e MWP foram preparadas com permeado de soro de leite que apresentou maior teor de cinzas que o leite em pó desnatado. O mesmo perfil foi encontrado para os produtos com substituição de 4,2%.

Tabela 1: Composição centesimal dos doces de leite produzidos.

Parâmetros	2,1%			4,2%		
	SMP	WPC	MWP	SMP	WPC	MWP
Umidade (g/100g)	27,96 ± 1,14 ^a	27,30 ± 1,06 ^a	28,08 ± 0,78 ^a	29,25 ± 0,83 ^a	28,11 ± 1,41 ^a	28,26 ± 1,14 ^a
Proteína (g/100g)	7,18 ± 0,02 ^d	7,22 ± 0,02 ^{cd}	7,18 ± 0,01 ^d	7,31 ± 0,01 ^c	7,61 ± 0,02 ^b	7,74 ± 0,02 ^a
Carboidratos (g/100g)	56,96 ± 1,15 ^{ab}	57,83 ± 1,03 ^a	57,17 ± 1,27 ^{ab}	55,41 ± 0,89 ^b	56,68 ± 1,56 ^{ab}	56,24 ± 0,92 ^{ab}
Gordura (g/100g)	6,13 ± 0,41 ^a	5,81 ± 0,35 ^a	5,69 ± 0,56 ^a	6,19 ± 0,35 ^a	5,69 ± 0,43 ^a	5,81 ± 0,61 ^a
Cinzas (g/100g)	1,79 ± 0,05 ^c	1,85 ± 0,03 ^{bc}	1,87 ± 0,06 ^b	1,85 ± 0,02 ^b	1,91 ± 0,02 ^{ab}	1,96 ± 0,08 ^a
pH	6,58 ± 0,05 ^{ab}	6,58 ± 0,08 ^{ab}	6,61 ± 0,05 ^a	6,57 ± 0,01 ^{ab}	6,51 ± 0,08 ^b	6,51 ± 0,05 ^b
Acidez (g/100g ácido láctico)	0,181 ± 0,016 ^a	0,187 ± 0,016 ^a	0,184 ± 0,025 ^a	0,198 ± 0,004 ^a	0,188 ± 0,006 ^a	0,195 ± 0,012 ^a
HMF (µmol/kg)	38,85 ± 18,88 ^a	42,28 ± 2,85 ^a	41,27 ± 10,73 ^a	37,63 ± 9,44 ^a	54,63 ± 10,78 ^a	40,92 ± 13,77 ^a

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Abreviação: SMP - leite em pó desnatado; WPC - concentrado proteico de soro de leite; MWP – proteína do soro microparticulada.

3.3. Quantificação dos indicadores da reação de Maillard:

Foram analisados quatro indicadores da reação de Maillard, sendo estes o 5-hidroxiacetilfurfural (HMF), 2-furaldeído, 5-metil-2-furfural e 2-furilmetilcetona. Destes, apenas o HMF foi encontrado nas amostras de doce de leite, sendo a sua concentração encontrada na Tabela 1, onde observa-se que os resultados obtidos para os seis doces de leite não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

3.4. Colorimetria e índice de escurecimento:

Os dados do índice de escurecimento e cor estão representados na Figura 1. Nela pode-se observar que o índice de escurecimento dos produtos com substituição de 2,1% do leite apresentou o mesmo perfil do produto com substituição de 4,2%. Os produtos adicionados com WPC ou MWP possuem maior luminosidade que os produtos adicionados com SMP. Comparando os resultados obtidos para o parâmetro saturação, o produto que utiliza SMP apresenta maior saturação que os outros dois produtos (WPC e MWP) em ambas as concentrações de substituição. Em ambas as análises, o percentual de substituição não gerou diferenças estatísticas entre produtos com o mesmo substituto.

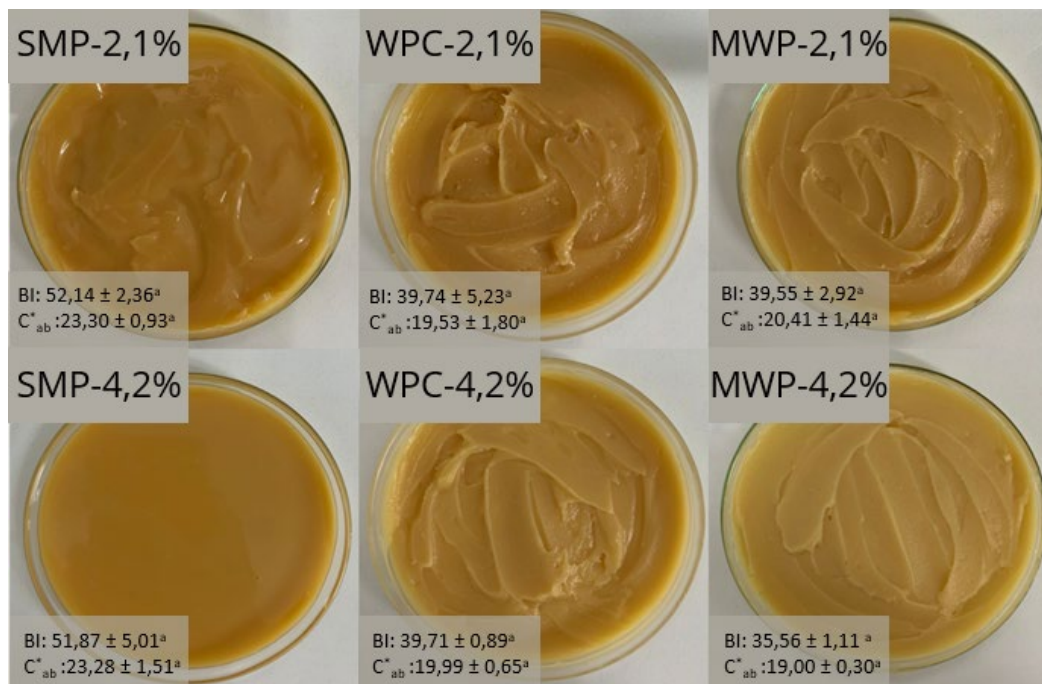


Figura 1: Imagens do doce de leite produzido apresentando resultados do índice de escurecimento (BI) e saturação (C*_{ab}).

3.5. Textura:

Para análise de textura foram quantificados dois parâmetros: dureza e gomosidade, onde a dureza refere-se à resistência do material em sofrer deformação plástica e a gomosidade é a energia necessária para desintegrar ou mastigar um alimento, sendo estes resultados observados na Figura 2. Quando se analisa os resultados referentes à dureza, tem-se que para o produto adicionado de 4,2% MWP foi superior ao de todos os demais produtos. Além disso, os dois doces de leite SMP apresentaram os menores valores de dureza. Por fim, analisando a gomosidade, observa-se que os produtos com MWP apresentaram maior gomosidade entre seu grupo de substituição, enquanto os produtos elaborados com SMP apresentaram novamente resultados inferiores.

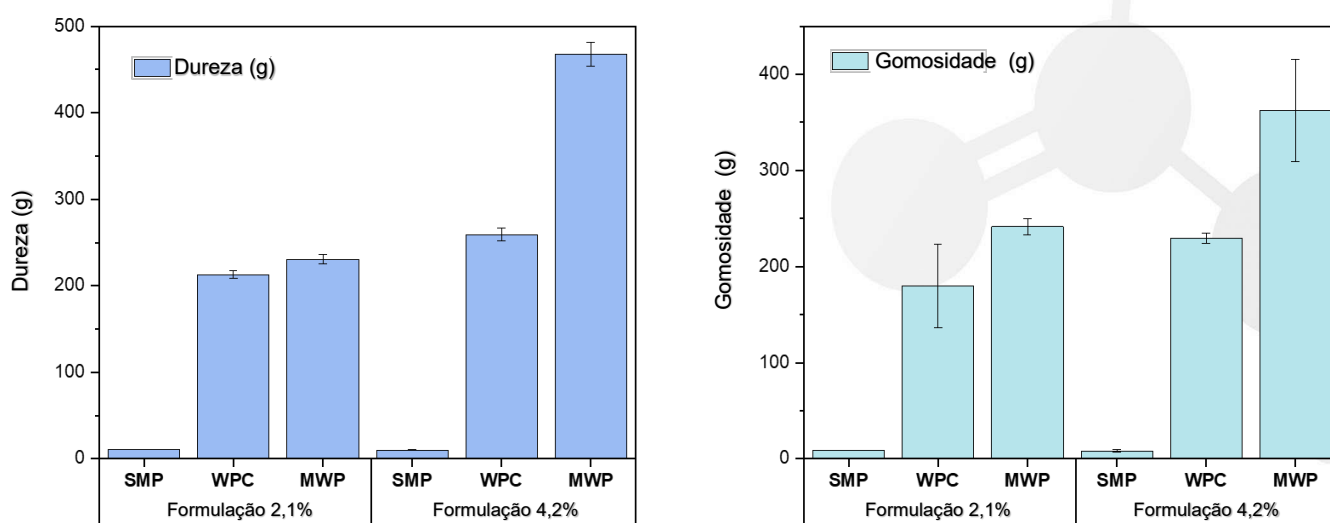


Figura 2: Parâmetros de textura (dureza e gomosidade) dos doces de leite. SMP - leite em pó desnatado; WPC - concentrado proteico de soro de leite; MWP – proteína do soro microparticulada.

Conclusão

O doce de leite foi produzido a partir da substituição parcial do leite por leite em pó desnatado (SMP), proteína do soro concentrada (WPC) ou proteína do soro microparticulada (MWP) em duas diferentes concentrações (2,1% e 4,2). A composição centesimal dos produtos estava condizente com a legislação, exceto pelo parâmetro de gordura. Além disso foi determinada a concentração de HMF livre nas amostras, sendo que neste parâmetro não foi encontrada diferenças estatísticas entre os produtos. Por fim, quando comparamos os produtos em relação à cor, dureza e gomosidade, observa-se que o doce de leite controle é mais escuro e possui menor dureza e gomosidade quando comparado com os outros produtos, o que nos diz que as proteínas do soro do leite microparticuladas podem ser utilizadas para modular as características do doce de leite.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 354 de 4 de setembro de 1997. Regulamento técnico de identidade e qualidade de doce de leite. **Diário Oficial[da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 172, p. 37-38, 8 set. 1997. Seção I.
- DISSANAYAKE, M.; LIYANAARACHCHI, S.; VASILJEVIC, T. Functional properties of whey proteins microparticulated at low pH. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 4, p. 1667–1679, 2012.
- ISMAIL M.; AMMAR E.; EL-METWALLY R. Improvement of low fat mozzarella cheese properties using denatured whey protein. **International Journal of Dairy Technology**, 64: 207-217, 2011.
- LIMA, P. C.; DE MARCO, I.; STEIN, V.; PAGOTTO, C. K.; RIGO, E.; CAVALHEIRO, D.; SCHOGOR, A. L. B. Obtaining and characterizing “dulce de leche” prepared with sheep’s and cow’s milk in different proportions. **Food Science and Technology** (Brazil), v. 40, n. 4, p. 832–837, 2020.
- OZCAN T.; YILMAZ-ERSAN L.; BAYIZIT A. A. The effect of using a whey protein fat replacer on textural and sensory characteristics of low-fat vanilla ice cream. **European Food Research Technology**, 222: 171-175, 2006.
- SUN, C.; LIU, R.; WU, T.; LIANG, B.; SHI, C.; ZHANG, M. Effect of superfine grinding on the structural and physicochemical properties of whey protein and applications for microparticulated proteins. **Food Science and Biotechnology**, v. 24, n. 5, p. 1637–1643, 2015.
- TORRES I. C.; JANHOJ T.; MIKKELSEN B. Q.; IPSEN R. H. Effect of microparticulated whey protein with varying content of denatured protein on the rheological and sensory characteristics of low-fat yogurt. **International Dairy Journal**, 21: 645- 655, 2011.
- TORO-SIERRA, J.; SCHUMANN, J.; KULOZIK, U. Impact of spray-drying conditions on the particle size of microparticulated whey protein fractions. **Dairy Science and Technology**, v. 93, n. 4–5, p. 487–503, 2013.

Autor(a) a ser contatado: Julia Maria Pires de Matos Vitral, Departamento de Química, Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Universitário, Rua José Lourenço Kelmer, s/n - São Pedro, Juiz de Fora - MG, 36036-900, julia.matos@estudante.ufjf.br.