

ESTUDO DO USO DE PROTEÍNAS DO SORO DE LEITE MICROPARTICULADAS NA FABRICAÇÃO DE REQUEIJÃO CREMOSO

Study of the use of microparticulate whey proteins in the production of *requeijão cremoso*

Maria Eduarda Martins Vieira¹; Kamilla Sousa Silva¹; Alan F. Wolfschoon-Pombo¹; Ítalo Tuler Perrone²,
Rodrigo Stephani¹

¹Departamento de química, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil

²Departamento de ciências farmacêuticas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil

Resumo

O estudo investigou o efeito da substituição da massa enzimática por proteína do soro do leite microparticulada (MWP) em formulações de requeijão, variando de 0% a 100%. As análises colorimétricas indicaram que formulações com maior conteúdo de MWP se tornaram mais avermelhadas e amareladas, além de uma diminuição na luminosidade, refletindo um aumento no *Browning Index* (BI). Na análise de textura, notou-se que a adição de MWP aumenta a dureza e gomosidade do produto. Análises reológicas demonstraram que a viscosidade diminuiu com o aumento da substituição até 75%, mas apresenta aumento na formulação com 100% MWP. Essas mudanças nas propriedades visuais e texturais são cruciais para a aceitação do requeijão pelos consumidores, destacando a influência significativa da MWP nas características finais do produto.

Palavras-chave: Requeijão, Proteína, Microparticulação.

Introdução

Um dos derivados populares do leite é o requeijão, um produto lácteo cremoso e suave que ganha grande apreço por sua versatilidade na gastronomia. Produzido através da coagulação enzimática ou ácida do leite (levando à separação das caseínas e subsequente eliminação do soro) o requeijão apresenta-se com um sabor ligeiramente ácido, massa homogênea com uma cremosidade típica, tornando-se um produto para a preparação de uma variedade de receitas, de sobremesas a pratos salgados (Rapacci, 1997). A definição de requeijão pela legislação é de um “produto obtido pela fusão da massa coalhada, cozida ou não dessorada e lavada, obtida por coagulação ácida e/ou enzimática do leite com ou sem adição de creme de leite e/ou manteiga e/ou gordura anidra de leite e/ou *butter oil*. O produto poderá estar adicionado de condimentos, especiarias e/ou outras substâncias alimentícias” e para ser considerado como tal, ele deve ainda “apresentar um mínimo de 55% de gordura em seu extrato seco e um máximo de 65% de umidade” (Brasil, 1997).

O soro do leite é um valioso coproduto da fabricação de queijo, reconhecido por sua riqueza nutricional. Uma técnica que vem sendo aplicada para sua utilização é a microparticulação, que consiste na agregação e posterior quebra das proteínas contidas no soro por meio de tratamento térmico, cisalhamento e mudanças de pH. Sua aplicação em produtos promove melhorias nas propriedades relacionadas à estabilidade e à capacidade de texturização quando comparada às proteínas nativas do alimento (Homer et al., 2021).

No presente trabalho foi realizado um estudo sobre a substituição de 0% (T1), 25% (T2), 50% (T3), 75% (T4) e 100% (T5) da massa enzimática por proteína do soro do leite microparticulada visando manter os padrões de umidade, gordura e pH, além dos requisitos legais.

Material e Métodos

O WPC80 (*Concentrate Whey Protein* 80 g.100g⁻¹) e o permeado foram reconstituídos em água sob agitação e em seguida foi realizada a adição de cloreto de cálcio 40 g.100 mL⁻¹. Foi feito o armazenamento da mistura por 24 horas e após o tempo proposto, o produto foi homogeneizado sem utilização de pressão, e seu pH ajustado. Posteriormente, fez-se a primeira etapa de cisalhamento sob aquecimento, logo em seguida a segunda etapa de cisalhamento foi aplicada, mas sem a aplicação de aquecimento. Por fim, o pH foi ajustado de acordo com a matriz em que o microparticulado foi utilizado.

A muçarela selecionada foi previamente triturada com o auxílio do simulador de processos (Thermomix) com rotação de 6000 RPM e pesada para inclusão nas formulações correspondentes (T1, T2, T3 e T4). As proporções foram estabelecidas de acordo com os requisitos legais, visando obter-se 23 g.100 g⁻¹ de gordura e 60 g.100 g⁻¹ de umidade. Subsequentemente, incorporou-se o citrato de sódio para aumentar a área superficial e a capacidade de retenção de água da proteína, provocando uma mudança na textura do produto final. Além da adição do cloreto de sódio ajustou-se a temperatura para 60 °C e a rotação para 6000 RPM durante um período de 3 minutos. Posteriormente, os componentes remanescentes foram integrados à formulação, o peso do simulador de processos foi verificado e a temperatura elevada para 90 °C, mantendo-se por 15 minutos. Para as formulações T2, T3 e T4, que incluem proteína microparticulada, essa foi adicionada juntamente com a manteiga e a água. No caso da formulação T5 não houve adição de água. Nos cinco últimos minutos de produção, repôs-se a água perdida por evaporação durante o processo e no minuto final, o pH foi aferido, sendo ajustado com ácido cítrico 80 g.100 mL⁻¹ ou hidróxido de sódio a 50 g.100 mL⁻¹, conforme necessário, até alcançar uma faixa de pH entre 5,4 e 5,7.

Após a conclusão das atividades do simulador de processos, o requeijão foi transferido, ainda quente, para recipientes plásticos de 145 mL, que foram previamente esterilizados, e então armazenados sob refrigeração a 5 °C ± 2 °C. As cinco formulações descritas acima, T1 a T5, foram produzidas em triplicata.

Foram feitas análises de pH, umidade, gordura para constatação da padronização dos produtos. A análise de cor foi realizada em triplicata mediante um Colorímetro chroma meter CR 400 (marca: Konica Minolta), e os parâmetros foram registrados nas coordenadas a* (positivo: vermelho, negativo: verde), b* (positivo: amarelo, negativo: azul) e L* (luminosidade), além do cálculo feito para análise do índice de escurecimento, *Browning Index*, (BI).

O equipamento para análise de textura Brookfield (modelo: CT3 Texture Analyzer) foi usado para medição dos parâmetros de dureza e gomosidade. O método de TPA (*texture profile analysis*) foi aplicado com a sonda TA11/100, com uma profundidade de amostra de 6,0 mm, força de execução de 6,8g e velocidade de análise de 0,5 mm/s.

A análise reológica foi realizada utilizando o reômetro Thermo Scientific (modelo: Haake Viscotester iQ). Utilizou-se a geometria de placas paralelas com uma temperatura de análise de 22 °C. A aquisição de dados foi conduzida com um aumento de 0,1 s⁻¹ para 100,0 s⁻¹ ao longo de um período de 200 s e uma diminuição de 100,00 s⁻¹ para 0,1 s⁻¹ ao longo de um período de 200 s.

Resultados e Discussão

As análises de pH, umidade e gordura demonstraram não haver diferença estatística entre as cinco formulações produzidas, bem como a gordura no extrato seco (GES), garantindo um padrão para os produtos finais como disposto na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterizações das diferentes formulações de requeijão.

Formulação/ Parâmetros	pH	Umidade (g.100g ⁻¹)	Gordura (g.100g ⁻¹)	GES (g.100g ⁻¹)
T1	5,54 ^a ± 0,04	59,01 ^a ± 0,28	22,75 ^a ± 0,41	55,51 ^a ± 1,17

T2	5,56 ^a ± 0,03	59,11 ^a ± 0,98	22,92 ^a ± 0,66	56,08 ^a ± 2,15
T3	5,54 ^a ± 0,03	59,37 ^a ± 0,69	22,92 ^a ± 0,66	56,41 ^a ± 1,69
T4	5,53 ^a ± 0,04	58,65 ^a ± 1,11	22,67 ^a ± 1,03	54,67 ^a ± 3,05
T5	5,51 ^a ± 0,03	59,80 ^a ± 1,06	22,80 ^a ± 0,83	57,21 ^a ± 1,78

* Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si (P>0,05).

Em relação à análise colorimétrica, os parâmetros a* e b* demonstraram que quanto maior o teor de substituição feita de muçarela por microparticulado mais avermelhado e amarelado o requeijão se torna. Já para luminosidade, há uma diminuição nos valores obtidos, enquanto que para o BI ocorre um aumento, tornando as formulações mais escuras a medida que há uma maior substituição conforme observa-se na Figura 1.

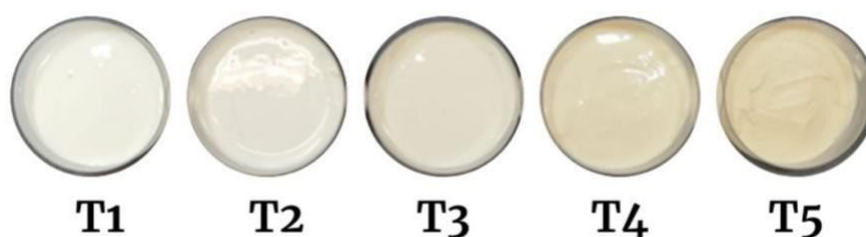


Figura 1. Fotografia das diferentes formulações de requeijão.

Foram também analisados os parâmetros de dureza, coesão, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade. À medida que ocorre a adição de proteína microparticulada ocorre um aumento da dureza, da gomosidade e da mastigabilidade dos produtos. Para os parâmetros de coesão e elasticidade os valores tendem a diminuir com o aumento da adição de MWP (Figura 2). Por fim, foi realizada a análise de reologia, o produto sem adição de MWP apresentou a maior viscosidade aparente, nos tratamentos T2 até T4 à medida que a porcentagem de MWP é adicionada o corre uma redução da viscosidade, entretanto para o produto T5 a viscosidade volta a aumentar (Figura 3 e Tabela 2).

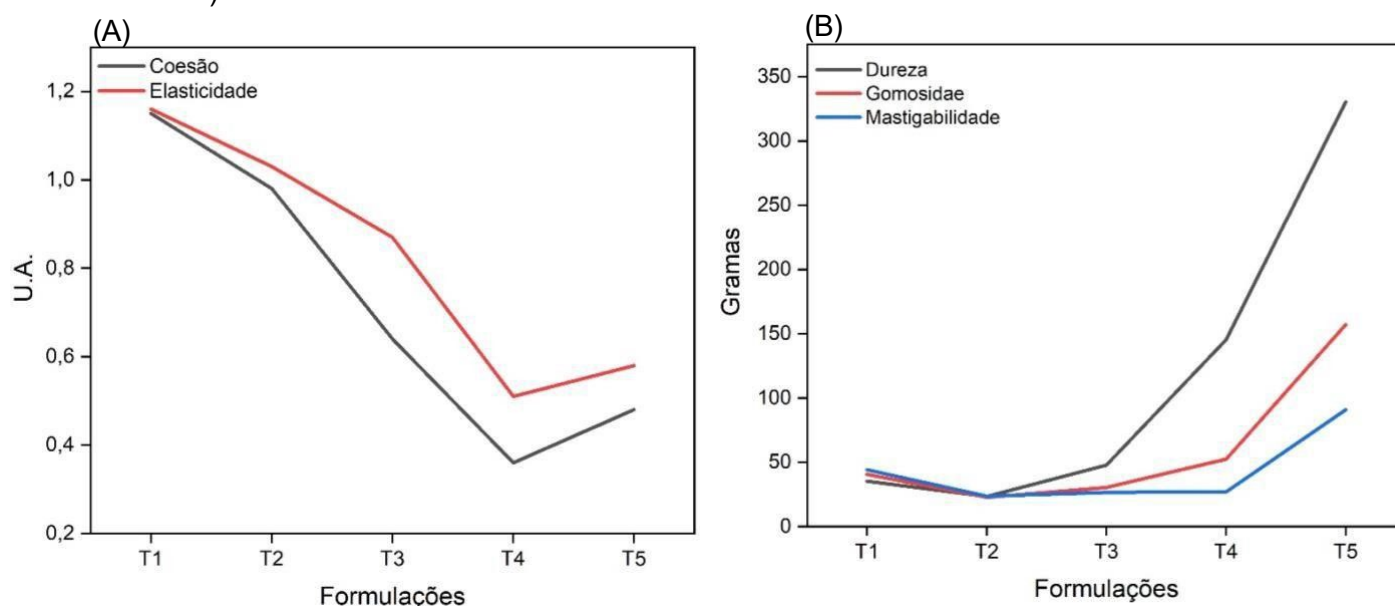


Figura 2: Parâmetros de coesão e elasticidade dos requeijões (A) e parâmetros de dureza, gomosidade e mastigabilidade dos requeijões (B).

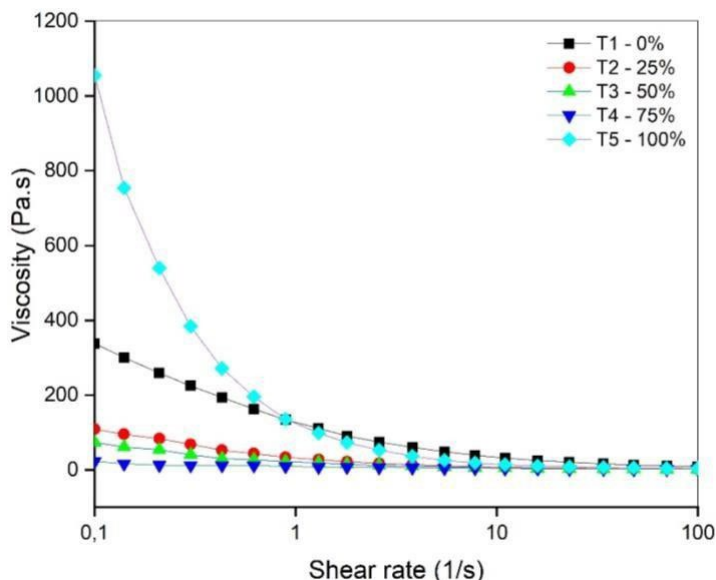


Figura 3: Viscosidade aparente das formulações (Pa.s) baseada na taxa de cisalhamento de $0,1 \text{ s}^{-1}$ a 100 s^{-1} .

Tabela 2. Viscosidade medida e calculada (Pa.s) a uma mesma taxa de cisalhamento (100 s^{-1}).

Formulação/ Parâmetros	η_{ap100} valor calculado (Pa.s)	η_{ap100} valor medido (Pa.s)
T1	$8,61^a \pm 0,58$	$8,50^a \pm 0,57$
T2	$2,61^c \pm 0,06$	$2,04^c \pm 0,06$
T3	$1,56^c \pm 0,08$	$1,59^c \pm 0,08$
T4	$1,42^c \pm 0,04$	$1,42^c \pm 0,05$
T5	$3,90^b \pm 0,22$	$3,93^b \pm 0,23$

Conclusão

Com os resultados obtidos foi possível averiguar a padronização, em termos legislativos, de todas as formulações de requeijão produzidas. As análises demonstraram diferenças na coloração, sendo que quanto maior o nível de substituição de muçarela por MWP mais escura era a amostra. Em relação a textura há um aumento na dureza, gomosidade e mastigabilidade, sugerindo um maior esforço atribuído a mastigação das formulações com maior substituição feita. A análise reológica mostrou a diminuição da viscosidade aparente conforme há maior substituição de muçarela por MWP, contudo a formulação T5 possui características diferentes das demais, fazendo com que a substituição total aumente a viscosidade aparente do produto.



Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério do Estado da Agricultura e do Abastecimento. Aprova **Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Requeijão ou Requesón**. Portaria nº 359, de 04 de dezembro de 1997.

Homer, S., Lundin, L., & Dunstan, D. E.. Heat-induced whey protein microparticulation under continuous shear in acidic conditions. **Food Hydrocolloids**, 2021, 121, 107044.

Rapacci, M. (1997). **Estudo comparativo das características físicas e químicas, reológicas e sensoriais do requeijão cremoso obtido por fermentação láctica e acidificação direta**. 1997. Tese (Doutorado) – Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Autor(a) a ser contatado: Maria Eduarda Martins Viera; mestranda em química; Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Universitário, Avenida Presidente Costa e Silva, 2316, São Pedro, Juiz de Fora, MG, 36036-900; eduarda@ice.ufjf.br