



RELAÇÃO ENTRE O TAMANHO DE PARTÍCULAS E A ESTABILIDADE DE SORO DE QUEIJO DE OVELHA E DE CABRA SUBMETIDOS A DIFERENTES TÉCNICAS DE ESTABILIZAÇÃO

Palavras-Chave: PRODUÇÃO ARTESANAL, SUBPRODUTO, ESTABILIDADE FÍSICA

Autores(as):

Cesar Melo Martins Filho, FEA – UNICAMP

Profa. Dra. Alline Artigiani Lima Tribst (orientadora), NEPA – UNICAMP

1. Introdução

A produção de queijos artesanais vem crescendo na última década, movido principalmente por uma tendência de consumo de produtos de cadeia curta e produzido por empresas de pequeno e médio porte (de Medeiros et al., 2017). Também houve aumento na procura de leite e derivados não bovinos, por estes serem menos alergênicos e apresentarem outras características benéficas à saúde (Zacarchenco et al., 2017). Na produção de queijos, a porção líquida extraída após o processo de coagulação é chamada de soro e pode ser utilizada para produção de queijos de soro e bebidas lácteas, além de outras possíveis aplicações. O aproveitamento do soro proveniente do queijo de ovelha (SQO) e cabra (SQC) geralmente fica restrito ao parcial uso para produção de queijo de soro, sendo o restante destinado à alimentação animal ou descartado (Kaur et al., 2020; Galdino et al., 2020), o que reduz a renda dos produtores e causa problemas ambientais, ainda que em pequena escala. O desenvolvimento de aplicações para o soro gerado na produção de queijo é atrativo tanto em termos ambientais, por reduzir o descarte inadequado deste co-produtos em rios, como econômicos, uma vez que permite a agregação de valor comercial a este produto (Tribst et al., 2020). Contudo, estabilizar o soro microbiologicamente é um desafio, pois o uso de altas temperaturas é limitado pela desnaturação das proteínas do soro (Dumitraşcu et al., 2013) e processos a temperaturas inferiores à 80 °C não são suficientes para permitir uma vida de prateleira de 28 dias (Tribst e Leite Júnior, 2022, Santos et al., 2023). Assim, a estabilização microbiológica do soro requer a associação de outras barreiras de fácil operação por produtores artesanais, como fermentação ou acidificação direta (Tribst e Leite Júnior, 2022; Santos et al., 2023b), que, por sua vez, também podem prejudicar a estabilidade física do produto devido à proximidade do ponto isoelétrico das proteínas (Santos et al., 2023). Considerando que a estabilidade de um produto está diretamente relacionada ao tamanho das partículas presentes, este estudo teve por objetivo correlacionar o tamanho de partículas e a estabilidade física de soro de queijo de ovelha e cabra submetidos a diferentes tratamentos térmicos e processos de redução de pH.

2. Metodologia

2.1. Obtenção dos Soros e Desnate

Amostras de soro doce de queijo maturado produzido com leite de ovelha foram obtidas da queijaria artesanal Rima (Porto Feliz, Brasil) e o soro de queijo de cabra foi obtido da produção de queijo Feta da

queijaria Capril do Bosque (Joanópolis / SP). Essas amostras foram aquecidas a 40 °C e desnatadas em centrífuga separadora de creme de Separatori 50L/h (Piracicaba, Brasil).

2.2. Processamento das amostras

Para avaliar os impactos de diferentes tratamentos térmicos, as amostras foram processadas à 71 °C/ 22 min, 75 °C/ 5 min, 80 °C/ 1 min e 85 °C/ 1 min (condições definidas como suficientes para garantir a redução da população inicial a ~1 log UFC/ mL – Tribst e Leite Júnior, 2022 e Santos et al., 2023) e posteriormente resfriadas à 4 °C para avaliação durante a estocagem (28 dias). Para as amostras submetidas aos processos de acidificação e fermentação, as amostras foram pasteurizadas a 75 °C/5 min e, após resfriadas, foram acidificadas com ácido láctico (20% ou 40%) até pH 4,5, 3,5, 2,5, ou fermentadas com cultura de iogurte (Y 472E, Sacco, Itália) a 43 °C até pH 4,6 - 4,7, na presença ou não de protease (1% de solução de Alcalase a 1%). Após produção, as amostras foram resfriadas à 4 °C para avaliação durante a estocagem (8 dias). Os processos foram realizados em triplicata.

2.3. Estabilidade medida por retroespalhamento de luz infravermelho

A estabilidade física das amostras foi avaliada por escaneamento à 880 nm com luz infravermelho próxima (luz NIR), do fundo ao topo do tubo, a partir do qual se determinou a % de retroespalhamento da luz NIR (Turbiscan Lab expert, Formulation®, Toulouse, França). Este ensaio foi realizado durante as primeiras horas após processamento e ao longo dos dias decorrentes, com os tubos contendo as amostras armazenados estaticamente à 4 °C durante este período (Tribst et al., 2020a). Esses dados foram analisados usando o software Turbisoft 2.0 (Formulation®, Toulouse, França). As amostras foram avaliadas pela sedimentação (altura e % de partículas sedimentadas), determinada como a região em que os valores de %BS foram 20% maiores do que o valor de %BS no meio do tubo. A altura de sedimentação (mm) foi estabelecida como o valor máximo de altura da região caracterizada com sedimentação e a % de partículas sedimentadas foi calculada como a razão entre as áreas da curva correspondente aos sedimentos formados e da curva total da amostra, sendo as áreas determinadas pela integral das porções correspondentes, através da regra do trapézio (%BS x μm). As análises foram realizadas em duplicata para cada repetição de processo.

2.4. Tamanho de partícula

O tamanho de partícula da amostra foi determinado usando um analisador de tamanho de partícula por difração a laser Mastersize® (Malvern Instruments Ltd, Inglaterra) equipado com uma lente 300 RF (Reverse Fourier) e laser He-Ne ($\lambda = 633 \text{ nm}$). As amostras foram diluídas em água deionizada para obter uma obscuração adequada (~ 9%). A curva de distribuição de tamanho de partícula foi obtida considerando índice de refração real de 1,349, absorção de 0,001 e índice de refração do fluido (água) de 1,33 (Tribst et al., 2019). As análises foram realizadas em sextuplicata para cada amostra.

3. Resultados e Discussão

Os resultados da avaliação de estabilidade por retroespalhamento de luz infravermelha (Figura 1) mostraram que os tratamentos térmicos de 71 °C/ 22 min e 75 °C/ 5 min apresentam comportamento semelhante de baixa desestabilização, caracterizada por sedimentação próxima ou abaixo de 2 mm (5% de altura de sedimentação) e com partículas sedimentadas < 10%. Para amostras processadas à 80 °C/ 1 min, notou-se uma desestabilização mais alta, possivelmente causada por início de formação de agregados proteicos (quase 20% de partículas sedimentadas), que, após processo à 85 °C/ 1 min, foi intensa (Dumitraşcu et al., 2013), evidenciada pelo tempo de sedimentação mais curto e altura/área de sedimentação pelo menos 2 vezes maior comparado aos outros tratamentos térmicos. Além disso, pouca diferença foi observada entre o comportamento dos soros de cabra e ovelha durante a desestabilização.

Para as amostras acidificadas (Figura 1), a desestabilização nos pH naturais dos soros (6,7-6,3) e a 2,5 foi irrisória, dado o curto tempo de estocagem, sendo este comportamento explicado pela repulsão entre as partículas proteicas carregadas que impede a rápida formação de sedimentos. Já em pH de 4,5, próximo ao ponto isoelétrico das proteínas do soro (Santos et al., 2023), as partículas aproximam-se e formam agregados com área de sedimentação maior que 15%, sendo que, no soro de queijo de ovelha, este comportamento foi mais expressivo e rápida, provavelmente devido à maior quantidade de proteínas (1,2%) em comparação com o soro de cabra (0,9%).

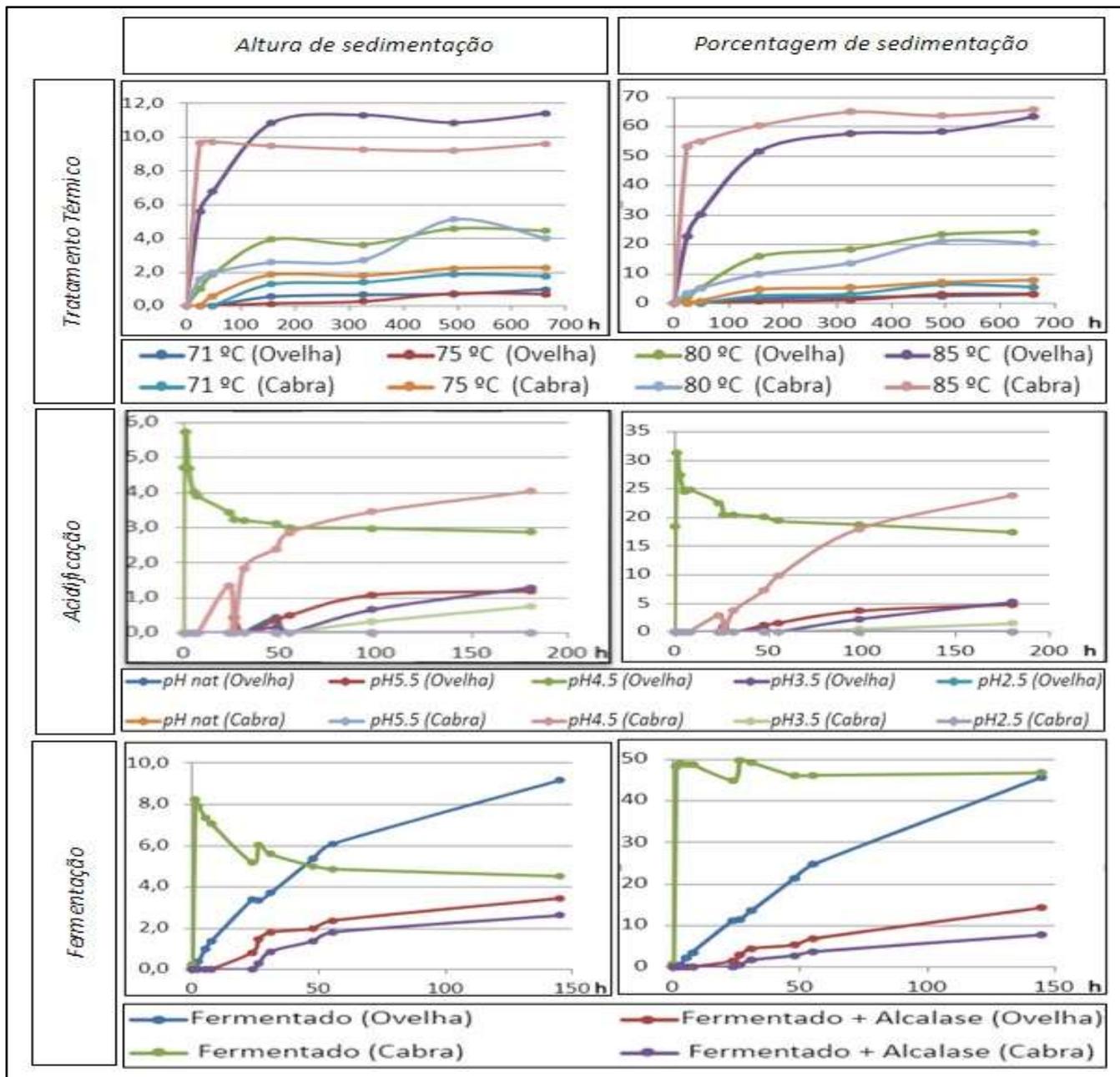


Figura 1 - Sedimentação de partículas durante estocagem de soro de queijo de cabra e ovelha submetidos a diferentes processos térmicos ou tratados a 75 °C/ 5 min seguidos de acidificação ou fermentação com e sem adição de protease

De maneira semelhante ao processo de acidificação, a fermentação resulta na acidificação do produto, porém de forma mais lenta (Tribst et al., 2020). Este processo levou à formação de agregados de forma mais lenta (ovelha) ou rápida (cabra), mas atingindo um percentual de partículas sedimentadas maior do que nas amostras acidificadas (acima de 40%), fenômeno talvez explicado pela formação de

compostos secundários durante a fermentação, como hexopolissacarídeos (EPS), pela cultura de iogurte (Ibarburu et al., 2015). Para as amostras fermentadas com Alcalase observou-se um perfil de sedimentação mais baixo devido hidrólise das proteínas que resultou em aumento da solubilidade das mesmas (Magalhães et al., 2022).

A avaliação da distribuição do tamanho de partículas (Figura 2) explica o comportamento observado nos testes com retroespalhamento de luz NIR (Figura 1). Para os tratamentos térmicos de 71 °C/ 22 min e 75 °C/ 5 min, observou-se que as partículas presentes no soro eram similares e pequenas, com pico em torno de 1 µm e melhor definido para SQC. Para amostra processada à 80 °C / 1 min foi observada formação inicial de aglomerados proteicos (Dumitraşcu et al., 2013), resultando em um aumento do percentual de partículas até 10 vezes maior, i.e., em torno de 10 µm, com maior efeito sobre o leite de ovelha. Este fenômeno se intensificou após processamento à 85°C / 1 min, com pico majoritário de aglomerados de 80-90 µm, sem diferenças em função da matriz láctea do soro, indicando completa desestabilização.

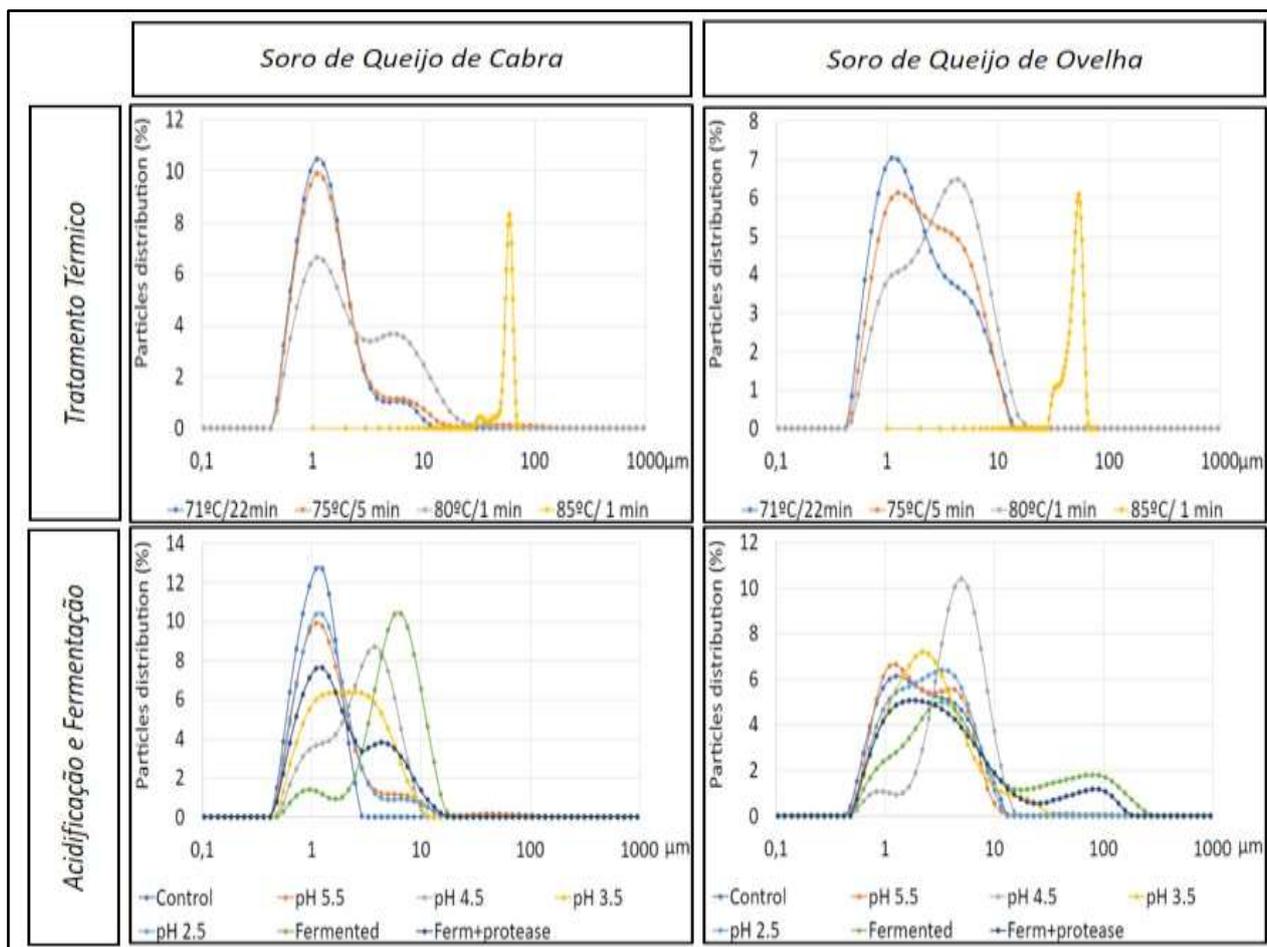


Figura 2 - Distribuição de partículas de soro de queijo de cabra e ovelha submetidos a diferentes processos térmicos ou tratados a 75 °C/ 5 min seguidos de acidificação ou fermentação com e sem adição de protease

Para as amostras acidificadas, observou-se que a redução de pH até 5,5 e 2,5 tiveram comportamento semelhante à amostra de pH neutro, sugerindo que, nestas condições, não ocorreu aglomeração proteica devido à repulsão de proteínas pelas cargas superficiais das mesmas, negativas, no caso das amostras de pH mais alto, e positivas, no caso das amostras em pH 2,5. Para amostras mais próximas do ponto isoelétrico (pH 4,5 – 3,5), contudo, observou-se partículas de até ~9 µm, evidenciando a formação de aglomerados proteicos (Panghal et al., 2018) com efeito similar ao processo térmico à 80°C/ 1 min. Por fim, a avaliação do tamanho de partículas das amostras fermentadas mostrou a presença de

partículas maiores em soro de cabra (até 20 µm) e de ovelha (até 100 µm), provavelmente devido à menor estabilidade das proteínas em pH baixo associada à produção de exopolissacarídeos (EPS) pelas bactérias lácticas (Ibarburu et al., 2015). Os EPS são normalmente associados a um aumento da consistência de iogurtes e bebidas lácteas, reduzindo a separação de fase (Zhang et al., 2023), porém, no caso dos soros, devido à baixa concentração de proteínas e ausência de formação de rede proteica (Santos et al., 2023), a produção de EPS teve efeito indesejável sobre a estrutura dos produtos e explicam a diferença observadas entre as taxas de sedimentação de soro de queijo de cabra e ovelha.

4. Conclusões

Os soros tratados termicamente à 75 °C/ 5 min apresentaram baixa desestabilização e partículas de tamanho pequeno, mostrando que este é o tratamento térmico ideal para estabilização microbiológica de soros de queijo de ovelha e de cabra. Por outro lado, a associação do tratamento térmico dos soros com acidificação direta (pH 4,5 ou 3,5) ou fermentação como estratégias para extensão de vida de prateleira resultaram em aumento do tamanho das partículas por agregação proteica devido à proximidade do ponto isoelétrico (ambas) e formação de hexopolissacarídeos (fermentadas), sendo que ambos efeitos resultaram em desestabilizações mais evidentes e mais rápidas, o que indica a necessidade de associação de aditivos estabilizantes para estas amostras. Já a fermentação associada ao uso de protease ou a acidificação extrema (pH 2,5) produziram amostras com partículas menores que seus pares e, conseqüentemente, mais estáveis. A avaliação geral dos dados mostra que existe uma correção forte entre o tamanho de partículas das amostras e a estabilidade física de soros de queijo de cabra e de ovelha.

5. Referências bibliográficas

- Dumitraşcu, L., et al (2013). *Small Ruminant Research*, 111(1-3), 129-138.
- Galdino, I.K.C.P.O., et al. (2020). *PeerJ*, 2, e8619
- Ibarburu, I., et al. (2015). *International Journal of Food Microbiology*, 214, 54-62.
- Kaur, N., et al. (2020). *Chemical Engineering Communications*, 207(1), 123-138.
- Magalhães, I. S., et al. (2022). *Food Research International*, 157, 111310.
- Medeiros, J. D., et al. (2017). *Food Research*, 1(4), 103-108.
- Panghal, A., et al., (2018). *Nutrition & Food Science*, 48 (3), 520-535.
- Santos, F. R. d., et al. (2023). *Journal of Food Process Engineering*, e14191.
- Tribst, A. A. L., et al. (2019). *Journal of dairy science*, 102(6), 4960-4971
- Tribst, A.A.L., et al. (2020). *International Dairy Journal*, 111, 104833.
- Tribst, A.A.L., et al. (2020a). *LWT*, 130, 109557.
- Tribst, A.A.L. & Leite Júnior, B.R.C. (2022). *Research, Society and Development*, 11(9), e20911931776.
- Zaccarchenco, P.B., et al. (2017). *Brazil dairy trends 2020*. 1a. edição. Campinas: ITAL, 343 pg.
- Zhang, X., et al. (2023). *Food Chemistry*, 420 (15), 136117.