Obtenção de concentrado protéico de soro de leite por Ultrafiltração em conjunto com a Diafiltração.

Caroline Dalcin Zanon
Aluna do curso de Engenharia de Alimentos- Universidade de Passo Fundo
105542@upf.br

Gabriela Viganó
Engenheira de Alimentos- Universidade de Passo Fundo
gabrielavigano@yahoo.com.br

Juliane Mossman
Engenheira de Alimentos- Universidade de Passo Fundo
ju_ms07@hotmail.com

Vandré Barbosa Brião
Professor do curso de Engenharia de Alimentos- Universidade de Passo Fundo
vandre@upf.br

Resumo. O soro é um subproduto do queijo e é uma importante fonte de proteínas, conhecidas pelas características funcionais na utilização como ingredientes em produtos alimentícios. Para realçar essas propriedades, fazem-se necessárias etapas de concentração. Neste trabalho, estudaram-se os parâmetros e a aplicação da ultrafiltração (UF) associada à diafiltração (DF), com o objetivo de obter e caracterizar um concentrado protéico de soro de leite (CPS). Durante o ensaio, realizado com a pressão de 2 bar, 250 L de soro em pó reconstituído foram concentrados através da UF, reduzindo-se o volume para 12 L e realizando a DF. Obteve-se um CPS com 82% de proteína (base seca) cuja capacidade emulsificante demonstrou ser cem vezes maior que a do soro, com teor de proteínas solúveis de 76%. As relevantes características nutricionais e funcionais do CPS torna efetiva sua utilização como ingrediente em produtos alimentícios.

Palavras-chave: *filtração por membranas, bebida láctea, diafiltração.*

1. INTRODUÇÃO

A indústria de laticínios vem apresentando um grande crescimento no Brasil nos últimos anos, destacando-se o queijo como um produto de elevado consumo. Estima-se que no ano de 2009 foram gerados aproximadamente 6 milhões de toneladas de soro. O soro é um líquido rico em nutrientes, contém proteínas, lactose e sais em sua composição. Alternativas podem ser viáveis para o uso do soro de leite, tornando-o um produto da indústria de laticínios.

O reaproveitamento do soro é uma maneira de aumentar a rentabilidade e competitividade dos laticínios, pois além de evitar problemas com a disposição desses resíduos, existe a possibilidade de lucrar com a fabricação de outros produtos, como os concentrados protéicos (CP) cujo valor comercial varia entre 3 a 10 vezes mais do que o do soro em pó. Os concentrados protéicos de soro têm uma vasta aplicação na indústria alimentícia, pois além das propriedades nutricionais, são conhecidos pela versatilidade funcional tecnológica sob a forma de ingredientes em

alimentos. O objetivo do trabalho foi avaliar a Ultrafiltração em conjunto da Diafiltração para a produção de CPS.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Operações Unitárias do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade de Passo Fundo. As seguintes etapas foram desenvolvidas:

a) teste de duas pressões de ultrafiltração (2 bar e 4 bar) para avaliar o seu efeito no fluxo permeado e na rejeição das proteínas e demais constituintes do soro, permitindo selecionar a condição que otimize o processo;

b) concentração do soro de leite na melhor condição selecionada no item (a) para a produção do CPS;

2.1 Testes das pressões da ultrafiltração

A amostra foi obtida pela reconstituição de soro de leite em pó na proporção de 70g/L. O soro reconstituído foi alimentado no equipamento piloto conforme o esquema da Figura 1.

O fluxo permeado foi medido através do rotâmetro presente no sistema. As condições experimentais de pressão foram estabelecidas com o ajuste da vazão da bomba e pelo fechamento da válvula de diafragma.

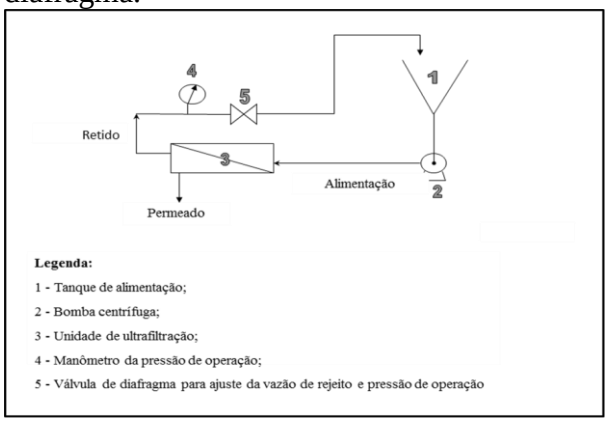

Figura 2: Módulo de ultrafiltração

O sistema funcionou com retorno do permeado ao tanque durante um período de 30 minutos, ao final dos quais, foram coletadas amostras de permeado e retido para a caracterização das duas correntes, permitindo obter a condição que apresentasse a melhor rejeição de proteínas. Foi medido o fluxo permeado ao longo do tempo e os experimentos foram realizados em duplicata. Foram testadas as pressões de 2 bar e 4 bar, ambas aplicadas com velocidade tangencial de 4.000L/h.

As variáveis de resposta foram o fluxo permeado e a rejeição de proteínas, lactose, cinzas, gordura, sólidos totais e capacidade emulsificante. Os resultados foram comparados pelo teste ANOVA e posterior teste de Tukey com significância de 5%.

2.2 Obtenção do Concentrado Proteico de soro (CPS)

O CPS foi elaborado no equipamento descrito no item 2.1. O soro de leite foi adicionado ao tanque, separando o permeado (contendo lactose e sais) e retornando o retido (contendo as proteínas) até obter o um fator de concentração de 25 vezes. Após, foi realizada a diafiltração do CPS, adicionando-se permeado obtido de uma membrana de osmose inversa, e o procedimento repetido mais quatro vezes.

A Figura 3 apresenta um fluxograma simplificado com as etapas do processo.

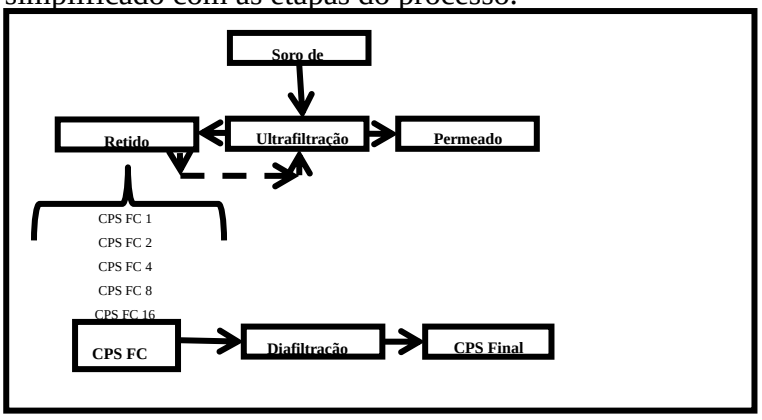

Figura 3: Fluxograma do processo

Ao final do processo de Diafiltração o CPS foi caracterizado quanto ao seu conteúdo de proteínas, lactose, cinzas, gordura e sólidos totais. O método do índice de atividade emulsificante também foi realizado na lecitina de soja para comparação com o poder emulsificante do CPS.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ensaios de ultrafiltração para determinação da melhor pressão operacional

A Figura 4 apresenta o comportamento do fluxo ao longo do tempo para as duas pressões utilizadas (2 bar e 4 bar).

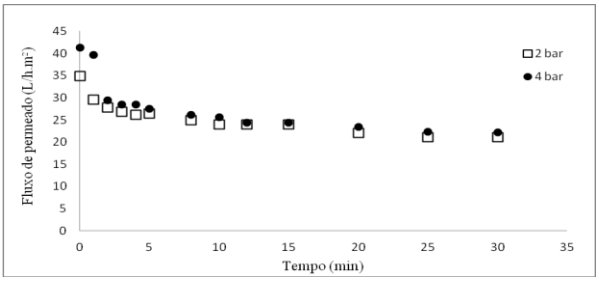

Figura 4: Comportamento do fluxo da membrana no decorrer da ultrafiltração do soro de leite

Ambas pressões demonstraram uma redução de fluxo, apresentando um coeficiente de colmatação de 60% para a pressão de 2 bar e de cerca de 80% para a pressão de 4 bar. Observa-se que essa última permitiu um maior fluxo inicial, mas no decorrer do tempo a membrana sofreu uma maior colmatação, aumentando a resistência ao escoamento e com isso reduzindo o fluxo.

A Tabela 1 mostra a média do fluxo permeado e a rejeição média de proteínas, lactose, cinzas e gordura para as duas pressões testadas.

Tabela 1: Média do fluxo final de permeado e das rejeições de proteína, lactose, cinzas e gordura pela membrana durante a UF de soro de leite

Pressão (bar)	Fluxo permeado ($L.m^{-2}.h^{-1}$)	Proteína (%)	Lactose (%)	Cinzas (%)	Gordura (%)
2	21,08[a]	98,66 [a]	11,26[a]	25,63[a]	100,0[a]
4	22,15[a]	97,18 [a]	15,21[a]	27,25[a]	100,0[a]

* Índices iguais na mesma coluna representam valores estatisticamente iguais com significância de 5%

Da Tabela 1, a variável primária de resposta é a rejeição de proteínas pela membrana. Observa-se que o aumento de pressão não elevou a rejeição deste parâmetro, o que indica que ambas as pressões podem ser utilizadas obtendo resultados iguais. A membrana possui alta rejeição à gordura, portanto, o CPS deverá ser produzido com soro de leite desnatado para não perder seu apelo nutricional.

Considerando que ambas as pressões obtiveram rejeições semelhantes, levou-se em consideração a intensidade de colmatação das pressões. Selecionou-se a pressão de 2 bar para efetuar a concentração do soro de leite para a obtenção do CPS por ter menor colmatação e, consequentemente, maior fluxo e velocidade de filtração.

3.2 Obtenção e caracterização do Concentrado Protéico de Soro (CPS)

A Figura 5 apresenta o fluxo permeado da membrana de UF durante o processo de obtenção do CPS.

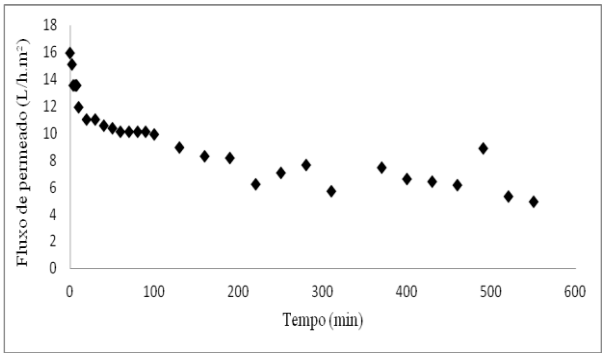

Figura 5: Fluxo permeado durante a obtenção do CPS por ultrafiltração

No tempo decorrido até 250 min foi realizado o processo de concentração das

proteínas. Após, foi iniciada a diafiltração (5 ciclos de 50 litros), adicionando-se permeado de uma membrana de osmose inversa para a lavagem do concentrado, reduzindo-se o teor de lactose e sais no CPS.

O objetivo da diafiltração é lavar os componentes de mais baixa massa molecular, e consequentemente aumentar a purificação do retido. Este efeito pôde ser observado no decorrer de toda a execução do processo através da maior separação de lactose e sais minerais, elevando a proporção e pureza de proteínas no retido e demonstrando que a DF foi essencial para que se atingisse os 80% de proteínas em base seca encontrados.

A Tabela 2 apresenta a caracterização da alimentação do soro no processo, do CPS de acordo com os diferentes fatores de concentração (FC) e do concentrado final obtido após a diafiltração.

Tabela 2: Média e desvio padrão dos constituintes presentes no soro nas diferentes etapas de concentração

Fator de concentração (FC) dos retidos	Proteína (%)	Lactose (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)
FC 0 (alimentação)	1,03 ± 0,009^{g}	6,21 ± 0,03^{e}	0,035 ± 0,02^{e}	0,37 ± 0,03^{b}
FC 2	1,53 ± 0,04^{f}	6,86 ± 0,06^{d}	0,175 ± 0,02^{e}	0,42 ± 0,03^{ab}
FC 4	2,93± 0,10^{e}	8,15 ± 0,004^{c}	0,385 ± 0,02^{d}	0,42 ± 0,04^{ab}
FC 8	5,29 ± 0,14^{d}	11,30 ± 0,04^{b}	0,65 ± 0,71^{c}	0,47 ± 0,07^{ab}
FC 16	7,17 ± 0,13^{c}	12,57 ± 0,39^{a}	1,05 ± 0,71^{b}	0,65 ± 0,01^{ab}
FC 25	7,51 ± 0,09^{b}	12,60 ± 0,42^{a}	1,1 ± 0,00^{b}	0,86 ± 0,29^{a}
CPS Final (após DF)	7,88 ± 0,13^{a}	2,16 ± 0,03^{f}	1,8 ± 0,00^{a}	0,32 ± 0,003^{b}

* Índices iguais em uma mesma linha representam valores estatisticamente iguais com significância de 5%.

Todos os constituintes, exceto proteína e gordura, diminuíram consideravelmente após a realização da Diafiltração, resultando em um concentrado com alto teor de proteínas e baixo teor de sais e lactose.

As proteínas do soro de leite são conhecidas pela versatilidade de suas propriedades funcionais tecnológicas como ingredientes em produtos alimentícios, principalmente pela elevada solubilidade e propriedades emulsificantes.

Na Tabela 3 apresentam-se os resultados da capacidade emulsificante (C.E) do concentrado protéico obtido, em comparação à capacidade emulsificante do soro de leite e de uma solução 1% de lecitina de soja.

Tabela 3: Capacidade emulsificante do concentrado protéico de soro, do soro de leite e da lecitina de soja

Amostra	C.E. (mL óleo/ mL amostra)
CPS	0,66^{b} ± 0,001
Soro de leite	0,006^{c} ± 0,000
Lecitina de soja	1,105^{a} ± 0,360

Ao analisar a Tabela 3, observa-se que o CPS demonstrou uma capacidade emulsificante cem vezes maior quando comparado ao soro de leite. Este resultado se deve ao fato de que quando na forma concentrada, as características funcionais do soro são potencializadas.

Agradecimentos

Agradeço a FAPERGS, pelo fornecimento do incentivo à pesquisa através do processo n° 0904439.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pressões testadas demonstraram o mesmo efeito no fluxo permeado e rejeição de proteínas, gorduras, lactose e sais durante a ultrafiltração de soro de leite, porém a pressão de 4 bar colmatou a membrana com maior intensidade. A ultrafiltração seguida de um ciclo de diafiltração possibilitou a obtenção de um concentrado protéico de soro (CPS) com 7,88% de proteínas (82% em base seca). O CPS obtido demonstrou capacidade emulsificante cem vezes maior que a do soro de leite e teor de proteínas solúveis de 76%. Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade do uso da tecnologia de ultrafiltração na obtenção de concentrados protéicos de soro.