

## Área: Engenharia de Alimentos

# APLICAÇÃO DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS PARA OBTENÇÃO DE UM CONCENTRADO PROTEICO DE SORO DE LEITE

**Vinicius Castoldi\*; Bruna Seguenka; Vandr e Barbosa Bri o; Alessandra Pezzini;  
Sandrini Slongo Fortuna.**

*Laborat rio de Opera es Unit rias, Curso de Engenharia de Alimentos*

*Universidade de Passo Fundo, RS*

*\*E-mail: 117009@upf.br*

**RESUMO** – O soro de leite   um subproduto gerado atrav s da coagula o da case na durante a fabrica o de queijo, contendo cerca de 50% dos s lidos presentes no leite, sendo 20% da prote na, mais de 99 % da lactose e parte dos minerais e vitaminas sol veis em  gua. A produ o de soro no Brasil foi de aproximadamente 6,6 milh es de toneladas em 2014, sendo reaproveitado apenas metade deste soro. Para cada litro de soro desperdi ado perdem-se cerca de 50 g de lactose e 10 g de prote na com elevado valor nutricional e funcional. Apesar da aplica o em diversos produtos aliment cios, o soro de leite l quido ou na forma de p  ainda possui baixo valor comercial, sem agrega o de valor ao mesmo. O objetivo do trabalho foi obter um concentrado proteico de soro (CPS), por processos de separa o por membranas, utilizando a ultrafiltra o. Os resultados parciais da caracteriza o f sico-qu mica do CPS, demonstraram que a ultrafiltra o, seguida de diafiltra o isolou as prote nas do soro com uma redu o de 100 % da lactose e 70,4 % dos sais presentes no soro de leite, obtendo-se um CPS com 70,8 % de prote nas. Os resultados analisados demonstraram a viabilidade de utilizar a ultrafiltra o integrada com etapas de diafiltra o, para fracionar os componentes do soro, agregando valor a este subproduto.

**Palavras-chave:** Ultrafiltra o, Diafiltra o, Permeado, Membrana.

## 1 INTRODU O

De acordo com dados da Associa o Brasileira das Ind stria de Queijo (ABIQ), a produ o anual de soro de leite no Brasil, durante o ano de 2014 foi de aproximadamente 6,6 milh es de toneladas, sendo este soro proveniente da coagula o da case na durante a produ o de queijo. Estima-se que somente 50% deste volume   reaproveitado na ind stria de alimentos, sendo a outra metade utilizada para alimenta o animal ou at  mesmo o descarte indevidamente em corpos h dricos (MAGALH ES et al., 2011).

O soro de leite, é um líquido rico em nutrientes como proteínas e lactose que poderiam ser melhor reaproveitados, especialmente para consumo humano. O soro de leite em pó, embora seja uma excelente opção para a recuperação desse produto, possui valor de mercado muito baixo (cerca de R\$ 4,00/kg), não agregando muito valor a este produto e em função do elevado teor de água, o uso de soro lácteo em produtos alimentícios convencionais tem sido bastante limitado, principalmente pelo custo de secagem (BORGES et al., 2001).

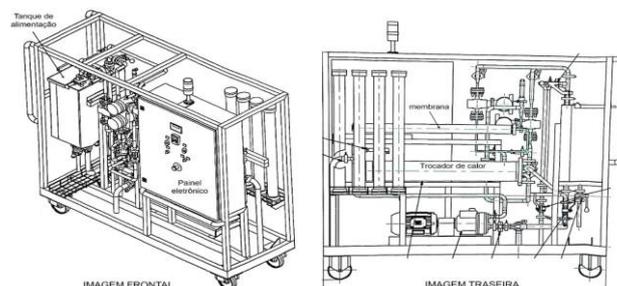
Algumas alternativas são oferecidas para reutilização deste soro, sendo uma delas a aplicação do processo de separação por membranas (PSM). Quando utilizado uma membrana de ultrafiltração (UF), é possível obter um concentrado proteico de soro (CPS) constituído de 35-80% de proteína, pois a lactose e os sais são permeados pela membrana durante o processo de filtração. O processo de diafiltração (DF) é aplicado para uma maior remoção de sais e lactose. O material retido na diafiltração, quando submetido a secagem em “spray dryer”, obtém-se o CPS em pó. O valor comercial de um concentrado proteico é de 3 a 40 vezes maior que o do soro em pó, devido à maior especificidade do produto em nível funcional e ao excelente valor nutritivo do mesmo (ZADOW, 1992).

Este concentrado proteico de soro pode ser aplicado na indústria de panificação e em formulações infantis, sendo uma excelente forma de aumentar o teor de proteínas destes alimentos, aumentando assim seu valor nutricional além de agregar valor ao soro de leite. Desse modo, objetivou-se utilizar os processos de separação por membranas para obtenção de um concentrado proteico de soro de leite, possibilitando gerar produtos com maior valor agregado.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A produção do CPS ocorreu em três etapas: concentração por ultrafiltração, purificação das proteínas por diafiltração e secagem. Seguindo as condições de processo sugeridas por Pagno et al. (2009) e Baldasso et al. (2011). O experimento foi realizado em um módulo piloto de filtração tangencial (Figura 1), composto por dois tanques de aço inoxidável, um para alimentação e recirculação do rejeito e outro para coleta de permeado, com capacidade de 40 L cada. O módulo foi operado com uma membrana de ultrafiltração, aplicando uma pressão de 2 bar. A membrana utilizada é de poliamida, de configuração espiral, com peso molecular de corte de 10 kDa e área de 1,8 m<sup>2</sup>.

Figura 1 – Módulo piloto de filtração do Laboratório de Operações Unitárias do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade de Passo Fundo



Fonte: WGM systems

Foram aplicadas as mesmas condições de processamento para as etapas de concentração e purificação. Sendo adicionado ao tanque de alimentação um volume de 100 L de soro de leite e reduzindo este volume até 12 L. O fator de concentração do processo foi de 8,33. Após a concentração do soro, é realizado a purificação da corrente de retido, realizando o processo de diafiltração, permitindo a permeação pela membrana de lactose e sais ainda presentes no retido, elevando o teor de proteínas no CPS.

Para a diafiltração adicionou-se água purificada ao retido da ultrafiltração, diluindo o retido e reduzindo o efeito de polarização por concentração na membrana, aumentando o fluxo temporariamente. O mesmo volume de água purificada adicionado é recolhido no permeado, voltando a sua concentração inicial de 12 L. Foram realizadas 3 etapas de diafiltração.

Após o CPS líquido foi encaminhado para a secagem em “spray dryer”, usando um bico atomizador de tamanho 3 com uma velocidade de secagem de 0,5 L.h<sup>-1</sup>, temperatura de entrada de 190 °C, temperatura e saída de 90 °C (VALDUGA et al., 2006).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização do soro de leite in natura empregado no processo está expressa na Tabela 1.

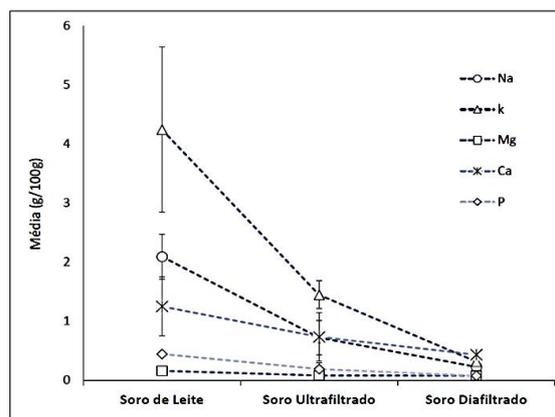
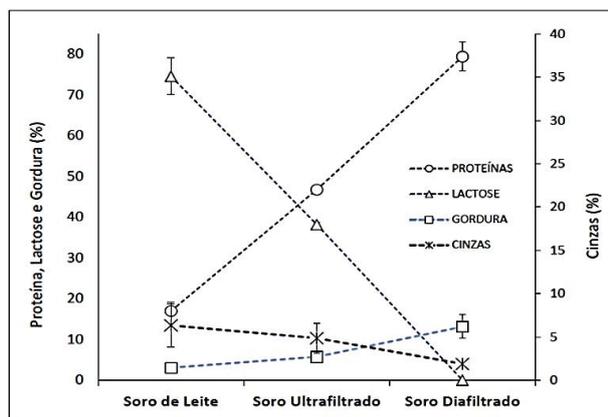
Tabela 1 – Caracterização do soro de leite empregado no processo.

| Parâmetros Avaliados            | Soro de Leite in natura | Parâmetros Avaliados      | Soro de Leite in natura | Parâmetros Avaliados             | Soro de Leite in natura |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| <b>pH</b>                       | 6,29±0,173              | <b>Gordura (g/100g)</b>   | 0,156±0,015             | <b>Potássio (mg/L)</b>           | 2048±329                |
| <b>Condutividade (µs/cm)</b>    | 5547±1114               | <b>Cinzas (g/100g)</b>    | 0,397±0,178             | <b>Magnésio (mg/L)</b>           | 81±33                   |
| <b>Sólidos solúveis (°brix)</b> | 7±0,00                  | <b>Sólidos totais (%)</b> | 5,15±0,68               | <b>Cálcio (mg/L)</b>             | 600±141                 |
| <b>Proteína (g/100g)</b>        | 0,870±0,104             | <b>Umidade (%)</b>        | 94,84±0,68              | <b>Fósforo (mg/L)</b>            | 222±42                  |
| <b>Lactose (g/100g)</b>         | 3,83±0,425              | <b>Sódio (mg/L)</b>       | 1024±8,3                | <b>Nitrogênio Livre (g/100g)</b> | 0,168±0,212             |

\* Resultados de média ± desvio padrão

A Figura 2 mostra o comportamento das proteínas, da lactose, da gordura e dos sais, ao longo do processamento para produção do CPS. O gráfico apresenta, em base seca, a média e desvio padrão dos componentes presentes no rejeito durante o processo. Sendo possível verificar um aumento de proteínas e gordura, e uma redução de sais e lactose.

Figura 2 - Comportamento das proteínas, da lactose, da gordura e dos sais (Na, Mg, Ca, P), nas diferentes etapas do processamento para produção do CPS.



O processo de ultrafiltração seguido de etapas de diafiltração, ocasionou um aumento de 78,6% no teor de proteínas presentes no soro, sendo 37,47% durante o processo de concentração, e os outros 41,13% durante o processo de purificação. Mostrando assim, que o processo de diafiltração se torna essencial para uma maior concentração de proteínas.

Durante o processo aplicado a lactose teve uma redução de 100 %. Do total de redução da lactose, 47,67 % ocorreu durante etapa de concentração e 52,33 % durante a etapa de purificação. A gordura teve um aumento de 76,77 %, isso ocorre porque 100 % da gordura presente no soro de leite é retida pela membrana, pois seu peso molecular é maior que a abertura dos poros da membrana (10 kDa) (HABERT et al., 2006).

As cinzas tiveram uma redução de 70,19 %, sendo reduzido apenas 23,38% durante a etapa de concentração e 46,81% durante a diafiltração. Baldasso et al. (2011), concluiu que a concentração por ultrafiltração seria o suficiente para uma remoção total sais. Porém neste trabalho, a maior parte de remoção dos sais se deu durante o processo de diafiltração.

Ao final do processo a redução de sódio foi de 89%, potássio 92%, magnésio 50%, cálcio 65% e fósforo 82%. A tabela 2, mostra a caracterização do CPS em pó, no final do processo.

Tabela 2 – Caracterização do CPS em pó.

| Parâmetros Avaliados     | CPS em pó  | Parâmetros Avaliados      | CPS em pó  | Parâmetros Avaliados             | CPS em pó |
|--------------------------|------------|---------------------------|------------|----------------------------------|-----------|
| <b>Proteína</b> (g/100g) | 70,84±8,93 | <b>Sólidos totais</b> (%) | 94,02±0,89 | <b>Magnésio</b> (mg/kg)          | 595±442   |
| <b>Lactose</b> (g/100g)  | 0,00±0,00  | <b>Umidade</b> (%)        | 5,97±0,89  | <b>Cálcio</b> (mg/kg)            | 3870±968  |
| <b>Gordura</b> (g/100g)  | 3,97±0,65  | <b>Sódio</b> (mg/kg)      | 1902±154   | <b>Fósforo</b> (mg/kg)           | 586±402   |
| <b>Cinzas</b> (g/100g)   | 3,46±2,42  | <b>Potássio</b> (mg/kg)   | 2592±509   | <b>Nitrogênio Livre</b> (g/100g) | 6,69±9,42 |

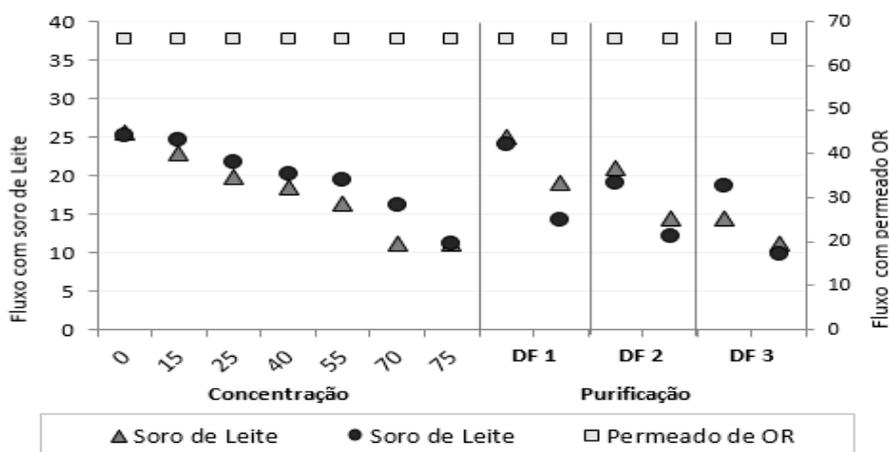
\* Resultados de média ± desvio padrão

De acordo com Rodrigues (2001), um concentrado proteico de soro deve ter sua composição de proteínas maior que 25%. Pagno et al. (2009), descreve que a concentração proteica deve ser de 35% a 80%, tendo conseguido obter uma CPS com teor de proteínas variando entre 56-80%, e lactose de 10% a 31%. Utilizando as mesmas condições de operação usados neste trabalho.

Baldasso et al. (2011), concluiu que o processo de ultrafiltração é adequado para a produção de concentrados de proteína, obtendo um CPS com um teor de 65-71% de proteínas em base seca, utilizando uma membrana de UF de 6kDa, uma pressão de 2 bar e 5 etapas de diafiltração. Borges et al. (2001), obteve um produto final com concentração de proteínas superior a 80%, utilizando fator de concentração igual a 12, e realizando 15 etapas de diafiltração. Neste trabalho foi obtido uma CPS seco com um teor de 70,84% de proteínas, 0,0 % de lactose, 3,97 % de gordura e 3,46 % de cinzas, com um fator de concentração de 8,33.

A Figura 3 apresenta o fluxo de permeado para o processamento de soro de leite por UF, durante as etapas de concentração e purificação. Os fluxos dos permeados para membranas de UF estão, em geral, na faixa de 150 a 250 L.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup> (HABERT, 2006).

Figura 3 – Fluxo de permeado (L.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup>) para a membrana de UF com soro de leite, a pressão de 2 bar.



O fluxo de permeado, durante a etapa de concentração do soro de leite por UF, foi reduzindo concomitantemente com a concentração dos sólidos no rejeito. Segundo Marshall e Daufin (1995), as quedas dos fluxos são normais devido a polarização da concentração e o *fouling* (acúmulo de matérias depositadas na membrana durante a fase de polarização da concentração). Durante a etapa de purificação, ocorre um aumento do fluxo no início de cada etapa de DF. Isso porque o retido foi diluído com o permeado de OR adicionado nessa etapa. Conforme o permeado da OR vai sendo removido e o rejeito vai recuperando sua concentração inicial, o fluxo volta a cair.

#### 4 CONCLUSÃO

O processo de ultrafiltração seguido de etapas de diafiltração ocasionou um aumento de 78,6 % no teor de proteínas do soro do leite. O CPS em pós produzido possui um teor final de 70,84 % de proteínas, 3,46 % de cinzas e 0 % de lactose.

A maior concentração das proteínas e redução de lactose e sais ocorreu durante a purificação das proteínas, mostrando a importância deste processo integrado de ultrafiltração e diafiltração para a produção do CPS com alto teor de proteínas.

## 5 AGRADECIMENTOS

Universidade de Passo Fundo, Curso de Engenharia de Alimentos, FAPERGS, Secretaria da Ciência Inovação e Desenvolvimento Tecnológico RS.

## 6 REFERÊNCIAS

- ABIQ (Associação Brasileira das Indústria de Queijo). Notícias. Publicado em: <[http://www.abiq.com.br/abiq\\_noticias.asp?PaginaAtual=2&busca=&codigo\\_categoria=&codigo\\_subcategoria](http://www.abiq.com.br/abiq_noticias.asp?PaginaAtual=2&busca=&codigo_categoria=&codigo_subcategoria)>. Acesso em: 07 jun. 2014.
- BALDASSO, C.; BARROS, T. C.; TESSARO, I. C. Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration. **Desalination**, v. 278, n. 1-3, p. 381-386, 2011.
- BORGES, P.F.Z.; SGARBIERI, V.C.; DIAS, N.F.G.P.; JACOBUCCI, H.B.; PACHECO, M.T. B.; BALDINI, V.L.S. Produção piloto de concentrados de proteínas de leite bovino: composição e valor nutritivo. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 4, n. 411, p. 1-8, 2001.
- HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NOBREGA, R. **Processos de separação por membranas**. Rio de Janeiro: E-papers, 2006.
- MAGALHÃES, K. T.; DRAGONE, G.; PEREIRA, G. V. M.; OLIVEIRA, J. M.; DOMINGUES, L.; TEIXEIRA, J. A.; SILVA, J. B. A.; SCHWAN, R. F. Comparative study of the biochemical changes and volatile compound formations during the production of novel whey-based kefir beverages and traditional milk kefir. **Food Chemistry**, v. 126, p. 249-253, 2011. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814610014196>>. Acesso em: 27 ago. 2015.
- MARSHALL, A.; DAUFIN, G. Physico-chemical aspects of membrane fouling by dairy fluids. IDF Special, In: Fouling and cleaning in pressure driven membrane processes, **International Dairy Federation**. Belgium, 1995.
- PAGNO, C.H.; BALDASSO, C.; TESSARO, I.C.; FLORES, S.H.; de JONG, E.V. obtenção de concentrados proteicos de soro de leite e caracterização de suas propriedades funcionais tecnológicas. **Alim. Nutr.**, v.20, n.2, p. 231-239, abr./jun., 2009.
- RODRIGUES, L.R.M. **Valorização da fração proteica do soro de queijo**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Departamento de Engenharia Biológica, Universidade do Minho, Portugal, 2001.
- TAMINE, A.Y. **Dairy Powders and Concentrated Products**. 1.ed. United Kingdom: Wiley D Black well, 2009.
- VALDUGA, E.; PAVIANI, L. C.; MAZUR, S. P.; FINZER, J. R. D. Aplicação do soro de leite em pó na panificação. **Alim. Nutr.**, v. 17, n. 4, p. 393-400, out./dez., 2006.
- ZADOW, J.G. **Whey and Lactose Processing**. England: Elsevier Applied Science, 1992.