



CONCENTRAÇÃO DE PROTEÍNA DO SORO DE QUEIJO POR ULTRAFILTRAÇÃO

Boschi, J. R., Wada, K., Tessaro, I. C.

Laboratório de Separação por Membranas (LASEM)
Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
R. Eng. Luis Englert, s/n. Campus Central. CEP: 90040-040 - Porto Alegre - RS - BRASIL,
E-MAIL: {jaqui, keiko,isabel}@enq.ufrgs.br

Palavras chaves: soro de queijo, proteínas, ultrafiltração e diafiltração.

Resumo: Na indústria de laticínios existem muitas áreas onde os processos de separação com membranas podem ser aplicados com grande vantagem. Por exemplo, para produzir concentrados, para fracionar ou ainda purificar soluções. Mais especificamente, podem ser usados para enriquecer o conteúdo protéico ou recuperar lactose ou como um meio de controlar agentes de poluição. O soro de queijo é um produto que resulta da fabricação de queijo, pela fermentação do leite por ação bacteriana ou pela ação de agentes coagulantes. As proteínas do soro possuem um alto valor nutricional e por isso as indústrias têm grande interesse em recuperá-las, para as mais variadas utilizações como a incorporação desta em produtos lácteos e não lácteos. A recuperação das proteínas traz como vantagem não somente econômica, mas também do ponto de vista ambiental devido à alta demanda química de oxigênio, DQO, requerida para degradar o soro, caso este se torne efluente rejeitado. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho é concentrar as proteínas do soro de queijo através dos processos de separação por membranas. O processo mais adequado para este estudo é a ultrafiltração. Para agregar maior valor ao concentrado protéico a diafiltração será também utilizada no processo. Inicialmente serão avaliadas as melhores condições de operação tais como: pressão transmembrana, vazão de alimentação, temperatura e força iônica do meio. Será analisada a qualidade do produto (concentrado) em cada batelada do processo através da avaliação da quantidade de proteína (método de Kjeldahl), da quantidade de lactose por cromatografia líquida (HPLC), de sólidos totais (método gravimétrico), pH e teor de sais (determinadas através de condutividade elétrica). Utilizando as melhores condições operacionais, serão realizados experimentos objetivando a obtenção de concentrado protéico de elevada pureza.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho visa o estudo de purificação da proteína do soro de queijo mussarela. A proteína purificada tem um elevado valor nutricional, e por isso encontra diversas aplicações industriais. Apesar do conhecimento deste fato, por muito tempo, o soro foi descartado como um efluente. Tendo em vista que para cada quilograma de queijo produzido, aproximadamente 9 litros de soro são produzidos e se descartados direta ou indiretamente, nos cursos de água, o seu efeito sobre o ambiente não é desprezível, uma vez que sua demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é elevada (MOSQUIM, M. 1999).

Os fatores que determinam a dificuldade no aproveitamento do soro de queijo mussarela são: elevado teor de água; elevado teor de sais e de lactose. O método convencional de concentração de soro é a evaporação térmica. As principais desvantagens deste método são o elevado consumo energético e elevado teor de sais e açúcares no produto concentrado. Neste contexto a ultrafiltração se apresenta como um método alternativo bastante atraente, uma vez que não faz uso do calor e não envolve mudanças de fase, o que torna o processo de concentração mais econômico. A ultrafiltração é um processo de separação por membranas tipicamente usada para reter macromoléculas, onde as macromoléculas ficam



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

retidas pela a membrana enquanto as pequenas moléculas atravessam livremente esta. (MULDER, M. 1991)

Além da remoção de água, a ultrafiltração é capaz de reduzir o teor de sais e de lactose desde que a membrana seja escolhida adequadamente. Além de obter o concentrado, neste trabalho se propõe um processo de purificação através da técnica de diafiltração, procurando aumentar ainda mais o valor agregado à proteína.

A diafiltração é uma operação unitária, que consiste na adição contínua de água ao retentado originário da UF para promover uma remoção mais eficiente de cotaminantes de menor massa molar do que a de corte (ANTUNES, A. 2003). Os contaminantes, neste trabalho são representados principalmente por lactose e sais minerais.

Devido à elevada degradabilidade do soro e dificuldade de transporte freqüente do mesmo, para o desenvolvimento deste trabalho utilizou-se o soro reconstituído a partir do soro em pó obtido pela evaporação e posterior secagem.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados os materiais e métodos seguintes.

2.1 Matéria prima

O soro de queijo encontrado na literatura apresenta em média na sua composição conforme a Tabela 1. (ALBRECHT, R. & RAUTENBACH, R., 1989).

Tabela 1: Composição do soro ácido

Componente	Concentração(%)
Água	94 - 95
Lactose	3.8 - 4.2
Proteína	0.8 - 1.0
Sais	0.7 - 0.8

O soro utilizado neste trabalho foi doado pela Elegê Alimentos (Teutônia, RS), proveniente da fabricação de queijo de mussarela, tem como características físicas pó fino e homogêneo de cor amarelado, sabor suave e odor próprio do produto. As características físico-químicas e nutricionais do soro são mostradas nas Tabela 2 e Tabela 3 respectivamente.

Para o uso experimental, o soro em pó foi dissolvido em água destilada nas quantidades necessárias para atingir o soro original da fabricação do queijo de mussarela.

Tabela 2: Características físico-químicas do soro utilizado

Padrões	Medida	Mínimo	Máximo
Umidade	%	-	3,0
Acidez	%	0,02	0,1
pH		6,00	6,60
Solubilidade	ml	-	1
Sedimento	mg	A	B
Densidade	g/cm ³	0,500	0,610

Tabela 3: Características nutricionais do soro utilizado (em 100g)

Composição	Unidade	Padrões
Carboidratos	g	77,0
Proteínas	g	12,0
Gorduras Totais	g	1,0
Gorduras Saturadas	g	0,5
Colesterol	mg	<5,0
Fibra Alimentar	g	0,0
Cálcio	mg	168,0
Ferro	mg	3,35
Sódio	mg	460,0
Valor energético	kcal	370,0

2.2 Membrana

A membrana utilizada no processo de ultra e diafiltração é módulo espiral de polietersulfona que possui como características massa molar de corte (MMC) de 10KDa, espaçador 43 mil e área de 0,3m².

2.3 Ultrafiltração e diafiltração do soro

O processo de separação por membranas por ultrafiltração foi realizado numa planta piloto esquematizada na Figura 1. Composta de uma bomba pneumática, uma válvula de contra-pressão, um módulo de membrana, um pré-filtro, um tanque encamisado com agitador e indicador de temperatura e dois manômetros.

O soro de queijo foi circulado em contato com a membrana e retornando o concentrado ao tanque de alimentação. O volume de soro usado na ultrafiltração foi de 30 L. A temperatura de trabalho foi ajustada para 50°C sendo mantida pelo sistema de aquecimento e controle no tanque de alimentação. Esta é aproximadamente a temperatura em que o soro é produzido. O volume de permeado foi medido em uma proveta medindo-se o tempo necessário para recolher 100mL. A pressão foi ajustada em aproximadamente em 2 bar e a taxa de recirculação 800L h⁻¹, sendo reguladas pela válvula de contra-pressão. Após concentrar as proteínas do soro por ultrafiltração foi iniciado o



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

processo de diafiltração. Adicionaram-se 6 L de água destilada, a fim de purificar a proteína, retirando sais minerais e lactose. Foi utilizado um volume pequeno de água para não prolongar muito o processo para evitar a degradação do soro (acidificação). Foram retirados nesta etapa 6 L de permeado. Com 6 L de retido restantes foi realizada uma segunda diafiltração nas mesmas condições.

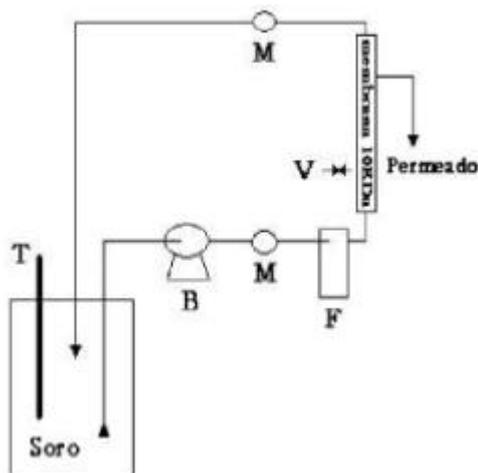


Figura 1: Esquema da planta piloto usada na UF e DF. T: termostato, V: válvula, M: manômetro, F: pré-filtro e B: bomba pneumática.

2.4 Análises do soro líquido

As análises realizadas nos permeados e nos concentrados da ultrafiltração e das diafiltrações foram: determinação da quantidade de proteína (método de Kjeldahl) de acordo com a A.O A.C (1984), quantidade de lactose utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) PerkinElmer Series 200 com um detector de índice de refração. A fase móvel usada foi 75% de acetonitrila em água e a coluna utilizada foi Spheri-5-animo (5 μ 220x4.6mm), sólidos totais (método gravimétrico) de acordo com a metodologia adotada pela A.O A.C (1984), pH e teor de sais (determinado através de condutividade elétrica).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Concentração do soro por ultrafiltração e diafiltração

A Figura 2 mostra o comportamento do fluxo permeado em função do fator de concentração para a ultrafiltração do soro. No final do processo foi

obtido um fator de concentração de aproximadamente 5. Onde fator de concentração é o volume inicial dividido pelo volume retido na membrana.

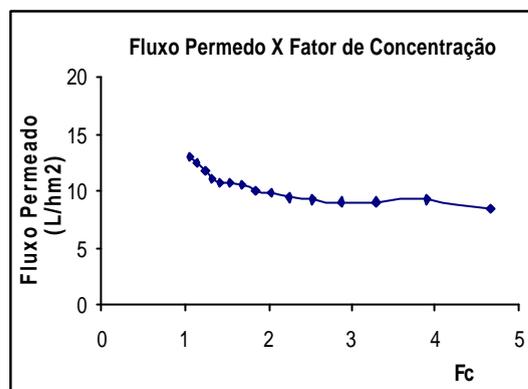


Figura 2: Fluxo Permeado em função do fator de concentração.

A Figura 3 mostra que o fluxo permeado diminuiu com o tempo de processo de ultrafiltração. Pode ser observado que o fluxo de permeado diminuiu para aproximadamente a metade ao finalizar as 8 horas do processo.

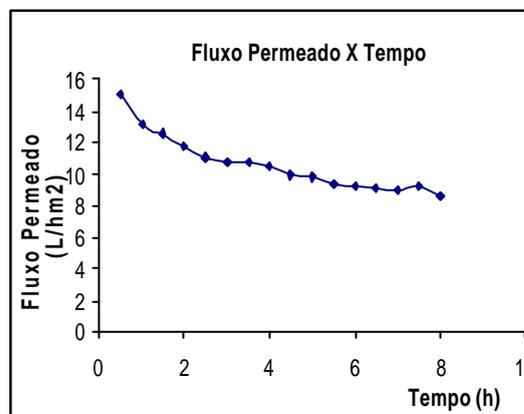


Figura 3: Fluxo Permeado em função do tempo.

A Figura 4 mostra o fluxo permeado do processo de ultrafiltração, juntamente, com as duas diafiltrações em função da concentração de proteína do soro de queijo. Observa-se que o fluxo da ultrafiltração e das diafiltrações decresce com o tempo de processo. Nota-se que a diafiltração permite melhorar o fluxo de permeação.



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

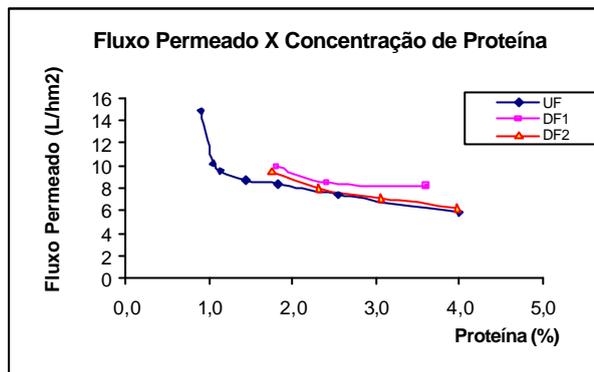


Figura 4: Fluxo Permeado em função da concentração de proteína.

4 CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho permitem concluir que durante o processo de ultrafiltração o fluxo de permeado do soro de queijo decresce à medida que a concentração de proteína aumenta, como era esperado. Provavelmente esta redução se deve ao aumento de concentração de proteína, mas não se pode descartar também o efeito de formação de fouling e entupimento dos poros agravado pelo aumento do tempo de operação. A redução de fluxo permeado é um dos fatores limitantes do processo, do ponto de vista operacional. Ao iniciar a diafiltração, a solução concentrada na ultrafiltração é diluída com água. Comparada com a composição do soro a concentração de lactose e de sais na solução diluída é menor e, portanto, seria de esperar que o fluxo permeado na diafiltração fosse superior ao da ultrafiltração. De fato, isto acontece como pode ser observado na Figura 4. Contudo a segunda diafiltração não segue a mesma tendência. O efeito que pode explicar este fato é a incrustação e entupimento dos poros com proteína, ao longo do tempo de experimento.

5 AGRADECIMENTOS

A empresa Elegê Alimentos Ltda pelo apoio técnico, à CAPES pela bolsa de mestrado e ao bolsista Alan Ambrosi pela ajuda na execução dos experimentos e as orientadoras Keiko Wada e Isabel Tessaro.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 14ed. Arlington, 1984. 1141p.

ANTUNES, A.J. (2003). *Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino*. Ed. Manole Ltda. São Paulo, 135p.

MULDER, M. (1991) *Basic Principles of Membrane Technology*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands

MOSQUIM, M., MONTEIRO, R. (1999). Development of "soft-drinks". *Dairy Journal By The "Cândido Tostes" Dairy Institute*, 54, 164-179.

REKTOR, A.; VATAI, G. (2004). Membrane filtration of mozzarella whey. *Desalination*, 162, 279-286.

RAUTENBACH, R. e ALBRECHT, R. (1989) *Membrane Process*, John Wiley & Sons