

## "RECUPERAÇÃO POR ULTRAFILTRAÇÃO DAS PROTEÍNAS DO SORO PARA PRODUÇÃO DE QUEIJOS"

Ana Maria de Mattos Juliano \*  
José Carlos Cunha Petrus \*  
Ademar D.M. Turrano \*

### I. INTRODUÇÃO

A não utilização racional do soro, resultante da fabricação de queijos na indústria de laticínios, constitui hoje prática anti-econômica e até mesmo anti-social, não só em face da carência mundial de alimentos, como também pelo caráter sazonal da produção da matéria-prima-leite e pelas oscilações desta produção.

Realizando um levantamento do sistema produtivo do setor de laticínios da região sul, ficou evidente que o principal problema produtivo das indústrias é o não (ou mal) aproveitamento do soro de queijo. Atualmente o soro tem três destinações principais:

- é usado para fabricação de ricota fresca, de pouco valor comercial e vida de prateleira curta,
- é vendido a suinocultores a preços baixos, quando estes conseguem demandar toda produção,
- ou é jogado diretamente nos rios, após desnate, ocasionando grandes problemas de poluição, uma vez que o soro é rico em matéria orgânica.

Constatando-se este mal aproveitamento do soro de queijo, buscaram-se soluções em novas tecnologias, como por exemplo a ultrafiltração, osmose reversa, diálise, etc..., todas elas em fase experimental, sem muita segurança e relativa desconfiança de sua aplicabilidade em escala industrial.

\* Professores da área de Engenharia de Alimentos do Departamento de Engenharia Química da U. F.S.C.

O que nos pareceu mais promissor, foi o processo de ultrafiltração, que consiste na filtração seletiva com base na diferença de pesos moleculares dos constituintes do soro, através de membranas permeáveis especiais.

Através da ultrafiltração, estudou-se uma forma de recuperação das proteínas do soro (albuminas e globulinas) e gordura, a fim de serem incorporadas à massa de queijo, resultando em efetivo aumento de rendimento na produção.

Além do aumento de rendimento, objetivou-se também:

- utilizar o soro de queijo;
- enriquecer o queijo com proteínas de alto valor biológico;
- reduzir os problemas de poluição pela eliminação total das proteínas e gorduras do soro de queijo;
- difundir a tecnologia de ultrafiltração como processo mais econômico de concentração em indústrias de laticínios.

Considerando as razões apresentadas, acreditou-se relevante a investigação desta técnica já que haveria melhoria na qualidade do produto, redução dos problemas ecológicos e um aumento significativo no rendimento (15 a 18%), visto que haveria uma maior competitividade nas indústrias que vierem a utilizá-la.

Esta maior competitividade se justifica porque o tratamento para eliminação do soro, dada a sua característica poluente, pelos métodos tradicionais representaria um custo adicional muitas vezes elevado para a indústria, pois seria obrigada a recorrer a grandes instalações para tratamento de resíduos. Acredita-se que o uso da ultrafiltração, permita que o investimento se torne rentável e com perspectiva de lucro, já que respeita o processamento tradicional dos mais variados tipos de queijos, não havendo necessidade de alterar os equipamentos usuais, como pasteurizadores, padronizadores, tanques de fabricação, prensas, etc..

## II. MATERIAL E MÉTODOS

### - Fabricação de queijo

A fabricação de queijo dá-se de forma tradicional, respeitando os processos usuais de cada tipo de queijo.

#### - Filtração

O soro resultante foi filtrado para retirada das partículas em suspensão, já que estas partículas trariam grandes inconvenientes nas fases subsequentes, como por exemplo a pasteurização e a ultrafiltração. Recomenda-se que em escala industrial seja feita uma clarificação.

#### - Pasteurização

O soro foi pasteurizado a 63°C por 20' em tanque encamisado com agitação constante, para interromper o crescimento de microorganismos e consequente acidificação que poderiam, durante o processo, alterar as características do produto. É essencial, também, para interromper a ação das enzimas (coelho, proteases, etc..) que são termolábeis. Esta etapa do processo em escala industrial, poderá ser feita em trocador de calor a placas convencional a 70-72°C por 16".

#### - Ultrafiltração

O soro filtrado e pasteurizado foi ultrafiltrado em sistema "batch" através de unidade piloto de UF. A membrana utilizada era de polisulfona, marca Tri-clover, tipo espiral, com 4,7m<sup>2</sup> de área filtrante e com faixa de retenção (peso molecular) entre 3.000 e 5.000. Com área filtrante de 4,7m<sup>2</sup>, a vazão de alimentação, a uma temperatura de 20-24°C, foi de... 61/min, ou seja, 360 l/h, trabalhando com uma pressão de 5 kgf/cm<sup>2</sup> e 4,4kgf/cm<sup>2</sup> respectivamente de entrada e saída da membrana. A faixa de tolerância para pH está entre 1 e 11.

A sistemática adotada na operação de UF foi alimentar o tanque do equipamento com soro à temperatura de 50-55°C, e deixá-lo recircular, mantendo sempre constantes as pressões de entrada e saída.

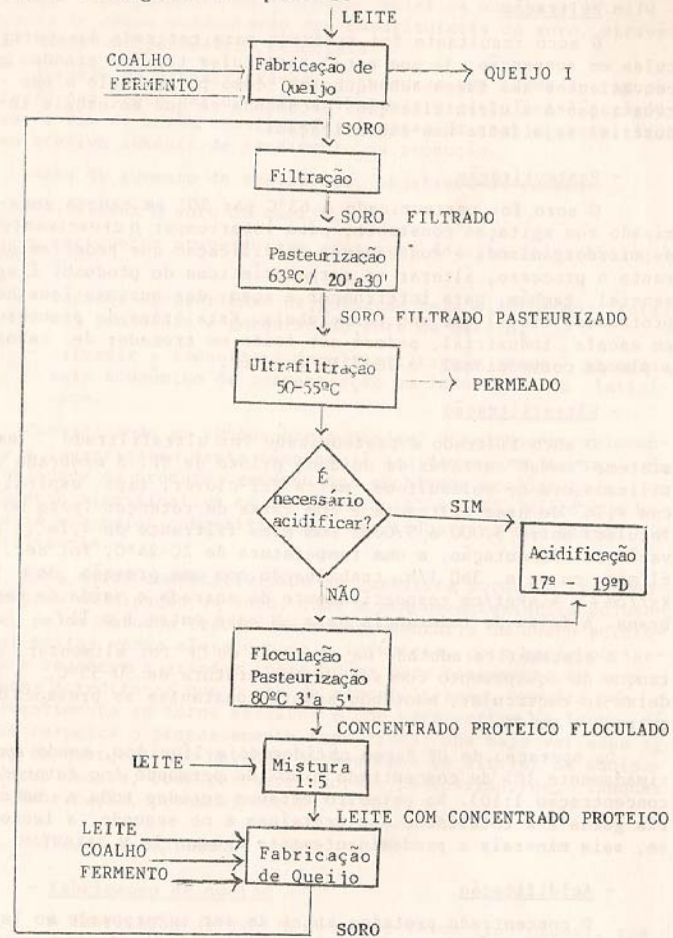
Da operação de UF foram obtidos dois líquidos, sendo aproximadamente 10% de concentrado e 90% de permeado (no fator de concentração 1:10). No primeiro estavam retidas toda a matéria gorda e a totalidade das proteínas e no segundo, a lactose, sais minerais e predominantemente água.

#### - Acidificação

O concentrado proteico antes de ser incorporado ao leite para fabricação do queijo, era submetido, quando necessário, a acidificação com ácido láctico alimentar até 17-19°D.



## I I.1 Fluxograma do processo



#### - Floculação/Pasteurização

O concentrado proteico era aquecido a 80°C-82°C durante 3' a 5' onde ocorre a floculação das proteínas e destruição de microorganismos indesejáveis. Esta floculação era necessária para que as proteínas e as gorduras, que não geleificadas pelo coalho, fossem incorporadas no coágulo caseínico para a fabricação do queijo.

#### - Mistura

Ao concentrado proteico floculado era adicionado leite pasteurizado e padronizado na proporção de 1:5 (em escala industrial é suficiente 1:3), sem adição de fermento e coalho, emulsionado e bombeado a alta pressão para o tanque de fabricação. A finalidade desta operação era de se conseguir uma suspensão microscópica estável padrão, pelo menos o tempo necessário para a coagulação uniforme. Esta suspensão faz com que o coágulo da caseína incorpore as proteínas floculadas e suspensas do concentrado, sem influir na plasticidade e elaborabilidade da massa. A olho nú a suspensão é imperceptível.

#### - Fabricação de Queijo

Ao tanque de fabricação era adicionado o restante do leite pasteurizado e padronizado para queijaria, o fermento, o coalho e os demais ingredientes conforme o tipo de queijo a fabricar. É importante não ultrapassar o limite de 10:1 de leite/concentrado, já que considerou-se esta proporção como limite para que as proteínas do concentrado sejam incorporadas pelo coágulo da caseína. A quantidade de queijo resultante desta fase superou em 15% a 18% a quantidade normal obtida com o mesmo volume de leite da 1ª fase.

As alterações nos procedimentos tradicionais para que os processos de fabricação se desenvolvam de maneira conveniente, são pequenas e devem ser verificadas para cada tipo de queijo.

### III. RESULTADOS E DISCUSSÕES - Queijo Tipo Prato

#### III. 1 - Composição média dos resultados das análises

Dos tipos de queijos testados, apresentaremos a composição média dos resultados das análises físico-químicas apenas do queijo Tipo Prato, por acreditarmos ser um dos queijos de maior consumo no país.

### III.2 - Coeficiente de retenção da membrana

O coeficiente de retenção da membrana designa o índice de separação do componente pela membrana do módulo de ultrafiltração utilizado. É calculado pela equação  $R_i = 1 - \frac{C_{ip}}{C_{ir}}$  onde  $C_{ip}$  e  $C_{ir}$  é a concentração de

"i" no permeado e concentrado (retentado) do módulo, quando a concentração é definida como massa do componente por massa de solvente.

$$R_{\text{proteína}} = 0,97$$

$$R_{\text{gordura}} = 1,00$$

$$R_{\text{cinzas}} = 0,41$$

### III.3 - Fatores de concentração e redução de volume

$$F_C = \frac{\text{volume soro}}{\text{volume do concentrado}} \quad F_C = 10,4$$

$$F_{RV} = \frac{\text{vol. soro/densidade}}{\text{vol. ccnc/densidade}} \quad F_{RV} = 10,8$$

$$F_{CP} = \frac{\text{proteína no concentrado}}{\text{proteína no soro}} \quad F_{CP} = 6,60$$

### III.4 - Rendimento: 15,3%

Média Queijo I - 9,3 l<sup>2</sup>kg

Queijo II - 8,0 l<sup>2</sup>kg

Queijo I - 15,600 kg em 145 l de leite.

Queijo II - 16,600 kg em 133 l de leite.

## IV. CONCLUSÕES

O processo é viável tanto sob o aspecto tecnológico, uma vez que as alterações na tecnologia são pequenas e as características do produto são semelhantes as do queijo en -

contrado no mercado, como sob o aspecto econômico, já que se obtém um aumento real do rendimento, em torno de 15 a 17%, com rápido retorno de investimento, visto que parte-se de uma matéria-prima relativamente barata, abundante e descartada.

Com o processo de ultrafiltração obtém-se um produto de valor nutritivo superior, já que incorporam-se proteínas de alto valor biológico (superior ao da caseína).

O tratamento do soro através da ultrafiltração, representa um grande interesse para a indústria não só por constituir um excelente meio de revalorizar o sub-produto soro, como também porque permite resolver, em parte, o delicado problema de eliminação das águas residuais, já que são retirados os principais causadores da poluição: o material proteico e a gordura (quando não há desnate).

O permeado obtido por este processo é um soro estéril, desprovido de proteínas e gordura, mas com grandes possibilidades de utilização. Sua composição, basicamente, é lactose, sais minerais e predominantemente água (94%). Este produto é ideal para produção de lactose e/ou xarope glicosado.

A gordura é responsável, em grande parte, pela redução na vazão do equipamento, pois causa depósitos nas membranas pelo bloqueio de seus poros. Deve-se tomar cuidados especiais durante a operação e limpeza do equipamento.



QUEIJO TIPO PRATO - MÉDIA DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

ANÁLISES	ACTIDEZ g D	ACIDIDADE	DENSIDADE	CLORETO	EST	FSD	LACTOSE	SAIS (CINZAS)	PROT. TOTAIS	ALBUM. + CASFI- NAS
AMOSTRAS										
LEITE	16,3	3,0	1.033,3	0,16	12,0	9,0	9,0	0,74	3,3	0,61
SORO CONVENCIONAL	11,4	0,26	1.027,1	0,18	7,0	6,64	4,9	0,55	0,75	0,65
SORO PASTEURIZADO	11,0	0,26	1.027,1	0,18	7,0	6,64	4,9	0,55	0,75	0,65
PERMEADO	8,90	0,0	1.023,6	0,31	5,5	5,5	4,8	0,63	0,17	-
CONCENTRADO	19,7	2,3	1.031,0	0,39	12,71	10,41	4,5	0,94	5,2	-
LEITE + CONCENTRADO	16,5	2,94	1.033,4	0,18	12,0	9,06	4,7	0,75	3,4	0,80
SORO NÃO CONVENCIONAL	11,6	0,36	1.027,8	0,22	7,20	6,84	4,9	0,58	0,91	0,80
QUEIJO I	16,1	29,0	-	-	57,5	28,5	-	4,2	23,0	-
QUEIJO II	16,3	26,0	-	-	54,5	28,5	-	4,3	21,7	-

UMIDADE  
 $Q_1 = 42,5\%$   
 $Q_2 = 45,5\%$