

TECNOLOGIAS DE SEPARAÇÃO APLICADAS AO SORO CAPRINO

Suelma Ferreira do Oriente ¹
Pedro Ivo Soares e Silva ²
Nayara Jessica da Silva Ramos ³

RESUMO

O valor nutricional do leite caprino é amplamente conhecido no meio científico, bem como sua importância na alimentação das populações. No Brasil, grande parte do leite caprino é produzido em pequena escala e, muitas vezes, processada em condições artesanais. Ademais, o soro é o subproduto proveniente da produção de queijos e de caseína industrial, representando cerca de 60 a 90% do leite utilizado para essas produções, necessitando cada vez mais do estudo de alternativas viáveis para o seu melhor aproveitamento. Uma vez que, o soro já foi considerado uma matéria-prima de aproveitamento oneroso para a indústria de laticínios, entretanto com as regulamentações ambientais que proíbem o descarte de produtos com elevada demanda biológica de oxigênio (DBO), com as comprovações científicas do valor nutricional de seus constituintes e com o desenvolvimento de técnicas de filtração, o soro é amplamente requisitado como ingrediente ou como precursor de ingredientes na indústria de alimentos, estando entre os alimentos mais procurados devido a riqueza nutricional e também, pela preservação do meio ambiente que têm sido a tendência deste novo milênio. Logo, esta revisão destaca os trabalhos científicos que abordam tais tecnologias de filtração possíveis no soro caprino através da separação por membranas, se destacando a ultrafiltração (UF), que se apresenta como um método alternativo bastante atraente, uma vez que não faz uso do calor e não envolve mudança de fase, o que torna o processo de concentração mais econômico na indústria de laticínios para o desenvolvimento de compostos à base de soro de queijo.

Palavras-chave: Caprino, Leite, Membranas, Subproduto, Ultrafiltração.

INTRODUÇÃO

A busca por alimentos mais nutritivos, ricos em proteínas, com menos colesterol e menos sódio tem tornado o consumidor mais exigente, avaliando atualmente não apenas o preço, mas também a composição nutricional do produto e a contribuição da empresa fornecedora quanto a preservação do meio ambiente ao qual estão inseridos que têm sido a tendência deste novo milênio.

O leite caprino, seus produtos e subprodutos representam um nicho promissor para a indústria láctea, devido principalmente aos benefícios nutricionais e suas propriedades para a saúde humana, porém a pequena produção por animal e a sazonalidade são fatores limitantes

¹ Mestranda do Curso de Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, suelma_oriente09@hotmail.com;

² Mestrando do Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual - UEPB, pedroivosoares@hotmail.com;

³ Mestranda do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, nayarinha_jessica@hotmail.com.

na utilização de leite caprino, com conseqüente descontinuidade no fornecimento de matéria-prima.

O leite caprino tem sido utilizado como alternativa para alimentação de crianças e adultos sensíveis ou intolerantes ao leite bovino, possuindo características como: alta digestibilidade, alcalinidade distinta e maior capacidade tamponante (GUERRA *et al.*, 2008, p. 2). A maior digestibilidade do leite caprino deve-se ao percentual mais elevado de ácidos graxos de cadeia curta e média, facilitando a digestibilidade e favorecendo o esvaziamento gástrico e, em conseqüência, reduzindo o aparecimento de refluxo gastroesofágico.

O soro lácteo, também conhecido como soro de leite, soro de queijo ou lactossoro é a fração solúvel do leite rica em proteínas, minerais e lactose, que é separada da caseína durante a produção de queijo e, representa a porção aquosa do leite que se separa do coágulo durante a fabricação do queijo (PAGNO, 2009, p. 24).

Apesar do alto valor nutricional agregado, bem como sua importância na alimentação das populações, este subproduto da fabricação de queijos é amplamente descartado no meio ambiente, representando cerca de 60 a 90% do leite utilizado para essas produções, sendo necessário cada vez mais o estudo de alternativas viáveis para o seu melhor aproveitamento, tendo em vista o volume produzido e sua composição nutricional (VIEIRA *et al.*, 2009, p. 1), evitando assim que se constitua um agente de poluição ambiental, ressaltando a importância deste subproduto na indústria de laticínios, uma vez que, pode ser aproveitado pelas indústrias de alimentos e pela área de biotecnologia.

Pesquisas recentes apontam o soro lácteo caprino como potencial alimento funcional, principalmente por sua constituição proteica e pelos produtos da degradação enzimática de suas proteínas (SANTOS, 2014, p. 7). Porém, os fatores que determinam a dificuldade no aproveitamento do soro de queijo são os elevados teores de água, de sais e de lactose, sendo o método convencional de concentração de soro, a evaporação térmica. As principais desvantagens deste método são o elevado consumo energético e o elevado teor de sais e açúcares no produto concentrado (BOSCHI, 2006, p. 2).

O desenvolvimento de novas tecnologias capazes de solucionar o problema do soro de queijo pode trazer benefícios econômicos e ambientais, pois o soro é considerado uma importante fonte de proteína a ser utilizada para consumo, assim, justificam-se estudos sobre a possibilidade de utilizá-lo comercialmente.

Logo, os processos de separação por membranas (PSM) vêm sendo utilizadas nas indústrias com a finalidade de separar, purificar ou concentrar determinados componentes da

mistura de interesse, a exemplo do conteúdo proteico existente no soro caprino (BOSCHI, 2006, p. 1). Podendo o soro servir como base na produção de uma variedade de produtos e ingredientes, incluindo bebidas lácteas, ricotas, concentrados e hidrolisados proteicos, suplementos alimentares, lactose e entre outros produtos lácteos, promovendo maior agregação de valor nutricional e diversificação dos derivados do leite caprino.

Diante disso, pesquisas na área de laticínios caprinos tornam-se importantes para contribuir na busca de alternativas para o desenvolvimento da caprinocultura leiteira nacional e o fortalecimento desta cadeia produtiva, principalmente para as pequenas propriedades rurais, que são as que mais contribuem para a produção de leite caprino. Sendo necessário, o estabelecimento de estratégias para o desenvolvimento de novos produtos que compreendam a aquisição e uso de novas tecnologias. Dando assim, a merecida importância a inovação tecnológica no setor da indústria láctea, podendo ser observado o progresso da tecnologia que vem possibilitando e permitindo que a indústria de alimentos viva essa inovação, aumentando assim, a competitividade dos seus produtos, a disposição de alimentos de melhor qualidade para os consumidores e não menos importante, como também a preservação do meio ambiente.

METODOLOGIA

Aplicações dos Processos de Separação por Membranas em Produtos Lácteos

Uma alternativa para minimizar o impacto ambiental e aproveitar as propriedades nutritivas do soro de queijo é utilizá-lo na produção de novos produtos alimentícios ou a agregação do soro aos já existentes.

Esse subproduto possui alto valor nutricional, em decorrência da presença de proteínas com elevado teor de aminoácidos essenciais e apresentam conformações globulares compactadas que lhe confere propriedades funcionais próprias (HARAGUCHI *et al.*, 2006, p. 1).

Portanto, para a produção dos derivados do leite é necessário que se faça a separação dos solutos que estão diluídos no meio líquido e, quando os laticínios investem no aproveitamento e concentração do soro de leite acabam se favorecendo das propriedades funcionais fisiológicas e tecnológicas das proteínas que o compõem (ANTUNES *et al.*, 2003, p. 2), podendo conferir propriedades de interesse em iogurtes, cremes de leite, manteigas, requeijões, entre outros, que nas versões light apresentam custo diferenciado.

Entre os principais desafios encontrados pelos pesquisadores, destacam-se o alto percentual de água existente e a necessidade de se manter as propriedades físico-químicas e

biológicas do soro de queijo, assim, pesquisas direcionam seu aproveitamento na forma líquida, a exemplo da concentração de proteínas, ou na produção de biogás e etanol (SERPA *et al.*, 2009, p. 2).

O componente mais valioso do soro são as proteínas, mas sua concentração neste líquido é reduzida, e, para realçar as suas propriedades funcionais, tais como solubilidade, emulsificação e formação de espuma, são necessárias etapas de concentração (PAGNO, 2009, p. 36).

Sendo assim, a produção do soro é, atualmente, um dos problemas mais críticos para a indústria de laticínios. Industrialmente, o soro caprino pode ser processado mediante diversas técnicas, tais como filtração, centrifugação, evaporação, secagem, ultrafiltração, osmose reversa, fermentação, desmineralização e cristalização (FIDELIS, 2011, p. 6).

A ultrafiltração é um processo de separação por membranas tipicamente usado para reter macromoléculas como as proteínas do soro de queijo, permitindo que pequenas moléculas de baixa massa molar, tais como lactose, sais e água atravessem livremente a membrana. Portanto, além da remoção de água, a UF é capaz de reduzir o teor de sais e de lactose, desde que a membrana seja escolhida adequadamente (BOSCHI, 2006, p. 3).

O produto final da concentração de proteína do soro (WPC) de queijo classifica-se em WPC 34, WPC 50, WPC 60, WPC 75 ou WPC 80 e deverá conter percentuais mínimos de proteína de 34%, 50%, 60%, 75% e 80%, respectivamente (USDEC, 2004; LEITE *et al.*, 2006, p. 9).

REFERENCIAL TEÓRICO

Processos de Separação por Membranas (PSM)

Ao se fazer o processamento de uma matéria-prima em alimento para consumo, o mais importante para a indústria alimentícia é a preservação das condições nutricionais e a garantia da qualidade para o consumidor (CHERYAN, 1999; VIEIRA *et al.*, 2014, p. 23 - 24). Para que isso aconteça é necessário que a matéria-prima passe por etapas que irão causar alterações físicas e químicas, para que tal objetivo seja atingido, vindo também a reduzir os custos, para que o produto processado tenha um valor final acessível e por consequência uma boa aceitação comercial.

Os PSM são operações que utilizam membranas no fracionamento de misturas, soluções e suspensões envolvendo espécies de tamanho e natureza química diferentes, com o objetivo de separar, purificar ou concentrar as substâncias presentes.

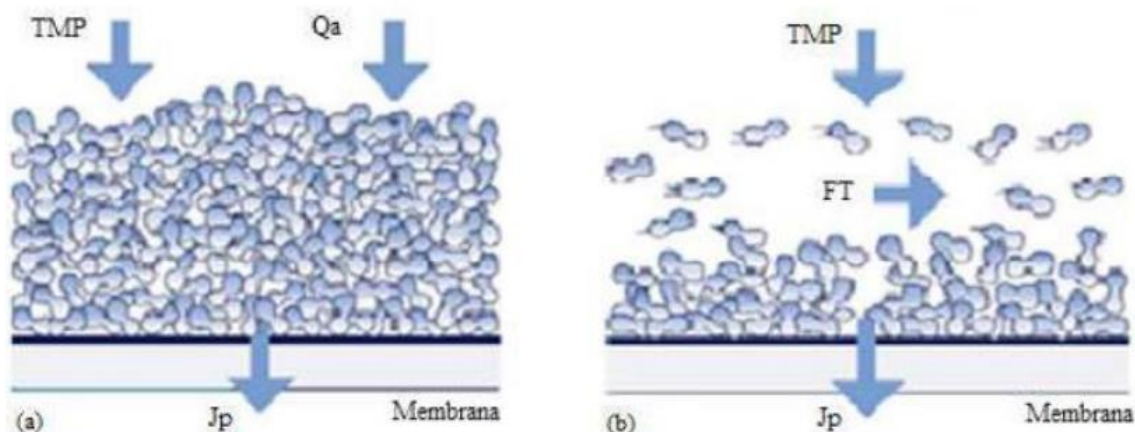
As membranas devem apresentar características específicas conforme a separação desejada. A função da membrana é funcionar como uma barreira seletiva, que permita a passagem de uns componentes e a retenção de outro tipo de componente, de acordo com o tamanho das partículas e de sua massa molecular (BRANS *et al.*, 2004; VIEIRA *et al.*, 2014, p. 24).

As propriedades de separação das membranas dependem de fatores como: a natureza química do material constituinte, existência ou não de poros e, no caso de membranas porosas, o tamanho dos poros e sua distribuição. Outro fator que influi no desempenho das membranas é a forma como as membranas são acondicionadas em módulos (BOSCHI, 2006, p. 4).

Quando comparados aos diversos processos de separação convencionais usados industrialmente, esta tecnologia possui a grande vantagem que devido ao baixo consumo energético, a operação ocorre à temperatura ambiente, podendo ser aplicados no fracionamento de substâncias termolábeis, sem o uso do calor excessivo (evaporação e condensação), como as proteínas do soro. Por isso essa tecnologia foi amplamente aceita e difundida pela indústria de laticínios (MAUBOIS & CARVALHO, 2009; VIEIRA *et al.*, 2014, p. 24). Outras vantagens que favorecem o emprego dos PSM são: a possibilidade de operar em sistema contínuo ou em batelada, a simplicidade de operação, o pequeno espaço físico, a facilidade de ampliação de escala e a possibilidade de interagir com outros processos clássicos de separação (BOSCHI, 2006, p. 4).

Na figura 1 é apresentando um esquema que demonstra a diferença entre a filtração convencional e a tradicional. Outra vantagem da separação por membranas é que permite uma filtração tangencial, a qual é importante para reduzir alguns fatores que diminuem a eficiência da filtração, tais como a polarização por concentração e o entupimento.

Figura 1: (a) Filtração convencional; (b) filtração tangencial. TMP – pressão transmembrana; Q_a – vazão de alimentação; FT – fluxo tangencial; J_p – fluxo de permeado. (Adaptado de MILLIPORE®).
Fonte: Pereira (2009) adaptado por Vieira et al. (2014, p. 25).



As membranas são constituídas por diversos materiais, as mais encontradas são as de polímeros de celulose, polisulfonas, metais, ou de materiais cerâmicos. As membranas de material de cerâmica são mais atuais e de maior importância comercial, pois têm como vantagens a fácil esterilização e também são resistentes em altas temperaturas. As membranas compostas de polisulfona e poliamida são mais resistentes, e uma de suas vantagens é que pode ser trabalhar em uma faixa de pH (2-12) e em temperaturas de até 80 °C, portanto esse tipo de membrana é mais utilizado na indústria de laticínios e de alimentos (VIEIRA *et al.*, 2014, p. 25).

As membranas podem ser densas ou porosas, anisotrópicas ou isotrópicas e em relação à sua conformação estrutural, podem ser planas (placas, quadro, espiral) e cilíndricas.

A filtração, utilizando as membranas, se difere da convencional pelo tamanho das partículas que são separadas, sendo que a separação por membranas permite separar partículas menores que 10 micrometros (VIEIRA *et al.*, 2014, p. 25).

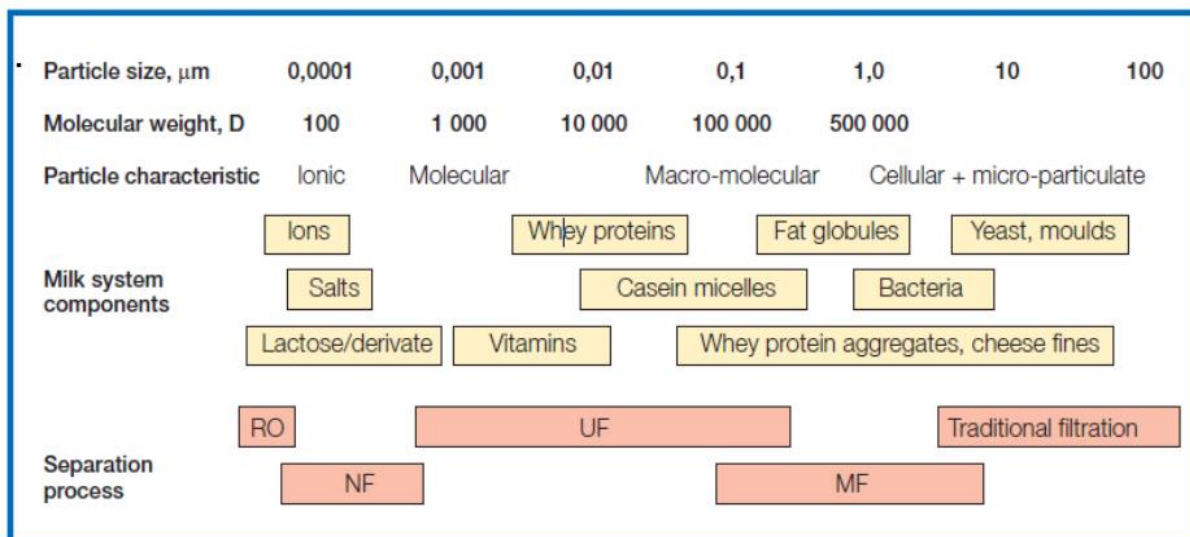
O transporte através das membranas se dá pela passagem da solução pela pressão transmembrana, que se dá pela diferença de pressão entre as duas faces da membrana, de forma que o tamanho dos poros da membrana é que vai reter ou deixar passar partículas de acordo com o seu tamanho e massa molar.

Sendo assim, a capacidade de separação das membranas vai depender de alguns fatores tais como: a resistência da membrana, que vai depender de sua espessura, distribuição dos poros, diâmetros dos poros; a resistência ao transporte, que vai gerar o processo de polarização por concentração e fouling; o tamanho das moléculas e do gradiente de concentração (JUDD & JEFFERSON, 2003; VIEIRA *et al.*, 2014, p. 25).

Outro fator importante de se destacar é o desempenho da membrana e sua eficiência, esses parâmetros são medidos por sua seletividade e pelo fluxo permeado. A seletividade se dá pela capacidade de separar moléculas e o fluxo permeado vai mostrar a produção do volume que passa através de uma unidade de área da membrana por unidade de tempo (VIEIRA *et al.*, 2014, p. 25).

Novas técnicas de filtração surgiram para o processo de separação por membranas, tais como a osmose reversa (OR), nanofiltração (NF), ultrafiltração (UF) e microfiltração (MF) (VIEIRA *et al.*, 2014, p. 26). A Figura 2 apresenta um esquema que mostra as diferenças principais nas técnicas citadas.

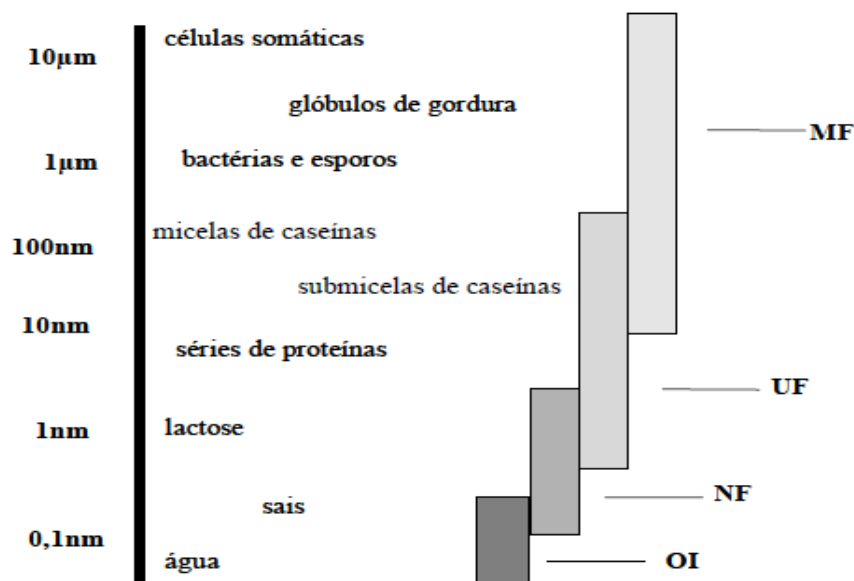
Figura 2: Aplicações do processo de separação por membranas na indústria de produtos lácteos. Fonte: Bylund (1996).



A tecnologia de separação por membranas é uma escolha adequada para o fracionamento do leite, seus produtos e subprodutos, pois muitos dos seus componentes podem ser separados por diferença de tamanho (BRANS *et al.*, 2004; BOSCHI, 2006, p. 7). A Figura 3 apresenta o tamanho de tais componentes e o respectivo PSM que poderia ser empregado na separação destes.

Figura 3: Aplicação dos PSM para separação de componentes do leite em função do seu tamanho.

Fonte: Brans *et al.* (2004) adaptado por Boschi (2006, p. 7).



O grande progresso da tecnologia tem possibilitado o desenvolvimento de novos produtos e tem permitido que a indústria de alimentos viva essa inovação, aumentando assim a competitividade dos seus produtos.

A microfiltração pode ser utilizada industrialmente como uma alternativa para a pasteurização ou a esterilização (a frio) parcial de alimentos, pois retém microrganismos durante a operação. Como não necessita de calor para a operação, não ocorre alteração de estado físico da solução e as características sensoriais e nutricionais dos compostos processados não são alteradas (BIRD e BARTLETT, 2002; BOSCHI, 2006, p. 8).

A MF é de emprego recente na indústria de laticínios, adequando-se ao fracionamento de proteínas do soro e à separação de microrganismos e glóbulos de gordura de leite e de soro são retidos pela membrana com tamanho nominal de poro entre 0,2 a 2,0 mm (GIRALDO-ZUÑIRA *et al.*, 2004; BOSCHI, 2006, p. 8).

A ultrafiltração é uma tecnologia que pode ser aplicada na indústria de laticínios para o processamento do leite integral, semidesnatado ou desnatado, sendo inclusive utilizada, na separação de lactose do leite, na padronização do valor nutricional de diferentes tipos de leite, na concentração do leite para a fabricação de queijos, na recuperação de proteínas do soro de queijo e na pré-concentração do leite para a produção de iogurte (ERDEM *et al.*, 2006; BOSCHI, 2006, p. 8).

Atualmente, a UF é a técnica mais utilizada para a concentração de componentes do leite e para o processamento de produtos lácteos como os queijos e, a grande vantagem dessa tecnologia é que ela permite a separação de solutos sem o uso do calor excessivo e isso é

importante para o tratamento de substâncias que são sensíveis à temperatura elevada, como é o caso das proteínas (MAUBOIS & CARVALHO, 2009; VIEIRA *et al.*, 2014, p. 9).

A nanofiltração, mais recentemente, está sendo aplicada na produção de derivados de lactose, como os oligossacarídeos do leite de caprino (MARTINEZ-FEREZ *et al.*, 2006), através da filtração tangencial usando dois estágios com membranas cerâmicas de UF e NF obtendo um concentrado com mais de 80% em oligossacarídeos, que são usados em formulações de produtos para crianças para combater doenças.

O processo de osmose inversa (OI), também conhecida por osmose reversa (OR), pode ser combinado com outros PSM para separar vários componentes. Sendo usada na remoção de água do soro e, na pré-concentração ou concentração do leite e do soro, da lactose e de proteínas do soro (GIRALDO-ZUÑIGA *et al.*, 2004; BOSCHI, 2006, p. 10).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas afirmações dos autores citados sobre os processos aplicados aos produtos lácteos, têm-se que, industrialmente, o soro pode ser processado mediante diversas técnicas, tais como filtração, centrifugação, evaporação, secagem, ultrafiltração, osmose reversa, fermentação, desmineralização e cristalização (FIDELIS, 2011, p. 6).

Apesar da tecnologia de membranas de filtração por osmose reversa (OR), do soro de queijo, ter sido a primeira aplicação de sucesso comercial em 1971, a ultrafiltração (UF) é mais utilizada na indústria de laticínios, para o desenvolvimento de compostos à base de soro de queijo, com altos teores de proteína e baixos teores de gordura (BOSCHI, 2006, p. vi), como o concentrado proteico e o isolado proteico, os quais, dependendo do grau de pureza são utilizados na fabricação de produtos lácteos, embutidos, pães, chocolates, biscoitos e bebidas, entre outros, expandindo assim, sua aplicação.

Os resultados dos estudos de Baldasso (2008, p. 82) indicaram que o processo da ultrafiltração (UF) é adequado para obtenção de concentrados protéicos com diferentes graus de pureza, podendo chegar a uma pureza protéica de 70 % em base seca, mas, apesar da versatilidade tecnológica da UF e dos custos, em princípio, competitivos, a aplicação desta técnica só é rentável para grandes volumes de soro de queijo (PINTADO *et al.*, 2007, p. 3).

Especial interesse tem sido recentemente dedicado para os efeitos do tratamento térmico, dos campos elétricos pulsados, ou os radicais oxidantes (KONG *et al.*, 2013; CARDOSO *et al.*, 2014, p. 30) em concentrados e isolados da proteína de soro de queijo, o que

pode resultar em mudanças de conformação das proteínas e assim, em diferentes propriedades funcionais, como a solubilidade, emulsão, ou a capacidade de formação de espuma.

Os isolados proteicos do soro, como: proteínas, lactose, sais e gordura, são altamente valiosos por suas propriedades nutricionais e funcionais, podendo ser usados nas indústrias de alimentos, cosméticos e medicinais como ingredientes funcionais (ROSSANO *et al.*, 2001; BOSCHI, 2006, p. 30).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além da economia gerada pela diminuição dos descartes, como neste caso, através da utilização do soro caprino nas mais diversas formulações alimentícias, tem-se ainda mais motivos para o incentivo do desenvolvimento de uma metodologia que vise não apenas a otimização do processo produtivo, mas também da otimização na geração dos seus resíduos, que na maioria das vezes podem ser reaproveitados em grande quantidade do seu volume gerado.

Com base nos trabalhos citados, há a necessidade de estudos para conservar e utilizar o soro caprino e derivados minimizando problemas tanto de ordem ambiental como nutricional, em benefício da saúde da fauna, flora e do próprio homem, ressaltando assim uma maior ênfase à importância dos trabalhos de revisão que veem a proporcionar um maior embasamento e conhecimentos das técnicas e estudos aplicados a respeito dos experimentos, podendo-os reproduzir até mesmo em escalas industriais.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, A. E. C.; CAZETTO, T. F.; BOLINI, H. M. A. Iogurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado protéico do soro de leite: perfil de textura, sinérese e análise sensorial. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 15, n. 2, p. 107-114, 2008.

BALDASSO, C. Concentração, purificação e fracionamento das proteínas do soro lácteo através da tecnologia de separação por membranas. 163 f. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

BIRD, M. R.; BARTLETT, M. Measuring and modelling flux recovery during the chemical cleaning of MF membranes for the processing of whey protein concentrate. **Journal of Food Engineering**, v. 53, n. 2, p. 143-152, 2002.

BOSCHI, J. R. Concentração e purificação das proteínas do soro de queijo por ultrafiltração. 119 f. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

BRANS, G.; SCHROEN, C.G.P.H.; VANDER SMAN, R.G.M; EBOOM, R.M. Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. **Journal of Membrane Science**. V. 243, n 1, 263-272 p. 2004.

CARDOSO, G. de S. P. et al. Avaliação físico-química e microbiológica do leite cru refrigerado e soros dos queijos minas frescal e mussarela estocados sob diferentes temperaturas. 125 f. **Tese** (Doutorado). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2014.

CHERYAN, M. **Ultrafiltration Handbook**. 552 p. 2 ed. CRC Press. Flórida, 1999.

ERDEM, I., CIFTCIOGLU, M., HARSA, S. Separation of whey components by using ceramic composite membranes. **Desalination**, v. 189, p.87-91, 2006.

FIDELIS, P. C. Desenvolvimento de um adsorvente contínuo supermacroporoso de troca catiônica para recuperação de lactoferrina de soro de leite. 87 f. **Tese** (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2011.

GIRALDO-ZUÑIGA, A. D., COIMBRA, J. S. R., GOMES, J. C., MINIM, L. A., ROJAS, E. E. G., GADE, A. D. Tecnologias aplicadas ao processamento do soro de queijo. **Dairy Journal Bimonthly The “Cândido Tostes” Dairy Institute**, v. 59, p.53-66, 2004.

GUERRA, I. C. D. et al. Análise comparativa da composição centesimal de leite bovino, caprino e ovino. **Encontro de Iniciação à Docência**, v. 10, 2008.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; PAULA, H. de. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Rev. Nutr.**, v. 19, n. 4, p. 479-88, 2006.

JUDD, S. & JEFFERSON, B. Membranes for industrial wastewater recover and reuse. **Elsevier**. 1 ed. United Kingdom, 2003.

KONG, B., XIONG, Y., CUI, X., & ZHAO, X. Hydroxyl radical- stressed whey protein isolate: Functional and rheological properties. **Food and Bioprocess Technology**. v. 6, n. 1, p. 169-176, 2013.

LEITE, M. T. et al. Otimização da produção do ácido láctico através da fermentação do soro de queijo por *Lactobacillus helveticus*. 157 f. **Tese** (Doutorado) Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2006.

MAUBOIS, J.L.; CARVALHO, F.A. Application of membrane. **Technologies in the Dairy Industry**. Cap. 3, p. 33-56.

PAGNO, C. H. Desenvolvimento de espessante alimentar para líquidos com valor nutricional agregado, destinados a indivíduos disfágicos. 83 f. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009.

PEREIRA, O. I. Análise e otimização do processo de ultrafiltração do soro de leite para produção de concentrado proteico. 62 f. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, 2009.

PINTADO, M. E.; MALCATA, F. X. Alguns Contributos Biotecnológicos Recentes para a Valorização do Principal Subproduto da Indústria de Laticínios. Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa. **Revista Engenharia Química**, n. 5, p. 2-5. Jan – Mar, 2007.

ROSSANO, R.; D'ELIA, A.; RICCIO, P. One-step separation from lactose: recovery and purification of major cheese-whey proteins by hydroxyapatite – A flexible procedure suitable for small and medium-scale preparations, **Protein Expression and Purification**, v. 21, p.165-169, 2001.

SANTOS, W. M. dos. Caracterização de soro de queijo de cabra seco em spray dryer e avaliação da degradação proteica na presença de bactérias probióticas comerciais. 44 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação). Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2014.

SERPA, L.; PRIAMO, W. L.; REGINATTO, V. Destino ambientalmente correto a rejeitos de queijaria e análise de viabilidade econômica. In: **2nd International Workshop–Advances in Cleaner Production**. 2009. p. 1-10.

VIEIRA, A.D.S. et al. Influência da adição de soro de queijo minas frescal de cabra na aceitação de bebidas lácteas sabor chocolate preparadas com leite de cabra. Encontro de Iniciação Científica. **Anais**. Universidade Estadual Vale do Acaraú. Sobral, 2009.

VIEIRA, A. H. et al. Elaboração e estabilidade de queijo minas frescal de leite de búfala concentrado por ultrafiltração e com reduzido teor de sódio. 64 f. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2014.