

COMPORTAMENTO DO LEITE DE BÚFALA (*Bubalus bubalis*) DESNATADO E PASTEURIZADO DURANTE O PROCESSO DE ULTRAFILTRAÇÃO

ELANE SCHWINDEN PRUDÊNCIO*

RENATA BONGIOLO MAGENIS**

LEILA DENISE FALCÃO***

MARILDE T. BORDIGNON-LUIZ*

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento do leite de búfala desnatado e pasteurizado quanto ao fluxo do permeado (J) e as percentagens de retenção (% Rt) e de recuperação (% Rc) de componentes no retentado durante o processo de ultrafiltração (UF). Os valores médios do fator de redução volumétrico (FRV) e J foram iguais a 3 e 35 L.h⁻¹.m⁻², respectivamente. As percentagens de Rt e Rc aumentaram com a elevação do fator de redução volumétrico (FRV). A UF do leite de búfala desnatado e pasteurizado elevou a percentagem de Rt de lipídios (100,0%) e proteínas (94,8%), incluindo a caseína (99,6%) e as proteínas do soro (82,5%), bem como a percentagem de Rc de Ca (99,9%), Mg (81,5%) e P (98,2%).

PALAVRAS-CHAVE: LEITE DE BÚFALA; ULTRAFILTRAÇÃO; RETENTADO; PERMEADO.

1 INTRODUÇÃO

A ultrafiltração (UF), tecnologia de separação e/ou concentração por membranas, tem despertado o interesse das indústrias leiteiras em decorrência de diversas vantagens. A UF requer menos energia que o processo de evaporação convencional, pois os componentes do leite

* Professora, Doutora do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos (PGCAL), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis / SC (e-mail: elane@cca.ufsc.br).

** Mestre em Ciência dos Alimentos, UFSC, Florianópolis / SC.

*** Doutoranda do PGCAL, UFSC, Florianópolis / SC.

são separados e/ou concentrados através de membranas, empregando baixas temperaturas e pressões. Quando aplicada no local da ordenha permite a redução do volume a ser transportado. Também possibilita o desenvolvimento de produtos com novas características físico-químicas e sensoriais, consideradas de grande aceitabilidade, como a incorporação de proteínas do soro, aumentando seu valor nutricional, funcional e o rendimento. Além disso, permite a padronização do teor protéico do leite e o aproveitamento do soro de queijo (SRILAORKUL et al., 1989).

MAUBOIS, MOCQUOT e VASSAL propuseram o uso do processo de UF em 1969 (GUINEÉ et al., 1996) para concentrar os principais componentes do leite. Esse processo tornou-se conhecido mundialmente como MMV em razão das iniciais de seus idealizadores (SABOYA, 2002). Na UF o líquido retido pela membrana é denominado retentado (concentrado), enquanto o permeado (filtrado) consiste no líquido que ultrapassa a membrana (MUN et al., 1999). A extensão do fracionamento depende do tipo e da composição inicial do leite (PATEL e MISTRY, 1997).

Segundo ZOCCAL (2003), no período de 1992 a 2002, a produção mundial de leite de búfala cresceu 66,4%, enquanto a do leite de vaca apenas 8,3%. O rebanho está crescendo devido boa produção leiteira, rusticidade, excelente composição físico-química do seu leite e maior rendimento na elaboração de derivados, representando uma alternativa para a obtenção de novos produtos lácteos (FERREIRA et al., 1995).

O Brasil é um dos países que consome internamente sua produção de leite de búfala, principalmente na forma de derivados. Impulso decisivo na ampliação dessa exploração reside na utilização de tecnologias de ponta, avaliando o comportamento do leite e a elaboração de derivados a partir dos novos produtos para criar mercados potenciais. Estudos têm sido realizados com relação ao comportamento do leite de búfala nos processos de pasteurização (LOMBARDI et al., 2000), atomização (*spray drying*) (PATEL e MISTRY, 1997), concentração (FONSECA, 1987), congelamento (BARBOSA et al., 2002) e padronização (DENDER et al., 1988), entre outros.

O interesse pela aplicação da UF vem aumentando com relação aos diferentes tipos de leite (MEHAIA, 2002), destacando-se o leite de

ovelha (PEREIRA, DIAZ e COBOS, 2002), de camela (MEHAIA, 1996) e de cabra (MEHAIA e EL-KHADRAGY, 1998; MEHAIA, 2002). A literatura é vasta e quase exaustiva quando o assunto é o processo de UF do leite bovino, mas é praticamente inexistente quando se trata da matéria-prima bubalina.

A elaboração de derivados lácteos padronizados exige a caracterização dos componentes do retentado (MEHAIA, 1996; PEREA e UGALDI, 1996; MEHAIA e EL-KHADRAGY, 1998).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento do leite de búfala (*Bubalus bubalis*) desnatado e pasteurizado quanto ao fluxo do permeado, a retenção e a recuperação de componentes no retentado durante o processo de UF.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

O leite de búfala cru foi obtido de animais Mestiços, em início do período de lactação, de criadores provenientes da Grande Florianópolis/SC.

Todos os reagentes utilizados na realização das análises foram de qualidade p.a.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Preparação do leite de búfala

O leite de búfala cru, pré-aquecido a temperatura 42 ± 2 °C, foi desnatado utilizando-se centrífuga manual, pasteurizado a 63 ± 2 °C por 30 minutos, resfriado a 45 ± 5 °C e submetido à UF.

2.2.2 Ultrafiltração (UF)

Submeteu-se o leite de búfala ao processo de ultrafiltração em unidade piloto, utilizando-se membrana Mineral (SCT - P1940GL, porosidade

de 50 nm e área filtrante útil de 0,24 m², Pall Exekia , Bazet, França), com pressão de entrada de 1 bar, pressão de saída de 0 bar e vazão de 900 L/h. Esses valores foram determinados em testes preliminares a fim de evitar o *fouling* (entupimento) da membrana.

Monitorou-se o volume de permeado continuamente para a determinação do Fator de Redução Volumétrico (FRV). Concentrou-se o leite de búfala desnatado e pasteurizado por UF até que o fluxo através da membrana fosse quase nulo, conforme PATEL e MISTRY (1997). Foram também coletadas amostras dos retentados durante o processo de UF.

Higienizou-se o equipamento conforme as instruções do fabricante após cada etapa de UF, sendo o experimento repetido 3 vezes.

Calculou-se o fator de redução volumétrico (FRV) de acordo com equação 1 (MEHAIA, 1996):

$$FRV = \frac{\text{volume inicial de leite (L)}}{\text{volume do retentado (L)}} \quad (1)$$

O fluxo do permeado (J) foi determinado a cada 10 minutos durante o processo de UF e calculado segundo a equação 2 (TIA, 2001):

$$J = \frac{D \times KT}{S \times P} \quad (L \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}) \quad (2)$$

Na qual:

D = vazão (L/h).

KT = coeficiente de correção de temperatura.

S = superfície da membrana (m²).

P = (pressão de entrada – pressão de saída) / 2 (bar).

2.2.3 Percentagens de retenção e de recuperação de componentes no retentado durante a UF

As percentagens de retenção (% Rt) de componentes como sólidos totais (ST), lipídios, cinzas, proteínas, caseína, proteínas do soro e carboidratos nas amostras de retentado foram calculadas segundo BASTIAN, COLLINGE e ERNSTROM (1991), utilizando-se

a equação 3:

$$\% Rt = 1 - \left[\frac{(Yp) / (\% \text{ água} + Yp)}{(Yr) / (\% \text{ água} + Yr)} \right] \times 100 \quad (3)$$

Na qual:

Y = percentagem de determinado componente no permeado (p) ou retentado (r).

As concentrações de cálcio, magnésio, fósforo, sódio e potássio nas amostras de retentado foram determinadas pela percentagem de recuperação (% Rc) de acordo com GLOVER (1971), aplicando-se a equação 4:

$$\% Rc = \left[\frac{\text{kg de um componente no retentado}}{\text{kg de um componente no leite}} \right] \times 100 \quad (4)$$

Efetuar-se as determinações de sólidos totais (% p/v), lipídios (% p/v), cinzas (% p/v), proteínas totais (% p/v), caseína (% p/v) e proteínas do soro (% p/v) de acordo com a AOAC (1998) e os carboidratos totais por diferença (BRASIL, 2002). Todas as análises foram realizadas em triplicata e seus resultados utilizados nos cálculos da % Rt. Para a obtenção dos valores da % Rc foram determinados nas amostras de leite e de retentados os teores de Ca, Mg, P, Na e K (AOAC, 1998). Realizou-se a quantificação dos elementos cálcio (mg/100 g) e magnésio (mg/100 g) por espectrofotometria de absorção atômica (espectrofotômetro, A ANALYST 300, Perkin-Elmer), do fósforo (mg/100 g) por fotolorimetria (fotolorímetro FEMTO 432 C) e do sódio (mg/100 g) e potássio (mg/100 g) por fotometria (fotômetro de chama B 262, Micronal).

2.2.4 Análise estatística

A análise estatística foi realizada com auxílio do *software* Statistica versão 6.0 (STATSOFT, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ULTRAFILTRAÇÃO (UF)

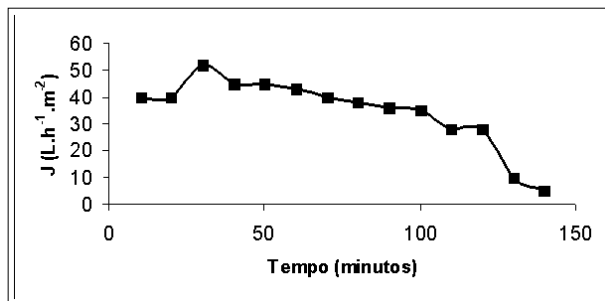
A dinâmica de filtração teve seu fluxo final quando o Fator de Redução

volumétrico (FRV) foi igual a 3. MEHAIA (1996), MEHAIA e EL-KHADRAGY (1998) e SABOYA e MAUBOIS (2000) encontraram FRV de 5, 5 e 6 para os leites de camela, cabra e vaca, respectivamente.

Obteve-se fluxo do permeado (J) médio igual a $35 \text{ L.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$ a partir dos parâmetros de operação utilizados. PATEL et al. (1992), submetendo o leite de vaca a UF em membrana orgânica (ROMICON®, tipo PMSO) e pressão transmembrana de 1,3 bar, conseguiram valores máximos para J em torno de $40 \text{ L.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$.

O melhor valor de J para o leite de búfala desnatado e pasteurizado durante a UF foi de $50 \text{ L.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$, após 30 minutos do início do processo com declínio contínuo de J (Figura 1). Observou-se declínio significativo dos valores de J após 100 minutos do início do processo, quando comparado aos valores obtidos até essa etapa ($p < 0,05$). Segundo GÉSAN-GUIZIOU, DAUFIN e BOYAVALL (1999) é comum que ocorra certo *fouling* na membrana após o início da UF. O *fouling*, nesse caso, pode ser proveniente da contínua infiltração de partículas nos poros da membrana e à compactação de uma camada de partículas sólidas na superfície da membrana (KRISTIC et al., 2002). PATEL e MISTRY (1997) afirmaram também que o processo de UF deve resultar em retentado e permeado com características físico-químicas, tecnológicas e econômicas adequadas. O processo de UF de determinada matéria-prima com composição físico-química diferente, bem como novas dinâmicas de filtração indicam protocolo de procedimento diferenciado com novos valores para FRV e J.

FIGURA 1 - FLUXO DO PERMEADO (J) DO LEITE DE BÚFALA DESNATADO E PASTEURIZADO DURANTE O PROCESSO DE ULTRAFILTRAÇÃO



3.2 PERCENTAGENS DE RETENÇÃO E DE RECUPERAÇÃO DE COMPONENTES NO RETENTADO DURANTE A UF

Para a determinação do comportamento das percentagens de retenção (% Rt) e de recuperação (% Rc) durante a UF foram escolhidos os FRV 1, 2 e 3. A partir dos resultados da composição físico-química dos permeados e retentados (Figuras 2 e 3) determinou-se a percentagem de retenção (% Rt) de componentes nos retentados do leite de búfala desnatado e pasteurizado durante o processo de UF (Tabela 1).

FIGURA 2 – RESULTADO MÉDIO DA COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO LEITE DE BÚFALA DESNATADO E PASTEURIZADO E DE SEUS RETENTADOS E PERMEADOS

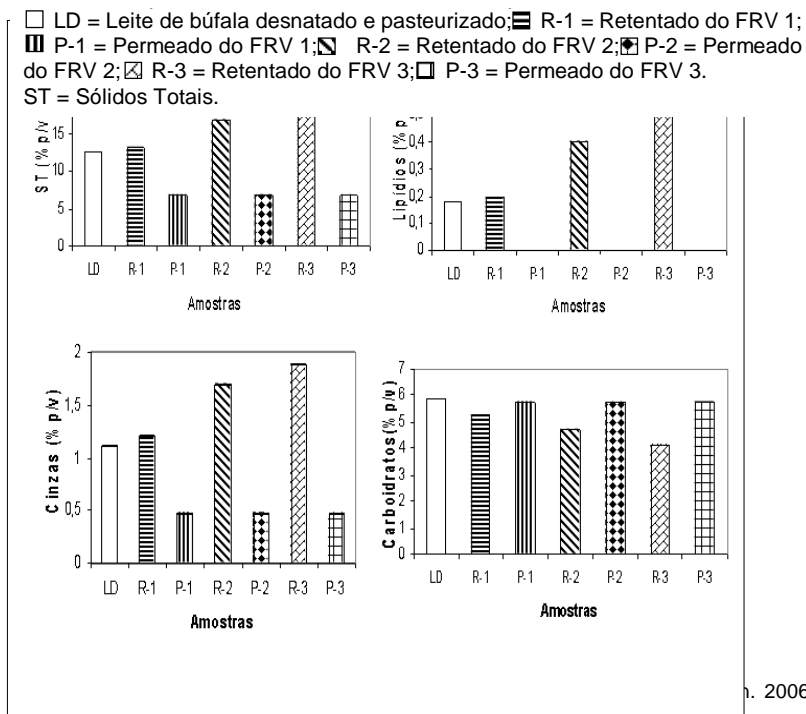


FIGURA 3 – RESULTADO MÉDIO DA COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO LEITE DE BÚFALA DESNATADO E PASTEURIZADO E DE SEUS RETENTADOS E PERMEADOS

□ LD = Leite de búfala
▨ P-1 = Permeado do
do FRV 2; ▩ R-3 = Re

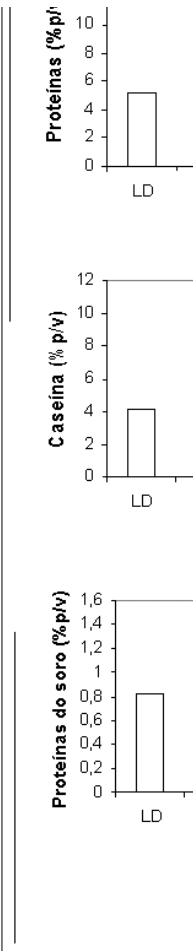


TABELA 1 – PERCENTAGEM DE RETENÇÃO (% Rt) NAS AMOSTRAS DE RETENTADOS DO LEITE DE BÚFALA DESNATADO E PASTEURIZADO DURANTE O PROCESSO DE ULTRAFILTRAÇÃO

* %Rt = Percentagem de retenção, **FRV = Fator de Redução Volumétrico; ***ST = Sólidos Totais.			
COMPONENTES	%Rt* (%)		
	FRV** = 1	FRV** = 2	FRV** = 3
ST***	47,6	39,5	34,9
Lipídios	100,0	100,0	100,0
Carboidratos	0,5	2,2	18,8
Proteínas totais	89,1	81,6	74,8
Cinzas	62,3	74,4	77,4
Caseína	99,2	99,5	99,6
Proteínas do soro	76,0	80,9	82,5

Observou-se que a % Rt de componentes aumentou com o aumento do FRV (Tabela 1), o que está de acordo com os resultados obtidos por MEHAIA (1996) para o leite de camela, por MEHAIA e EL-KHADRAGY (1998) para o leite de cabra e por GREEN et al. (1984), SRILAORKUL et al. (1989), PREMARTNE e COUSIN (1991) e ST-GELAIS, HACHÉ e GROS-LOUIS (1992) para o leite de vaca.

Os componentes lipídios, caseína, proteínas totais e proteínas do soro apresentaram maior % Rt durante o processo de UF. Tal comportamento também foi observado por outros autores (FISCHBACH-GREENE e POTTER, 1986; PREMARTNE e COUSIN, 1991; ST-GELAIS, HACHÉ e GROS-LOUIS 1992; MEHAIA, 1996; MEHAIA e EL-KHADRAGY, 1998). Para o leite de camela MEHAIA (1996) relatou % Rt de 100,0% para lipídios, proteínas totais, caseína e proteínas do soro. Para o leite de cabra MEHAIA e EL-KHADRAGY (1998) obtiveram resultados para a % Rt iguais a 100,0% para lipídios e de 97,0% para

proteínas totais. Já para o leite de vaca as % Rt de lipídios (GREEN et al., 1984; FISCHBACH-GREENE e POTTER, 1986) e caseína (POMPEI, RESMINI e PERI, 1973) foram iguais a 100,0 %, enquanto para as proteínas totais e proteínas do soro as % Rt foram iguais a 99,0% (PREMARATNE e COUSIN, 1991) e 98,0 % (POMPEI, RESMINI e PERI, 1973), respectivamente.

A variação de % Rt das proteínas de leites de diferentes espécies depende de fatores como as características das moléculas (massa molecular, mudanças durante o processo e caráter hidrofílico ou hidrofóbico, entre outras), a composição da matéria-prima, a adsorção de solutos pela membrana, os parâmetros de operação e o FRV (CHERYAN, 1986).

Os valores da % Rt de carboidratos totais apresentaram aumento similar aos encontrados por outros autores para o leite de vaca desnatado, variando no final do processo entre 16,0 % (PREMARATNE e COUSIN, 1991) e 22,0 % (POMPEI, RESMINI e PERI, 1973) com FRV igual a 5. Para HOFI, ABD EL-HAMID e HAGRASS (1982) a associação dos minerais com as proteínas e os lipídios presentes pode ser responsável pelo aumento nos valores da % RT de cinzas.

A % Rc, similar à % Rt (MEHAIA, 1996; MEHAIA e EL-KHADRAGY, 1998), foi empregada por alguns autores (GREEN et al., 1984; FISCHBACH-GREENE e POTTER, 1986; PREMARATNE e COUSIN, 1991; MEHAIA, 1996; MEHAIA e EL-KHADRAGY; 1998) no conhecimento da concentração de minerais.

Calculou-se a % Rc dos minerais durante o processo de UF do leite de búfala desnatado e pasteurizado (Tabela 2) a partir dos valores dos minerais Ca, Mg, P, Na e K (Figura 3).

Para os minerais analisados, a % Rc aumentou com a elevação do FRV obtendo-se maiores valores para Ca, Mg e P. O mesmo comportamento foi observado para o leite de camela (MEHAIA, 1996) e para o leite de vaca (FISCHBACH-GREENE e POTTER, 1986) em concentrações menores, exceto para o Mg em leite de vaca. A % Rc no leite de camela foi de 87,0%, 70,0%, 60,0%, 24,0% e 23,0% para os minerais Ca, P, Mg, K e Na, respectivamente (MEHAIA, 1996). No leite de vaca os valores da % Rc para Ca, Mg e P foram de 98,0%,

86,0 % e 91,0 %, respectivamente (FISCHBACH-GREENE e POTTER, 1986).

TABELA 2 – PERCENTAGEM DE RECUPERAÇÃO (% Rc) DOS MINERAIS CÁLCIO, MAGNÉSIO, FÓSFORO, SÓDIO E POTÁSSIO NAS AMOSTRAS DE RETENTADOS DO LEITE DE BÚFALA DESNATADO E PASTEURIZADO DURANTE O PROCESSO DE ULTRAFILTRAÇÃO

MINERAIS	% Rc*		
	FRV** = 1	FRV** = 2	FRV** = 3
Cálcio	90,6	92,4	99,9
Magnésio	79,4	82,4	81,5
Fósforo	98,1	81,2	98,2
Sódio	75,0	53,3	42,6
Potássio	76,2	68,1	45,7

NOTA: * % Rc = Percentagem de recuperação, FRV = Fator de Redução Volumétrico.

O conhecimento da % Rc de minerais contribui para a padronização da composição química de derivados lácteos elaborados com retentado de leite de búfala, resultante do processo de UF.

4 CONCLUSÃO

Os parâmetros de operação empregados evidenciaram a viabilidade de aplicação do processo de ultrafiltração (UF) ao leite de búfala desnatado e pasteurizado. Os valores médios do Fator de Redução Volumétrico (FRV) e do fluxo de permeação (J) foram de 3 e 35 L.h⁻¹.m⁻², respectivamente.

As percentagens de retenção (% Rt) e de recuperação (% Rc) aumentaram com a elevação do FRV. As amostras de retentado apresentaram maior retenção de lipídios e proteínas, incluindo a caseína e as proteínas do soro, e maior recuperação de cálcio,

magnésio e fósforo do que o leite de búfala desnatado e pasteurizado.

Abstract

THE BEHAVIOR OF THE SKIMMED AND PASTEURIZED BUFFALO'S MILK (*Bubalus bubalis*) DURING THE ULTRAFILTRATION PROCESS

The aim of this work was to evaluate the skimmed and pasteurized buffalo's milk behaviour considering the flow of the permeate (J), the retention percentage (% Rt) and recovery (% Rc) of the components in the retentate during the ultrafiltration process. The average values of the Volumetric Reduction Factor (VRF) and J were 3 and 35 L.h⁻¹.m⁻², respectively. The % Rt and % Rc had increased with the VRF growth. The UF of skimmed and pasteurized buffalo's milk contributed for a greater % Rt of lipids (100.0%) and proteins (94.8%), including the casein (99.6%) and proteins of the milk whey (82.5%) and a greater % Rc of Ca (99.9%), Mg (81.5%) and P (98.2%).

KEY-WORDS: BUFFALO'S MILK; ULTRAFILTRATION; RETENTATE; PERMEATE.

REFERÊNCIAS

- 1 AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 14th ed. Washington, 1998.
- 2 BARBOSA, R. A.; PRUDÊNCIO, E. S.; GIOVANNI, R. N.; BENEDET, H. D.; LUIZ, M. T. B. Formulação e elaboração de iogurte a partir de leite de búfala (*Bubalus bubalis*), congelado e parcialmente desnatado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.57, n.324, p.31-34, 2002.
- 3 BASTIAN, E. D.; COLLINGE, S. K.; ERNSTROM, C. A. Ultrafiltration: partitioning of milk constituents into permeate and retentate. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.2423-2434, 1991.
- 4 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 40, de 08 de Fevereiro de 2002. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. Disponível em:<http://www.anvisa.gov.br> Acesso em: 19 de fev. de 2003.

- 5 CHERYAN, M. **Ultrafiltration handbook**. Pennsylvania: Technomic Publishing Company Lancaster, 1986. 375 p.
- 6 DENDER, A. G. F. et al. Uso de creme de leite de búfala e de vaca na fabricação do queijo tipo "mascarpone". **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.43, n.259, p.35-42, 1988.
- 7 FERREIRA, T. A.; GUINART, T. C.; LAICINI, Z. M.; MURTA, P. H. G. Características do leite de búfala e seus derivados. **Leite & Derivados**, n.22, p.16-20, 1995.
- 8 FISCHBACH-GREENE, L.; POTTER, N. N. Effects of ultrafiltration on retention of minerals and other components of milk. **Journal of Food Science**, v.51, n.2, p.345-347, 1986.
- 9 FONSECA, W. **Búfalo: estudo e comportamento**. São Paulo: Ícone, 1987. 213p.
- 10 GÉSAN-GUIZIOU, G.; BOAYAVAL, E.; DAUFIN, G. Critical stability conditions in crossflow microfiltration of skimmed milk: transition to irreversible deposition. **Journal of Membrane Science**, v.158, p.211-222, 1999.
- 11 GLOVER, F. A. Concentration of milk by ultrafiltration and reverse osmosis. **Journal of Dairy Research**, v.38, p.373-379, 1971.
- 12 GREEN, M. L.; SCOTT, K. J.; ANDERSON, M.; GRIFFIN, M. C.; GLOVER, F. A. Chemical characterization of milk concentrated by ultrafiltration. **Journal of Dairy Research**, v.51, p.267-278, 1984.
- 13 GUINEE, T. P.; O'CALLAGHAN, D. J.; PUDJA, P. D.; O'BRIEN, N. Rennet coagulation properties of retentates obtained by ultrafiltration of skim milks heated to different temperatures. **International Dairy Journal**, v.6, p.581-596, 1996.
- 14 HOFI, A. A.; ABD EL-HAMID, L. B.; HAGRASS, A. Studies on ultrafiltration of buffalo milk. I. Some physical and chemical characters of retentates. **Annals of Agricultural**

Science, v.27, n.1-2, p. 135-144, 1982.

- 15 KRSTIC, D. M.; TEKIC, M. N.; CARIC, M. D.; MILANIVIC, S. D. The effect of turbulence promoter on crossflow microfiltration of skim milk. **Journal of Membrane Science**, v.208, p.303-314, 2002.
- 16 LOMBARDI, P.; AVALLONE, L.; D'ANGELO, A.; MOR, T.; BOGIN, Z. Buffalo-milk enzyme levels, their sensitivity to heat inactivation and their possible use as makers for pasteurization. **Journal of Food Protection**, v.63, n.7, p.970-973, 2000.
- 17 MEHAIA, M. Chemical composition of camel skim milk concentrated by ultrafiltration. **International Dairy Journal**, v.6, p.741-752, 1996.
- 18 MEHAIA, M.; EL-KHADRAGY, S. M. Physicochemical characteristics and rennet coagulation time of ultrafiltered goat milk. **Food Chemistry**, v.62, n.3, p.257-263, 1998.
- 19 MEHAIA, M. Manufacture of fresh soft white cheese (Domiaty-type) from ultrafiltered goat's milk. **Food Chemistry**, v.79, p.445-452, 2002.
- 20 MUN, D. M.; HSIEH, T. T.; TIU, C.; SUTHERLAND, B. J. Steady shear viscosity of ultrafiltered whole and skim milk retentates before and during fermentation. **Journal of Texture Studies**, v.130, p.549-561, 1999.
- 21 PATEL, R. S.; GUPTA, V. K.; SINGH, S.; RETTER, H. Ultrafiltration behaviour of buffalo and cow milk. **Indian Journal Dairy Science**, v.45, n.6, p.322-325, 1992.
- 22 PATEL, R. S.; MISTRY, V. V. Physicochemical and structural properties of ultrafiltered buffalo milk and milk powder. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.5, p.812-817, 1997.
- 23 PEREA, A.; UGALDE, U. Continuous hydrolysis of whey proteins in a membrane recycle reactor. **Enzyme and Microbial Technology**, v.18, p.29-34, 1996.

- 24 PEREIRA, C. D.; DIAZ, O.; COBOS, A. Valorization of by-products from ovine cheese manufacture: clarification by thermocalcic precipitation / microfiltration before ultrafiltration. **International Dairy Journal**, v.12, p.773-783, 2002.
- 25 POMPEI, C.; RESMINI, P.; PERI, C. Skim milk protein recovery and purification by ultrafiltration. Influence of temperature on permeation rate and retention. **Journal of Food Science**, v.38, p.867-870, 1973.
- 26 PREMARATNE, R. J.; COUSIN, M. A. Changes in the chemical composition during ultrafiltration of skim milk. **Journal Dairy Science**, v.74, n.3, p.788-795, 1991.
- 27 SABOYA, L. V.; MAUBOIS, J. L. Current developments of microfiltration technology in the dairy industry. **Lait**, v.80, p.541-553, 2000.
- 28 SABOYA, L. V. **Lise de *Lactococcus sp.* e proteólise em queijos fabricados com ultrafiltração e microfiltração**. Piracicaba, 2002. 218 f. Tese (doutorado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- 29 SRILAORKUL, S.; OZIMEK, L.; WOLFE, F.; DZIUBA, J. The effect of ultrafiltration on physicochemical properties of retentate. **Canadian Institute of Food Science and Technology**, v.22, n.1, p.56-62, 1989.
- 30 ST-GELAIS, D.; HACHÉ, S.; GROS-LOUIS, M. Combined effects of temperature, acidification, and diafiltration on composition of skim milk retentate e permeate. **Journal Dairy Science**, v.75, n.5, p.1167-1172, 1992.
- 31 STATSOFT Inc. **Statistic for windows**. Versão 6.0. Tulsa, OK, 2001.
- 32 TIA. Techniques Industrielles Appliquées. **Procédés de filtration**. Disponível em: <<http://www.tia.com.fr>>. Acesso em: 02 ago. 2001.
- 33 ZOCCAL, R. **Embrapa-Gado de leite**. Disponível em:

<<http://www.cnpqi.embrapa.br/index.php>>. Acesso em: 15 ago. 2003.