

EFEITO DO FATOR DE CONCENTRAÇÃO DO RETENTADO O RENDIMENTO DE QUEIJO MINAS FRESCAL DE BAIXO TEOR DE GORDURA FABRICADO POR ULTRAFILTRAÇÃO¹

Clarissa Reschke da CUNHA²; Leila Maria SPADOTI²; Patrícia Blumer ZACARCHENCO²; Walkiria Hanada VIOTTO^{2,*}

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar o rendimento e a recuperação de gordura e proteína de queijos Minas Frescal com baixo teor de gordura fabricados a partir de leite concentrado por ultrafiltração a fatores de concentração (FC) 2:1, 3:1 e 4:1. Os ensaios foram realizados em duplicata. Para cada repetição, foi determinada a composição físico-química do leite, permeado, retentados, soros e queijos. Estatisticamente, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre a composição dos diferentes queijos. Entretanto, foi observado que os teores de gordura e proteína tenderam a aumentar com o aumento do fator de concentração. Os valores de recuperação de gordura (85,70; 88,47 e 92,81%) e proteína (76,84; 85,20 e 89,27%), assim como o rendimento ajustado (11,39; 12,03 e 12,66 kg queijo/100kg leite), apresentaram tendência de aumento com o aumento do FC, mas as diferenças não foram estatisticamente significativas ($p > 0,05$).

Palavras-chave: queijo Minas Frescal; tecnologia de membranas; produto "light"; rendimento.

SUMMARY

EFFECT OF ULTRAFILTRATION RETENTATES CONCENTRATION FACTOR ON THE YIELD OF LOW FAT 'MINAS FRESCAL' CHEESE. Yield and fat/protein recoveries of low fat 'Minas Frescal' cheese made from ultrafiltration retentates at concentration factors (CF) of 2:1, 3:1 and 4:1 were determined. Two vats of cheese were made for each treatment. Chemical composition of milk, permeate, retentate, whey and cheese were determined. Fat and protein contents of cheese, as well as fat and protein recoveries (85.70, 88.47 and 92.81%, and 76.84, 85.20 and 89.27%, respectively), increased with increasing concentration factor, although no statistical significant difference was found. It was observed that cheese yield (11.39, 12.03 and 12.66kg cheese/100kg milk) also increased with increasing concentration factor, although without statistical difference.

Keywords: fresh cheese; membrane technology; light food; yield.

1 - INTRODUÇÃO

A produção de queijo Minas Frescal no Brasil aumentou de 16.100 toneladas, em 1993, para 42.700 toneladas, em 2000, colocando-o em terceiro lugar na lista dos queijos mais produzidos do País, atrás apenas dos tipos Mussarela e Prato (DATAMARK. Queijo Minas Frescal. www.datamark.com.br. 20 dez. 2001).

Antigamente, esse tipo de queijo era fabricado exclusivamente a partir de leite com teor de gordura de 3,2-3,5% [19]. Nos últimos anos, porém, a crescente preocupação com a saúde gerou um aumento na demanda por produtos com menores teores de gordura saturada, componente alimentar relacionado com doenças cardiovasculares e com a obesidade [5,7], o que tem levado inúmeras indústrias a optarem por produzir, também, queijo Minas Frescal com baixo teor de gordura.

Queijos com baixo teor de gordura se caracterizam por apresentar rendimento menor, textura mais dura e problemas de acidez e sabor amargo quando comparados aos queijos tradicionais [5,12].

Uma das alternativas para aumentar o rendimento dos queijos produzidos a partir de leite desnatado é a pré-concentração a teores de sólidos totais mais elevados. Entre as várias técnicas que podem ser adotadas para a pré-concentração do leite, a ultrafiltração é a que vem despertando maior interesse [3]. Esse processo

apresenta ainda a vantagem de melhorar a textura e o sabor em relação ao queijo fabricado pelo método convencional, devido ao decréscimo do teor de lactose, que controla a taxa de acidificação, e à incorporação das proteínas do soro, que, além de aumentar o rendimento, aumentam a capacidade de retenção de água do queijo, tornando-o mais macio [16].

A aplicação da ultrafiltração na fabricação de queijos inclui desde a padronização do teor de proteína do leite até a obtenção do pré-queijo líquido, passando pelo uso de retentados de concentração intermediária. No caso do "Minas Frescal", os retentados de concentração intermediária apresentam fator de concentração entre 2 e 5. O fator de concentração (FC) é definido como a relação entre a quantidade de leite utilizada e a quantidade de retentado obtido, em quilogramas [10].

A obtenção do pré-queijo líquido, isto é, a concentração do leite até o mesmo atingir o teor de extrato seco total de um queijo pronto, apresenta as vantagens de permitir o uso de um processo de fabricação contínuo e totalmente automatizado e de possibilitar um aumento de rendimento da ordem de 8 a 20%. Além disso, essa técnica promove uma redução nos custos de construção da fábrica, em virtude da necessidade de menor espaço físico para a instalação, e um melhor aproveitamento do espaço já existente [11,15,18,21]. Devido a essas vantagens, vem sendo comercializado no Brasil, desde 1988, queijo Minas Frescal produzido a partir de

¹ Recebido para publicação em 01/06/01. Aceito para publicação em 12/11/01.

² Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. CEP 13083-970-Campinas-SP, Brasil. E-mail: walkiria@fea.unicamp.br

* A quem a correspondência deve ser enviada.

leite ultrafiltrado pelo método de concentração total (FC=5). Este produto, apesar de ter boa aceitação no mercado, apresenta características de sabor e consistência diferentes do produto tradicional [17].

Uma alternativa para obter produtos mais próximos do tradicional, e, ao mesmo tempo, conseguir ganho de rendimento, consiste em trabalhar com retentados de menor fator de concentração (inferior a 5).

No presente trabalho, testou-se o efeito do uso de leites concentrados a diferentes FC (2:1, 3:1, 4:1) na recuperação de gordura e proteína e no rendimento do queijo Minas Frescal.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Ultrafiltração do leite

Leite desnatado pasteurizado, proveniente da Cooperativa dos Produtores de Leite de Campinas (CPLC), foi aquecido a 55°C e posteriormente concentrado, por ultrafiltração, em sistema dotado de membrana “hollow fiber” de polissulfona, marca Romicon®, com peso molecular de corte de 10.000Daltons, área superficial de 1,4m², pressão transmembrana de 1,5kgf/cm², até obtenção de retentado com FC igual a 4:1. A partir deste retentado, foram feitas diluições, através da adição de permeado, para a obtenção dos retentados com FC 3:1 e 2:1.

O fator de concentração (FC) foi calculado conforme a equação a seguir:

$$FC = \frac{\text{massa de leite (kg)}}{\text{massa de leite (kg)} - \text{massa de permeado (kg)}} \quad (1)$$

Esse cálculo, no entanto, está sujeito a uma série de erros, em virtude da dificuldade de determinar a quantidade exata de permeado. Portanto, o FC foi recalculado com base no fator de concentração da gordura, dado por:

$$FC = \frac{\text{Teor de gordura no retentado (\%)}}{\text{Teor de gordura no leite (\%)}} \quad (2)$$

uma vez que a gordura é o único componente do leite totalmente retido pela membrana, ou seja, apresenta um coeficiente de retenção de 100%.

2.2. Fabricação do queijo

Leites concentrados a FC 2:1, 3:1 e 4:1 foram resfriados a 32°C e transferidos para os tanques de fabricação. A cada tanque, adicionou-se 0,025% de ácido láctico em relação a quantidade de leite inicial (16 litros). O ácido láctico concentrado a 85% (marca Chemco) foi previamente diluído em água destilada a 2,5%, para prevenir a precipitação de proteína. Para a coagulação, foi utilizado coalho bovino Bela Vista®, da Fábrica de Coa-lhos e Coagulantes Bela Vista Produtos Enzimáticos

Indústria e Comércio Ltda., em quantidade suficiente para coagular 16 litros de leite em 40 minutos.

A coagulação dos retentados ocorreu em 10 minutos. Ao final deste intervalo de tempo, a massa foi cortada em cubos de cerca de 1,5cm de diâmetro e procedeu-se a mexedura, durante 30 minutos. Em seguida, foram realizadas as etapas de dessoragem, salga na massa (adição de 2% de sal, marca Cisne®) e enformagem. Os queijos foram deixados nas formas por 1h, sendo então embalados em potes plásticos de 500g, e pesados. Para cada tratamento foram conduzidas duas repetições.

2.3. Composição química

Foram determinados o pH, pelo método potenciométrico, e a acidez titulável do leite desnatado, dos retentados, do permeado, dos soros e dos queijos [14]. O teor de sólidos totais do leite desnatado, dos retentados, do permeado, dos soros e dos queijos foi determinado gravimetricamente, em estufa de circulação forçada, a 100°C por 24 horas, segundo o método AOAC 925.23 [1]. A porcentagem de cinzas para as amostras de leite, permeado, soros e queijos foi determinada por incineração em mufla a 550°C, conforme o método AOAC 935.42 [1]. Para a quantificação da gordura nas amostras de leite, retentado, soro e queijo foi utilizado o método de extração etérea de Monjonier, segundo AOAC 989.05 [1]. Os teores de nitrogênio total [9], nitrogênio não caséico [2] e nitrogênio não protéico AOAC 991.21 [1], foram determinados pelo método de Kjeldahl, sendo os valores de nitrogênio multiplicados por 6,38 para obtenção dos valores equivalentes de proteína. O teor de lactose no leite, no permeado e no soro foi determinado por diferença. O teor de sal do queijo foi determinado pelo método de Volhard [20]. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.4. Recuperação de gordura e nitrogênio

O cálculo da porcentagem de recuperação (%R) de gordura e nitrogênio foi realizado segundo a equação abaixo:

$$\% R \text{ componente na amostra} = \frac{\text{massa da amostra} \times \% \text{ componente na amostra}}{\text{massa retentado} \times \% \text{ componente retentado}} \quad (3)$$

onde a amostra foi soro ou queijo e, o componente, a gordura ou proteína.

A recuperação total (RT) de gordura ou proteína foi calculada de acordo com a equação 4:

$$RT = \% R \text{ soro} + \% R \text{ queijo} \quad (4)$$

2.5. Rendimento

O rendimento dos queijos foi calculado segundo a equação 5:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{massa de queijo após embalagem}}{\text{massa de leite}} \quad (5)$$

Como há variações nos teores de umidade e sal dos queijos, o rendimento ajustado (RAJ) foi calculado para efeito de comparação. Foi considerado um conteúdo desejado de sal de 1,5% e uma umidade de 60%.

$$\text{RAJ} = \frac{(\text{rendimento}) \times [100 - (\% \text{umidade real} + \% \text{sal real})]}{100 - (\% \text{umidade desejada} + \% \text{sal desejada})} \quad (6)$$

2.6. Análise estatística dos resultados

O delineamento experimental foi do tipo aleatorizado em blocos. O fator estudado foi o fator de concentração do leite, sendo utilizado nos níveis 2:1, 3:1 e 4:1. Esses três tratamentos foram realizados em duplicata, cada uma delas correspondendo a um bloco ou dia de processamento.

Os resultados foram analisados através de Análise de Variância (ANOVA), utilizando-se o teste de Tukey para verificar diferenças entre as médias.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição química

3.1.1. Composição do leite

Os valores de sólidos totais, gordura, proteína, cinzas, pH e acidez, relativos aos leites utilizados na obtenção dos retentados 2:1, 3:1 e 4:1, são apresentados na *Tabela 1*.

TABELA 1. Média (n=2) da composição do leite desnatado utilizado na obtenção dos retentados 2:1, 3:1 e 4:1

Componente	
Extrato Seco Total – EST (%)	8,76
Gordura (%)	0,44
Proteína Total (%)	3,26
Cinzas (%)	0,66
Lactose (%) (por diferença)	4,40
pH	6,69
Acidez (°Dornic)	16,22

3.1.2. Composição do permeado

A *Tabela 2* apresenta os valores de sólidos totais, gordura, proteína, lactose e cinzas, relativos ao permeado obtido durante a ultrafiltração do leite para a obtenção do retentado 4:1.

3.1.3. Composição dos retentados

Os valores de sólidos totais, gordura, proteína, caseína, NNP, caseína/gordura, pH e acidez, relativos aos retentados utilizados na fabricação dos queijos, são apresentados na *Tabela 3*.

Os teores de NNP, caseína/gordura, pH e acidez dos diferentes retentados não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$).

Os teores de gordura, sólidos totais, proteína e caseína dos retentados 2:1, 3:1 e 4:1 apresentaram tendência de aumento com o aumento do fator de concentração. Esse resultado já era esperado, uma vez que a membrana de ultrafiltração retém componentes de alto peso molecular, como proteína e gordura [8,10].

TABELA 2. Média (n=2) da composição do permeado obtido a partir da ultrafiltração do leite para a obtenção do retentado 4:1.

Componente	
EST (%)	5,30
Gordura (%)	0,00
Proteína Total (%)	0,36
Cinzas (%)	0,44
Lactose (%) (por diferença)	4,50

Em relação à acidez titulável, foi observada uma tendência de aumento com o aumento do FC. Esse aumento é função da incorporação de proteínas do soro, o que aumenta a acidez aparente dos retentados e resulta em aumento do poder tamponante [13]. O aumento da capacidade tampão é claramente evidenciado pelo fato de que, apesar da acidez aumentar com o aumento do FC, o pH permanece praticamente inalterado para todos os retentados, independente da concentração.

Tabela 3. Média (n=2) da composição dos retentados usados na fabricação dos queijos

Componente	Retentados		
	FC2:1	FC3:1	FC4:1
EST(%)	14,28 ^a	18,65 ^b	23,15 ^c
Gordura (%)	0,90 ^a	1,28 ^a	1,82 ^a
Proteína (%)	8,23 ^a	11,94 ^b	15,92 ^c
Caseína (%)	7,52 ^a	10,91 ^b	14,51 ^c
NNP ¹ (%)	0,025 ^a	0,032 ^a	0,042 ^a
C/G ²	8,36 ^a	8,52 ^a	7,97 ^a
pH	6,51 ^a	6,51 ^a	6,53 ^a
Acidez (°Dornic)	38,07 ^a	51,44 ^a	60,04 ^a

¹Conteúdo de nitrogênio não-proteico

²Relação caseína/gordura

Obs.: Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$)

3.1.4. Composição dos soros

A *Tabela 4* mostra os valores de sólidos totais, gordura, proteína, caseína, NNP, cinzas, lactose e pH dos soros obtidos a partir da fabricação dos queijos.

Estatisticamente, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os teores de gordura, proteína, caseína, NNP, lactose, cinzas e pH dos diferentes soros.

Os teores de sólidos totais dos soros obtidos a partir dos queijos 2:1, 3:1 e 4:1 diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre si, aumentando com o aumento do fator

de concentração. Apesar de não haver diferença significativa ($p>0,05$) para os demais componentes dos soros, pode ser observada uma tendência de aumento dos teores de proteína e gordura com o aumento do FC, o que explica o aumento no teor de extrato seco total do soro.

O aumento nos teores de gordura e proteína dos soros com o aumento do fator de concentração já era esperado, uma vez que, quando se trabalha com queijos fabricados a partir de retentados de concentração intermediária, a textura mais grosseira e a dificuldade de manipulação da massa provocam uma maior perda desses componentes no soro [13].

TABELA 4. Média ($n=2$) da composição dos soros obtidos a partir da fabricação dos queijos FC2:1, FC3:1 e FC4:1

Componente	Soros		
	FC2:1	FC3:1	FC4:1
EST(%)	7,94 ^c	9,54 ^b	11,33 ^a
Gordura (%)	0,15 ^a	0,21 ^a	0,27 ^a
Proteína (%)	2,51 ^a	2,88 ^a	3,85 ^a
Caseína (%)	1,57 ^a	1,42 ^a	1,88 ^a
NNP ¹ (%)	0,035 ^a	0,051 ^a	0,065 ^a
Cinzas (%)	0,91 ^b	1,56 ^{ab}	2,27 ^a
Lactose (%)	4,16 ^a	4,58 ^a	4,53 ^a
pH	6,46 ^a	6,35 ^a	6,28 ^a

¹NNP = Conteúdo de nitrogênio não-protéico
Obs.: Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$)

3.1.5. Composição dos queijos

Os valores de umidade, gordura, gordura em base seca, proteína, NNP, caseína, cinzas, sal, sal/umidade, pH e acidez, relativos aos queijos obtidos a partir dos retentados 2:1, 3:1 e 4:1, são apresentados na Tabela 5. Os dados são referentes aos queijos após dois dias de fabricação.

TABELA 5. Média ($n=2$) da composição dos queijos obtidos a partir dos retentados FC2:1, FC3:1 e FC4:1 (após dois dias de fabricação)

Componente	Queijos		
	FC2:1	FC3:1	FC4:1
Umidade (%)	67,85 ^a	65,92 ^a	65,54 ^a
Gordura (%)	2,72 ^a	2,83 ^a	3,00 ^a
GBS ¹	8,46 ^a	8,30 ^a	8,71 ^a
Proteína (%)	22,05 ^a	23,92 ^a	24,01 ^a
Caseína (%)	20,60 ^a	22,47 ^a	22,00 ^a
NNP ² (%)	0,094 ^a	0,114 ^a	0,144 ^a
Cinzas (%)	3,42 ^a	4,03 ^a	3,94 ^a
Sal (%)	1,40 ^a	1,54 ^a	1,35 ^a
S/U ³	2,06 ^a	2,34 ^a	2,06 ^a
pH	6,45 ^a	6,44 ^a	6,45 ^a
Acidez (% ácido láctico)	0,16 ^a	0,17 ^a	0,17 ^a

¹GBS = Gordura em base seca

²NNP = Conteúdo de nitrogênio não-protéico

³S/U = Relação sal/umidade

Obs.: Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$)

Estatisticamente, não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre a composição dos diferentes queijos.

Entretanto, pode ser observado que os teores de gordura e proteína tendem a aumentar com o aumento do fator de concentração.

Todos os queijos apresentaram teores de umidade e proteína superiores aos de um queijo Minas Frescal tradicional. Esse resultado é função da incorporação de proteínas do soro pela ultrafiltração, o que aumenta a capacidade de retenção de água do queijo [16]. Os altos valores de teor de umidade e pH dos queijos fabricados por ultrafiltração os torna mais suscetíveis ao crescimento de microrganismos contaminantes [12], o que pode resultar em diminuição da vida útil desses queijos. De fato, foi observado o crescimento de bolores e leveduras nos queijos após apenas 20 dias de armazenamento refrigerado (6-7°C).

3.2. Rendimento e recuperação de gordura e proteína

3.2.1. Recuperação de gordura

Conforme apresentado na Tabela 6, não foram verificadas diferenças significativas ($p=0,144$) na recuperação de gordura devido a diferença no fator de concentração dos retentados usados na fabricação dos queijos. Entretanto, a Tabela 7 mostra que houve uma tendência de aumento da recuperação de gordura no queijo com o aumento do fator de concentração.

A recuperação de gordura nos queijos foi menor que a encontrada por CAMPOS [4] para queijo Minas Frescal fabricados por acidificação direta, a partir de leite com cerca de 3% de gordura. O valor obtido por CAMPOS [4] foi da ordem de 93%. Perdas de gordura podem ocorrer em queijos elaborados a partir de leite parcialmente concentrado por ultrafiltração devido ao fato de que, em geral, o corte e a manipulação da massa ocorrem quando a mesma se apresenta com consistência similar à do leite coagulado pelo processo tradicional. No entanto, para leites parcialmente concentrados, o coágulo formado nesta etapa possui um grau de polimerização de caseína menor, o que significa que a estrutura da massa, embora consistente, é também mais aberta e, portanto, mais propensa a perdas de gordura [8].

TABELA 6. ANOVA para Recuperação de Gordura no Queijo

Fatores	GL	QM	p
Tratamentos	2	25,720	0,144
Bloco	1	150,901	0,028
	2	4,341	
Total	5		

GL=Graus de liberdade; QM=Quadrado médio; p=Probabilidade

Por outro lado, os valores de recuperação de gordura encontrados foram bastante superiores aos obtidos por FACHIN *et al.* [6], que, trabalhando com queijos de baixo teor de gordura fabricados por acidificação direta a partir de leite padronizado a 0,2% de gordura, obtiveram valores em torno de 67%. Isso mostra que o uso de retentados de ultrafiltração foi efetivo nos

sentido de promover um aumento da recuperação de gordura em queijos de baixo teor de gordura.

TABELA 7. Média (n=2) da recuperação de gordura normalizada na fabricação de queijos a partir de retentados FC2:1, FC3:1 e FC4:1

Recuperação de gordura (%)	Fator de Concentração		
	2:1	3:1	4:1
Queijo	85,70 ^a	88,47 ^a	92,81 ^a
Soro	14,31 ^a	11,53 ^a	7,19 ^a

Obs.: Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si (p>0,05)

Pode ser observado, ainda, que, apesar do teor de gordura dos soros ter aumentado com o aumento do fator de concentração, a recuperação desse componente nos soros apresentou uma tendência inversa. Isso pode ser explicado pelo fato de que a quantidade de soro foi menor para queijos obtidos a partir de retentados mais concentrados. Assim, embora em termos percentuais a perda tenha sido maior, quantitativamente isso não foi verificado.

3.2.2. Recuperação de proteína

A Tabela 8 mostra que não houve diferença significativa (p=0,113) na recuperação de proteína devido a diferenças no fator de concentração dos retentados usados na fabricação dos queijos. Entretanto, a Tabela 9 mostra que houve uma tendência de aumento da recuperação de proteína com o aumento do fator de concentração.

Para os soros, foi verificada uma diminuição na recuperação de proteína com o aumento do fator de concentração, apesar do teor de proteína ter apresentado uma tendência oposta. Esse resultado está relacionado ao fato de que a quantidade de soro também diminuiu com o aumento do fator de concentração, de modo que, em termos quantitativos, a perda foi menor.

TABELA 8. ANOVA para Recuperação de Proteína Total no Queijo

Fatores	GL	QM	p
Tratamentos	2	80,37	0,113
Bloco	1	61,18	0,135
Erro	2	10,26	
Total	5		

GL=Graus de liberdade; QM=Quadrado médio; p=Probabilidade

TABELA 9. Média (n=2) da recuperação de proteína normalizada na fabricação de queijos a partir de retentados FC2:1, FC3:1 e FC4:1

Recuperação de proteína total (%)	Fator de Concentração		
	2:1	3:1	4:1
Queijo	76,84 ^a	85,20 ^a	89,27 ^a
Soro	23,17 ^a	14,81 ^a	10,73 ^a

Obs.: Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si (p>0,05)

O queijo obtido a partir do retentado FC2 apresentou valor de recuperação de proteína menor que o encontrado por FACHIN *et al.* [6], que obtiveram um valor em torno de 85%. Isso pode ser explicado pelo fato de que, quando se trabalha com queijos fabricados a partir de retentados de ultrafiltração, a textura mais grossa e a dificuldade de manipulação da massa provocam uma maior perda de proteína no soro [13]. Nos queijos produzidos a partir de retentados mais concentrados, esse efeito não foi tão significativo porque o volume de soro é menor, resultando numa perda quantitativa também menor.

3.2.3. Rendimento

Não foi verificada diferença significativa (p=0,059) entre os tratamentos em relação ao rendimento ajustado (Tabela 10). Entretanto, pode ser observada uma clara tendência de aumento do rendimento com o aumento do fator de concentração (Tabela 11).

Embora não exista evidência estatística de aumento de rendimento com o aumento do FC, o valor de p obtido (0,059) é muito próximo do valor convencional p=0,05, o que indica que pode existir diferença entre os tratamentos. Pequenas mudanças no rendimento são difíceis de detectar com pequeno número de experimentos. Assim, outros experimentos, com mais repetições, seriam necessários para verificar as tendências de maior recuperação de gordura e proteína, e de aumento de rendimento com o aumento do FC.

Tabela 10. ANOVA para Rendimento Ajustado

Fatores	GL	QM	p
Tratamentos	2	0,8001	0,059
Bloco	1	7,4371	0,007
Erro	2	0,0506	
Total	5		

GL=Graus de liberdade; QM=Quadrado médio; p=Probabilidade

Tabela 11. Média (n=2) do rendimento na fabricação de queijos a partir de retentados FC2:1, FC3:1 e FC4:1

	Fator de Concentração		
	2:1	3:1	4:1
Rendimento (kg queijo/100 kg leite)	14,33 ^a	14,35 ^a	14,75 ^a
Rendimento Ajustado	11,39 ^a	12,03 ^a	12,66 ^a

Obs.: Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si (p>0,05)

Segundo DRAKE & SWANSON [5], queijos com baixo teor de gordura apresentam rendimento menor, já que, normalmente, a gordura representa 50% ou mais do extrato seco total. De fato, os valores de rendimento obtidos foram menores que os encontrados por CAMPOS [4] para queijos fabricados a partir de leite com cerca de 3% de gordura, que foi de 15,98kg queijo/kg leite.

Os valores de rendimento ajustado obtidos no presente experimento foram, para todos os tratamentos

(queijos fabricados a partir de leite com 0,44% de gordura, pré-concentrado a FC 2:1, 3:1 e 4:1), superiores a 11kg queijo/100kg leite, o que deixa claro que o uso de retentados de concentração intermediária na produção de queijos com baixo teor de gordura promove um aumento de rendimento em relação ao processo tradicional.

4 – CONCLUSÕES

Houve uma tendência de aumento do rendimento de fabricação e da recuperação de gordura e proteína com o aumento do fator de concentração, apesar da diferença não ser estatisticamente significativa. Esse aumento está relacionado à incorporação de proteínas do soro, promovida pela ultrafiltração. A inclusão de proteínas do soro também aumenta a capacidade de retenção de água do queijo, o que pode vir a causar problemas microbiológicos, especialmente quando a fabricação é feita por acidificação direta. Assim, embora o uso de retentados de concentração intermediária (FC 2:1 a 5:1) promova um aumento de rendimento, a aplicação comercial desta técnica exige o desenvolvimento de equipamentos especiais de manuseio e corte, que possibilitem a obtenção de um queijo com características de textura e umidade mais próximos do produto tradicional. A escolha do fator de concentração ideal, que representa um compromisso entre a maximização do rendimento e a minimização das perdas de qualidade, requer, portanto, estudos mais aprofundados, que levem em consideração também variáveis como textura e, principalmente, segurança microbiológica.

5– REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 15. ed. Washington, 1995. 109 p.
- [2] BARBANO, D.M.; LYNCH, J.M.; FLEMING, J.R. Direct and Indirect Determination of True Protein Content of Milk by Kjeldahl Analysis: Collaborative Study. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, v.74, p. 281, 1991.
- [3] BENITO, J.J.S. Processamento de Leite Desnatado por Ultrafiltração Hiperfiltração. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 35, n. 212, p. 41-47. 1980.
- [4] CAMPOS, A.C. Efeito do Uso Combinado de Ácido Láctico com Diferentes Proporções de Fermento Láctico Mesófilo no Rendimento, Proteólise, Qualidade Microbiológica e Propriedades Mecânicas do Queijo Minas Frescal. Campinas, 2000, 80p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- [5] DRAKE, M. A.; SWANSON, B.G. Reduced and Low-fat Cheese Technology: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 6, p. 366-369, 1995.
- [6] FACHIN, L.; MONTEIRO, V. S.; PEREIRA, M. A. G.; PEDRAS, M. M.; VIOTTO, W. H. (2001) Queijo Minas Frescal com Baixo Teor de Gordura. Laboratório de Laticínios. Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), UNICAMP, Janeiro/2001, Comunicação pessoal.
- [7] GOLDBERG, I. 1994 **Functional Foods: designer foods, Pharmafoods, nutraceuticals**. Chapman & Hall, New York.
- [8] GREEN, M. L.; ANDERSON, J. S. M.; GRIFFIN, M. C. A.; GLOVER, F. A. Chemical Characterization of Milk Concentrated by Ultrafiltration. **Journal of Dairy Research**, v.51, n. 2, p. 267-278, 1984.
- [9] INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Determination of the Total Nitrogen Content of Milk by the Kjeldahl Method...**IDF-FIL**, n.20, p.1-3, 1962.
- [10] JENSEN, G.K.; STAPELFELDT, H. Incorporation of Whey Proteins in Cheese. Including the use of ultrafiltration. In: INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Factors Affecting the Yield of Cheese**. Brussels, 1993. Chap. 9, p.88-105. (International Dairy Federation Special Issue, n. 9301).
- [11] KOSIKOWSKI, F. New Cheese Making Procedures Utilizing Ultrafiltration. **Food Technology**, v.40, n.6, p.71-77, 1986.
- [12] LAW, B.L. Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk. London: Blackie Academic & Professional, 1997. 365 p. Chap. 6: Flavour and Texture in Low Fat Cheese, p. 207-218.
- [13] LELIEVRE, J.; LAWRENCE, R.C. Manufacture of Cheese from Milk Concentrated by Ultrafiltration. **Journal of Dairy Research**, v.55, n.3, p.465-478, 1988.
- [14] MARSHALL, R.T., ed. 1993 **Standard Methods for Examination of Dairy Products**. American Publ. Health Assoc., Washington.
- [15] MAUBOIS, J.L.; MOCQUOT, G. Application of Membrane Ultrafiltration to Preparation of Various Types of Cheese. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.7, p.1001-1007, 1975.
- [16] MCGREGOR, J.U.; WHITE, C.H. Effect of Enzyme Treatment and Ultrafiltration on the Quality of Low Fat Cheddar Cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n.3, p.571-578, 1990.
- [17] MORTENSEN, H. MD Foods do Brasil – A threshold to South America. **Scandinavian Dairy Information**, v. 6, n. 2, p. 26-27, 1992.
- [18] NIELSEN, P.S. Ultrafiltration in the Cheese Production. **Danish Dairy Industry**, v.4, n.12, p.14-16, 1984.
- [19] OLIVEIRA, J. S. Queijo: Fundamentos Tecnológicos. **Série Tecnologia Agroindustrial**, n.9, p.154-171, 1982.
- [20] RICHARDSON, G.H. 1985 **Standard Methods for Examination of Dairy Products**. American Publ.. Health Assoc, Washington.
- [21] VAN DENDER,, A.G.F. Contribuição ao Estudo de Ultrafiltração na Fabricação de Queijo Minas Frescal. Campinas, 1995, 76p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).