

Universidade Federal de Juiz de Fora
Pós-graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados
Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados

Alexandre Hargreaves Vieira

**ELABORAÇÃO E ESTABILIDADE DE QUEIJO MINAS FRESCAL DE LEITE DE
BÚFALA CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO E COM REDUZIDO TEOR
DE SÓDIO**

Juiz de Fora
2014

Alexandre Hargreaves Vieira

**ELABORAÇÃO E ESTABILIDADE DE QUEIJO MINAS FRESCAL DE LEITE DE
BÚFALA CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO E COM REDUZIDO TEOR
DE SÓDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, área de concentração: Novos Produtos e Processos, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Moreira Furtado

Co-Orientador: Prof. Dr. Junio Cesar Jacinto de Paula

Juiz de Fora
2014

Alexandre Hargreaves Vieira

**ELABORAÇÃO E ESTABILIDADE DE QUEIJO MINAS FRESCAL DE LEITE DE BÚFALA
CONCENTRADO POR ULTRAFILTRAÇÃO E COM REDUZIDO TEOR DE SÓDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, área de concentração: Novos Produtos e Processos, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Dissertação aprovada em: _____

Prof. Dr. Marco Antônio Moreira Furtado (Orientador)

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Junio Cesar Jacinto de Paula (Co-orientador)

Instituto de Laticínios Cândido Tostes

Prof^a. Dra. Renata Golin Boeno Costa

EPAMIG /Instituto de Laticínios Cândido Tostes

Prof. Dr. Ítalo Tuler Perrone

Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Cleuber Antonio de Sá Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais

Dedico este trabalho ao meu pai Renato Lucas Teixeira Vieira (in memoriam), técnico em laticínios, o qual atuou por mais de 50 anos com dedicação e entusiasmo, sendo reconhecido pela retidão e ética do seu trabalho. Faço também uma dedicação a minha avó Noemi, que aos 104 anos de idade se mostra como um exemplo de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que é misericordioso e que na sua infinita bondade nos deu força e sabedoria para concluir mais uma jornada.

Ao Instituto GPA, que permitiu e incentivou o mestrado, dentro da visão de desenvolvimento humano e educacional, e por sempre acreditar no meu trabalho.

Ao laticínio Bom Destino, em especial o Dr. João e ao Lauro que cedeu o leite permitiu e viabilizou esse trabalho, muito obrigado.

Ao meu orientador Marco Antônio e co-orientador Junio; obrigado pela sua orientação e empenho ao projeto, mas, sobretudo obrigado pela sua amizade: Deus os colocou em meu caminho.

A imensa colaboração do Sebastião que ajudou, e muito, no desenvolvimento prático do experimento. À Dona Alcy e à Gisela pela ajuda e empenho na realização das análises no laboratório.

Aos meus amigos, e em especial ao professor Wanderson, meu mestre, não sei como expressar tamanha gratidão que sinto pela palavra, pelo abraço e conselho e também por todo conhecimento técnico que me passou.

À minha família, aos meus filhos Junior, Hugo e Pedro, minha esposa Jaqueline que sempre me apoiou, onde sempre busco energia pra seguir firme no meu caminho. E a minha mãe Graziela pela dedicação, apoio e carinho durante todo o mestrado.

RESUMO

A constante procura por alimentos mais saudáveis tem sido um desafio permanente para a indústria de alimentos em geral. No setor de laticínios em especial, várias oportunidades têm surgido com as recentes descobertas de ganhos nutricionais diferenciados, advindos principalmente de lipídeos e proteínas. Neste contexto destacam-se o uso de novas tecnologias e também leites de espécies distintas do leite bovino, o mais consumido pela população. No presente trabalho, além de trazer uma análise de macroelementos para definir a quantidade de sódio em amostras de queijo frescal ultrafiltrado a base de leite bovino, buscou-se principalmente a elaboração de um novo produto, queijo fresco obtido por intermédio de tecnologia de ultrafiltração com a utilização de leite de búfala e sal hipossódico. Desta forma buscou-se aproveitar o melhor rendimento do leite de búfala, tendo em vista o mesmo possuir maior concentração de proteínas e lipídeos; suas propriedades nutricionais diferenciadas além de avaliar os produtos com teor reduzido de sódio ao longo do seu período de estocagem. Os resultados da análise estatística mostram que não houve diferença significativa, a 5% de significância, entre a aceitação nos diferentes tempos de estocagem do queijo fabricado. Foi observada diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) em relação ao tempo de armazenamento sob refrigeração durante 40 dias a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ para as variáveis firmeza, fraturabilidade, elasticidade e gomosidade, o que indica que o queijo ficou menos firme, menos quebradiço, menos elástico e menos gomoso, durante o armazenamento sob refrigeração. Conclui-se que uso da tecnologia de membrana aplicada ao leite de búfala é uma alternativa interessante por conta de um maior rendimento, assim como a utilização do sal especial com baixo teor de sódio, mostrou-se uma alternativa interessante para atender a demanda de saúde pública, em reduzir o teor de sódio nos alimentos.

Palavras-chave: leite de búfala, ultrafiltração, queijo minas frescal, baixo teor de sódio, estabilidade.

ABSTRACT

The constant demand for healthier foods has been an ongoing challenge for the food industry in general. In the dairy sector in particular, several opportunities have arisen with the recent discoveries of special nutritional gains of lipids and proteins from milk. In this context we highlight the use of new technologies and also milk from species other than bovine milk, the most consumed by the population. In the present study as well as bring a macroelements analysis to define the amount of sodium in frescal ultrafiltered cheese samples the basis of bovine milk, we sought to mainly we sought the development of a new product, fresh cheese obtained through ultrafiltration technology with the use of buffalo milk and low sodium. This way it was possible to use the benefit of the best yield of buffalo milk which has a higher concentration of proteins and lipids; their different nutritional properties and evaluating the final products with reduced sodium throughout its period of storage. The results of the statistical analysis indicated no significant difference at 5% significance level, between acceptances at different times of storage of cheese manufactured. Statistically significant difference ($p \leq 0.05$) with respect to time of refrigerated storage for 40 days at 5 ± 1 ° C for the attributes firmness, brittleness, elasticity and gumminess, indicating that the cheese was less firm, less brittle, less elastic and less gummy during storage under refrigeration. We concluded that the use of membrane technology applied to buffalo milk is an attractive alternative because of higher yields, as well as the use of special salt with low sodium, proved to be an interesting alternative to meet the demand of public health, to reduce the sodium content in food.

Keywords: buffalo milk, ultrafiltration, frescal cheese, low sodium, stability.

SUMÁRIO

1. Introdução	9
2. Revisão de literatura	11
2.1 Leite de búfala	11
2.1.1 Importância do leite de búfala	11
2.1.2 Produção do leite de búfala.....	12
2.1.3 Composição físico química do leite de búfala	14
2.1.4 Vantagens nutricionais e comerciais do leite de búfala	18
2.1.5 Desenvolvimento de novos produtos	21
2.2 Concentração do leite por ultrafiltração.....	23
2.2.1 Tecnologia de membranas para a concentração de proteínas do leite .	23
2.2.2 Processo de ultrafiltração para a produção do queijo Minas frescal	27
2.2.3 Utilização da ultrafiltração na produção do queijo Minas Frescal.....	29
2.3 Apelo nutricional do leite de búfala.....	30
2.3.1 Aumento do consumo de sódio pela população e suas consequências para a saúde.....	30
2.3.2 Programas para redução de sódio	32
2.3.3 Importância do sódio na fabricação dos queijos em geral.....	33
2.3.4 Formas de reduzir o sal durante a fabricação de queijos.....	36
3 Material e métodos.....	38
3.1 Localização	38
3.2 Testes preliminares	38
3.3 Fabricação do queijo Minas Frescal de leite de búfala concentrado por ultrafiltrado e com reduzido teor de sódio	39
3.4 Análises físico químicas do leite.....	43
3.5 Análises físico químicas dos queijos.....	43
3.6 Análises microbiológicas	44
3.7 Análise sensorial	44
3.8 Análise do perfil de textura (TPA).....	45
3.9 Delineamento estatístico	46
3.10 Análise de Macroelementos de queijo frescal ultrafiltrado de leite bovino.....	46
4. Resultados e discussão	48

4.1 Composição físico- química do leite de búfala	48
4.2 Composição físico- química do queijo Minas Frescal produzido com leite de búfala ultrafiltrado e com reduzido teor de gordura	50
4.3 Análises microbiológicas.....	53
4.4 Evolução de pH durante a estocagem do queijo	54
4.5 Evolução da extensão da proteólise do queijo durante o tempo de estocagem	56
4.6 Evolução da profundidade da proteólise do queijo durante o tempode estocagem.....	58
4.7 Análise sensorial	59
4.8 Perfil de textura (TPA).....	61
5. Conclusão	63
Referências bibliográfica.....	64

1 Introdução

Atualmente o consumo de leite e seus derivados são incentivados por proporcionar nutrientes que auxiliam na melhoria da saúde do consumidor. Assim a cada dia a indústria de laticínios tem investido em tecnologias que visam a melhoria no aspecto, sabor e na qualidade dos derivados do leite.

A indústria de laticínios começou a despertar o interesse pelo leite de búfala devido a algumas características importantes que ele apresenta, tais como: qualidade no sabor e textura, maior rendimento, menor risco de contaminação por agentes microbianos e maior valor nutricional quando comprado ao leite de vaca (AMARAL et al, 2005; VERRUMA e SALGADO, 1994).

A indústria alimentícia do ramo de laticínios, esta cada dia mais empenhada em descobrir novas técnicas, que visem aumentar o rendimento e a qualidade dos derivados do leite de búfala, mostrando se como um mercado em recente expansão no Brasil.

Além das vantagens nutricionais, este produto apresenta vantagens comerciais, como o seu alto rendimento. A preocupação com a saúde tem produzido uma modificação dos hábitos dos consumidores que buscam uma alimentação mais saudável, e funcional. O que tem tornado o consumidor mais exigente; assim, atualmente, ele não avalia só o preço, mas também as qualidades nutricionais do produto que vai consumir.

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.

Atualmente a ultrafiltração é a técnica mais utilizada para a concentração de componentes do leite e para o processamento de produtos lácteos como os queijos. 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 e CARVALHO,2009).

O crescimento do consumo de sódio deve-se aos maus hábitos alimentares da população. Em relação aos produtos lácteos Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) divulgou dados que mostram que o queijo Minas Frescal é um

dos grandes vilões na concentração de sódio; levando a indústria de produtos lácteos a investir em novas tecnologias que visam a produção de queijos com baixo teor de sódio.

Nesse sentido foi realizada para complementação deste estudo a análise de macroatomitos a fim de verificar a quantidade de sódio existente em 3 amostras de queijo frescal ultrafiltrado.

De acordo com o exposto acima, o objetivo principal deste trabalho é propor uma tecnologia para elaboração do queijo Minas Frescal de leite de búfala concentrado por ultrafiltração com reduzido teor de sódio. Sendo assim os objetivos específicos são os seguintes:

Desenvolver tecnologia de fabricação do queijo Minas Frescal com leite de búfala concentrado por ultrafiltração com reduzido teor de sódio; Identificar e caracterizar os aspectos referentes à composição físico-química do leite de búfala e do queijo Minas Frescal com leite de búfala concentrado por ultrafiltração e com reduzido teor de sódio; Analisar as características microbiológicas do queijo Minas Frescal produzido com leite de búfala concentrado por ultrafiltração com reduzido teor de sódio; Comparar o efeito do pH e dos índices de proteólise dos queijos obtidos ao longo do período de estocagem; Avaliar aspectos sensoriais do produto ao longo da sua estocagem em refrigeração; Avaliar as propriedades reológicas do produto ao longo da sua estocagem.

2 Revisão de literatura

2.1 Leite de búfala

2.1.1 Importância do leite de búfala

O leite é uma das bebidas mais antigas, sendo que o registro do seu consumo data desde a era pré-histórica. O leite de diversas espécies de animais tem sido usado ao longo da história como alimento ideal para o consumo humano, principalmente durante a infância (BERNARDES, 2007).

O leite era consumido in natura com o passar dos anos e com os avanços na área do conhecimento e da tecnologia, surgiram novas técnicas que permitiram o processamento do leite para melhorar sua qualidade para o consumo humano e para a obtenção de outros produtos, denominados de derivados do leite. Atualmente o consumo de leite e seus derivados são amplamente incentivados por proporcionar nutrientes que auxiliam na melhoria da saúde do consumidor. Assim a cada dia a indústria de laticínios tem investido em tecnologias que visam a melhora no aspecto, sabor e na qualidade dos derivados do leite como queijos, iogurtes, manteigas.

O leite de vaca e seus subprodutos são os mais consumidos no mundo, seguido pelo leite de cabra e mais recentemente o leite de búfala (ABCB, 2000). Segundo dados da Associação Brasileira de Criadores de Búfalo (ABCB), o consumo de derivados do leite de vaca apresenta uma estagnação, enquanto o consumo do leite de búfala entre os anos de 2001 e 2005 teve um crescimento anual de 32,3% (ABCB, 2000).

A indústria de laticínios começou a despertar interesse pelo leite de búfala, pois alguns países europeus já utilizam esse leite para a produção de derivados como a mussarela e ricota (RIKCI e DOMINGUES, 2012). O que tem despertado o interesse pelo leite de búfala são algumas características importantes que ele apresenta, tais como: qualidade no sabor e textura, maior rendimento, menor risco

de contaminação por agentes microbiológicos e maior valor nutricional quando comparado ao leite de vaca (AMARAL et al, 2005; VERRUMA & SALGADO, 1994).

O leite de búfala é um produto promissor por possuir vantagens nutricionais e econômicas, que são fatores de grande importância para o desenvolvimento de novos produtos pelas indústrias de laticínios. O Brasil desponta com sucesso nesse setor.

2.1.2 Produção do leite de búfala

Os búfalos foram domesticados há mais de cinco mil anos; eram utilizados como meio de transporte de cargas, para a produção de leite e carne (FURTADO, 1980). O sucesso na criação deste animal se deve ao fato de ser ele bem adaptado ao ambiente onde está inserido (BERNARDES, 2007). Os principais países produtores são Índia, Paquistão, China, Nepal, Iran, Mianmar e Vietnã (JORGE et al, 2011), sendo que a Índia contribui com 60% do rebanho. Na Europa, a maior produção de leite de búfala se concentra na Itália, onde a maior parte do leite produzido é destinada à produção da mussarela (TEIXEIRA, 2005).

Já na América Latina os países com maior produção de búfalos são, Brasil, Venezuela, Colômbia e Argentina (JORGE et al, 2011). Assim pode-se observar que na América Latina o Brasil desponta na produção de búfalos, com o maior rebanho da América. No Brasil esses animais foram introduzidos no final do século XIX, vindos principalmente da Itália e do Continente Asiático e adaptaram-se muito bem ao clima e solo brasileiro (BERNARDES, 2007).

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, em 2010 o Brasil tinha um rebanho de búfalos em torno de 1,2 milhões de cabeça (BRASIL, 2010), sendo que a maior concentração se encontra nos estados do norte (67,93%) e a região sudeste com 9,55%, sendo que o restante está distribuído entre os estados do nordeste, sul e centro oeste. De forma que na região sudeste o estado de Minas Gerais está em segundo lugar na produção de búfalos e a nível nacional ocupa o nono lugar (ESTATISTICA, 2004).

Foi observado que a melhoria no manejo desses animais aumenta a produção de leite, segundo Albuquerque (2004); dependendo do sistema de

manejo de uma propriedade a produção pode variar de 1.460 kg/ lactação a 2.955 kg/ lactação. O manejo eficiente, das raças de bubalinos, possibilita um aumento significativo da produção leiteira.

A partir da década de 1990 foi observado aumento considerável do número de produtos obtidos a partir do leite de búfala; assim, a demanda do leite aumentou e isso permitiu o crescimento das pequenas bacias leiteiras, que passaram a fornecer este leite para a industrialização (FREIRE-FILHO, 1995). O laticínio Búfalo Dourado foi o pioneiro no Brasil, em 1980 quando tinha uma capacidade de produção de 5.000kg de leite e uma comercialização média de 2.250 kg/ semana (JORGE, 2011).

Observa-se que há uma tendência mundial para o aumento da produção de leite de búfala; dados analisados apontam que entre os anos 1992 a 2002 houve um aumento na produção de leite em torno de 48,52% (STATISTIC, 2002). O Brasil também acompanha essa tendência.

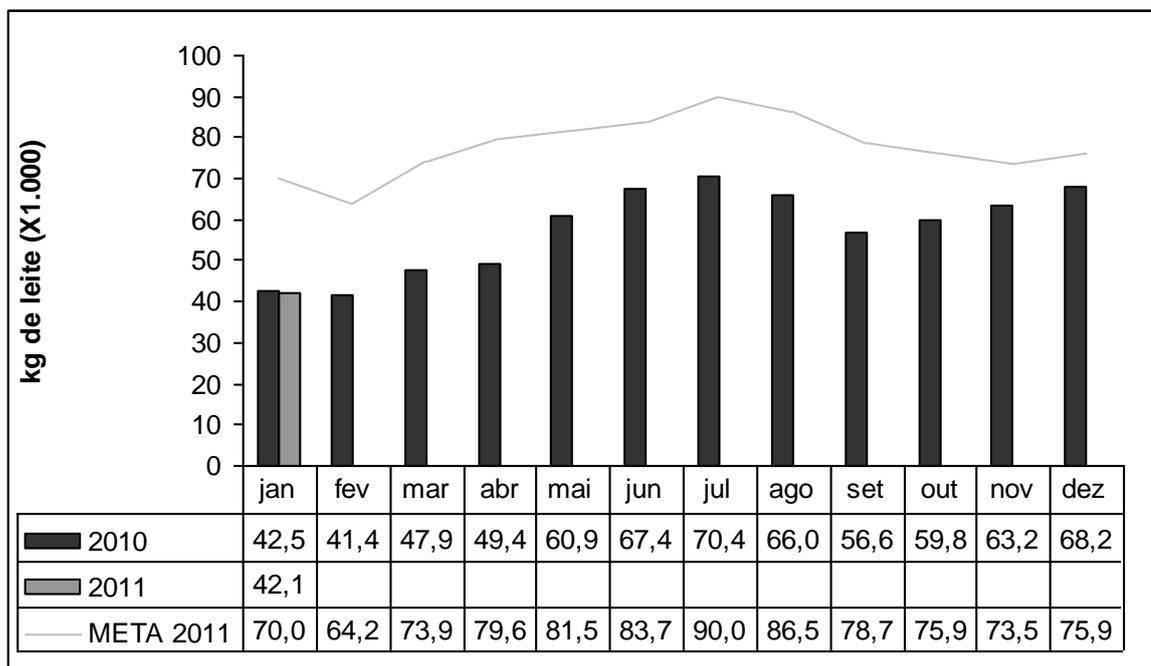


Figura 1: Produção de leite de búfala de 2010 a 2011.

Fonte: Veloso (2011)

Segundo Bernardes (2007), estima-se que no período de 2001 a 2005 a produção de leite de búfala no Brasil cresceu e a mesma estava ao redor de 92,3 milhões de litros, os quais são produzidos por cerca de 82.000 búfalos em torno de

2500 rebanhos. De forma que grande parte da produção desse leite é distribuída para 150 indústrias que transformam em derivados.

Conclui-se que a indústria alimentícia do ramo de laticínios está cada dia mais empenhada em descobrir novas técnicas, novos equipamentos que visem aumentar o rendimento e a qualidade dos derivados do leite de búfala, mostrando-se como um mercado em recente expansão no Brasil.

2.1.3 Composição físico- química do leite

Do ponto de vista químico, o leite de búfala, assim como o leite das demais espécies apresenta na sua composição substâncias como, água, gordura, proteínas, carboidratos, enzimas, sais minerais, vitaminas e células em geral (VERRUMA & SALGADO, 1994; RANGEL et al, 2011). Todos esses componentes se apresentam de forma equilibrada, mas suas concentrações podem variar de acordo com alguns fatores, como a raça do animal, clima, período de lactação, estação do ano (AMARAL et al, 2005; RANGEL et al, 2011; BASTOS, 2004).

O leite de búfala possui particularidades em sua composição que o difere do leite de vaca. Em relação à quantidade de água, o leite de búfala tem menor teor de água e mais matéria seca do que o leite de vaca (ROCHA, 2008), portanto é um leite mais concentrado.

Com relação ao perfil protéico, o leite de búfala apresenta dois grupos principais de proteínas: a caseína e as proteínas do soro do leite, que segundo Amaral et al (2005), constituem 77 a 79% e 21 a 23% respectivamente

A caseína é a proteína que representa 80% do nitrogênio total do leite, ela se agrupa em pequenas partículas denominadas micelas; assim quando o leite é processado por calor, acidificação ou até mesmo por concentrações diferentes de sal, essas micelas mudam sua conformação química e mudam o seu comportamento (NETO, 2013). Vários fatores interferem na composição do leite de búfala, o estudo de Rangel et al (2011), mostrou que o estágio de lactação é um dos fatores importantes que afetam a concentração de proteínas no leite. Esses pesquisadores verificaram que o teor de proteína se mostrou maior no início e no final da lactação.

Para Verruma & Salgado (1994) o leite de búfala apresenta 25,5% mais aminoácidos essenciais, que o leite de vaca.

Tabela1- Conteúdo de aminoácidos essenciais no leite de búfala e de vaca

Aminoácidos (g/g proteína)	Leites	
	Búfala	Vaca
Lisina	10,3	8,22
Triptofano	1,11	1,48
Treonina	5,66	3,97
Cistina	0,42	0,91
Valina	8,4	5,29
Metionina	3,52	3,02
Isoleucina	7,36	4,5
Leucina	12,61	8,84
Tirosina	4,71	4,44
Fenilalina	6,22	4,25

Fonte: Póvoa e Moraes-Santos (1982) apud Verruma & Salgado (1994).

Outro componente de grande importância na constituição do leite é a gordura, que se apresenta como uma emulsão que não é miscível em água, e que é responsável por proporcionar sabor e textura aos derivados do leite. Segundo Duarte (2001) o leite de búfala contém entre 5,5 a 8,5 % de gordura a mais do que o leite de vaca, mas a porcentagem de gordura saturada é baixa em torno de 50% a menos do que o leite de vaca, além de possuir 50% a menos de colesterol. Já Fernandes et al, (2007) encontraram maior concentração de ácidos graxos saturados (64,35%) em relação a 35,69% de ácidos graxos insaturados. Essa diferença pode ser devido a fatores nutricionais, pois a alimentação pode influenciar a concentração de gordura no leite (OLIVEIRA et al, 2009).

Em relação à quantidade de gordura no leite de búfala, no Brasil os seguintes autores Tonhati (1999); Duarte (2001); Faria (2002), encontraram teores médios de gordura variando entre 5,5 a 10,4%, semelhante aos valores encontrados em outros países, cuja variação foi de 6,6% a 8,4% (BOVERA, 2001).

A concentração de gordura também varia em relação a alguns fatores, como o estágio de lactação e a raça (AURELIA et al, 1999; RANGEL et al, 2011). A determinação do teor de gordura é importante, porque a gordura e a caseína são responsáveis pelo melhor rendimento do leite de búfala, se comparado ao de vaca (NASCIMENTO & CARVALHO, 1993).

O leite de búfala é uma fonte rica de ácido linoléico conjugado (CLA), que é um grupo de ácidos graxos poli-insaturados (HAN et al,2012) que possui ações fisiológicas importantes, sendo considerado uma substância que pode prevenir o diabetes, câncer, arteriosclerose, como também atua na redução da gordura abdominal (BELURY, 2002). Nos derivados do leite a sua concentração chega a 2,90 a 8,92 mg de CLA/ g de gordura. A concentração no queijo é de 3,59 a 7,96mg CLA/ g (HAN et al, 2012). Já Fernandes et al (2007) encontraram 1,77 (m/m) de CLA no leite de búfala.

Outro componente presente no leite são os carboidratos: no leite ele é representado pela lactose, cuja concentração se encontra em torno de 4,83 a 5,48% (DUARTE, 2001). A concentração da lactose não varia muito, é um componente mais estável e que influencia na quantidade do leite produzido (AURELIA et al, 2011).

Em relação aos sais minerais, suas concentrações são muito pequenas, mas eles são extremamente importantes do ponto de vista nutricional: dentre os mais importantes temos o cálcio e o magnésio (AMARAL et al, 2005). Ambos se encontram em maior porcentagem no leite de búfala do que no de vaca.

Tabela2- Composição mineral dos leites de búfala e de vaca

Minerais	Leites	
	Búfala	Vaca
Cálcio (%)	10,3	8,22
Fósforo (%)	1,11	1,48
Potássio (%)	5,66	3,97
Magnésio (%)	0,42	0,91
Ferro (ppm)	8,4	5,29
Manganês (ppm)	3,52	3,02
Zinco (ppm)	7,36	4,5

Fonte: Verruma & Salgado (1994)

No leite também são encontradas as células somáticas de diferentes tipos (células de defesa, leucócitos e células epiteliais) (FONSECA e SANTOS, 2000). A contagem das células somáticas (CCS) é de grande importância para reconhecimento de um leite de qualidade, pois a elevação da contagem dessas células no leite, pode ser extremamente prejudicial para a produção de queijos e derivados.

Segundo Teixeira (2005), quando a concentração de CCS aumenta, causa um aumento na quantidade de água no coágulo e isso, diminui em muito o rendimento do leite. Além de causar alterações ruins nas propriedades sensoriais e defeitos de textura deve-se à atividade metabólica das células somáticas presentes, que são resistentes à pasteurização e assim há uma hidrólise (lipólise) da gordura, o que modifica as características sensoriais e reduz a vida útil (FONSECA & SANTOS, 2000).

Em seus estudos, Teramoccia e colaboradores (2001) constataram que quando a CCS está acima de 4×10^5 ccs/ml o leite apresenta problemas na qualidade do produto. Assim o leite de búfala que vai ser utilizado para a fabricação de queijos deve ter um padrão específico para a CCS para não comprometer a qualidade do produto. Portanto na Europa, para assegurar essa qualidade, o leite de búfala de ser comercializado deve atender o padrão de até 400.000 células/ml para o leite cru (BASTOS, 2004).

A constituição microbiológica do leite também é de suma importância para a indústria de laticínios que busca o desenvolvimento de novos produtos. Quando um leite apresenta uma alta concentração de microrganismos, a sua vida útil é diminuída.

A microbiota do leite é muito variável e alguns fatores podem contribuir para essa variação, segundo Teixeira (2005); tais fatores são: hábitos alimentares do animal, manejo na hora da ordenha, assim como a estação do ano em que a microbiota aumenta, devido a temperatura. Também fatores externos durante o processamento do leite, podem contribuir com maior contaminação.

Uma característica importante do leite de búfala é que ele contém substâncias antibacterianas como a lactoferrina (RIKCI, 2012), que segundo Silva e Silva (1994), atua indisponibilizando o ferro, que é importante para o crescimento bacteriano.

Os componentes mais importantes do leite para a indústria são as proteínas (em específico a caseína) e a gordura. São estes componentes que proporcionam melhor rendimento, textura e qualidade para os derivados do leite, como os queijos. Mas também verificamos que são as substâncias que mais sofrem alterações ao longo da cadeia produtiva. Tais flutuações na concentração podem ser devido a fatores como: estação do ano, fases de lactação, manejo alimentar do animal.

Os valores de concentração da constituição química e microbiológica do leite devem ser bem padronizados, para que a indústria de laticínio tenha segurança da matéria prima que está sendo fornecida. Para o leite de vaca já existem legislação específica, selos de qualidade e padrões definidos, mas para o leite de búfala, estas especificações ainda não existem. A falta de padrões específicos pode ser devido ao fato de o leite de búfala ainda se um produto novo no mercado e portanto, ainda há um grande campo de pesquisa no que se refere a este produto.

2.1.4 Vantagens nutricionais e comerciais do leite de búfala

Atualmente têm crescido muito as pesquisas e estudos sobre as vantagens nutricionais dos alimentos, pois a cada dia tem aumentado o número de doenças crônicas degenerativas e muitas delas podem ser evitadas pela simples modificação dos hábitos alimentares da população. Além, é claro, do fator obesidade que tem crescido no Brasil, e também o crescimento de uma população hipertensa. Esses fatores devem ser levados em conta também pelas indústrias de alimento.

Assim a indústria da tecnologia de alimentos, ao criar novos produtos, deve sempre levar em conta as vantagens nutricionais que aquele produto pode oferecer para os seus consumidores.

O leite de búfala possui características químicas que o diferem do leite de vaca, e algumas das principais características que foram abordadas levam nos a concluir algumas vantagens nutricionais do leite de búfala, que pode ser considerado como um alimento funcional (HASLER, 1998). O termo “alimento funcional” surgiu por volta dos anos oitenta, o termo se refere aos alimentos que possuem substâncias que auxiliam no melhor funcionamento das funções do organismo, além de serem nutritivos (HASLER, 1998).

Uma da característica importante é que o leite de búfala possui uma elevada concentração de Ácido Linoléico Conjugado (CLA).

O CLA só pode ser obtido através da alimentação ou suplementação, pois o organismo não o produz. Ele é formado por uma mistura de isômeros do ácido

linoléico, e o mesmo é encontrado na carne bovina e nos produtos lácteos. Estudos conduzidos por Aimutis (2004) verificaram que apenas 3,4 g de CLA por dia é suficiente para o homem tenha os seus benefícios à saúde.

Estudos científicos demonstraram que ele é um potente anticancerígeno, além de reduzir a gordura corporal, principalmente a gordura abdominal (BOTELHO et al, 2009). Muitas pesquisas têm surgido em relação ao CLA e dentre outros resultados foram destacados os seguintes: ele aumenta o gasto metabólico, favorece o aumento da massa muscular em praticantes de musculação, diminui os níveis do mau colesterol, prevenindo assim a arteriosclerose, além de atuar na prevenção do diabetes (BELURY, 2002).

Contudo isso pode se verificar que o leite de búfala é uma rica fonte de CLA e que tem um importante valor nutricional, pois a sua concentração é maior que o do leite de vaca, tornando-se um ponto importante para a indústria de laticínios no Brasil. (HAN, 2012).

Em relação às proteínas do leite, a sua extração se dá na parte aquosa do leite, durante a produção de queijos, em que há a separação da caseína e das proteínas do soro (CARVALHO et al, 2007), de forma que na sua constituição a caseína representa 80% das proteínas totais do leite, e os outros 20% são das proteínas do soro (AIMUTIS, 2004). Há várias décadas, a indústria dos derivados do leite jogavam fora as proteínas do soro, pois não as consideravam importantes para a fabricação do queijo. Mas por volta dos anos 70, iniciaram-se estudos sobre as propriedades nutricionais das proteínas do soro do leite e a partir de então esse subproduto passou a despertar o interesse de nutricionistas e da indústria dos derivados do leite. (HARAGUCHI et al, 2006)

Um aspecto de extrema vantagem nutricional do leite de búfala, pois segundo Verruma & Salgado (1994), a concentração de caseína no leite de búfala é maior do que a concentração no leite de vaca. Além dessas vantagens o leite de búfala possui mais cálcio que o leite de vaca e possui menos sódio (AMARAL et al, 2005; VERRUMA & SALGADO, 1994).

Todas as características nutricionais favorecem para que o leite de búfala e seus derivados sejam considerados um alimento funcional mais eficiente do que o leite de vaca. Para o desenvolvimento e comercialização de novos produtos, o mesmo deve ter aceitação entre os consumidores, e para isso além das vantagens nutricionais, este produto deve possuir vantagens comerciais.

Uma das principais vantagens comerciais do leite de búfala é o seu alto rendimento. Segundo Nascimento e Carvalho (1993); o leite de búfala apresenta maior rendimento, devido ao maior teor de gordura e caseína, o que o torna ideal para fabricação de queijos e outros derivados. Segundo Neves (2010), para produção de 1 kg de queijo mussarela são necessários, em média, 8 Litros de leite bovino contra 5,5 Litros de leite bubalino. Da mesma forma para produção de 1 kg de manteiga se gastariam 20 Litros de leite bovino contra 15 Litros de leite bubalino. Isto demonstra que o rendimento do leite de búfalas é superior ao leite de vaca, o que o torna economicamente viável para a produção de derivados como o queijo, produzindo assim produtos lácteos de melhor qualidade e com preço mais competitivo.

Outro aspecto comercial é em relação a qualidade do leite e consequentemente dos seus derivados, pois a qualidade dos alimentos tornou-se um atributo fundamental para a transformação dos sistemas agro alimentares e determinante para a competitividade da indústria de laticínios (FARINA et al., 2005).

Os produtos como queijos, iogurtes e bebidas lácteas podem ser diferenciados pela sua vantagem sensorial (sabor, aparência, odor, textura), pelo valor nutricional (composição) e pelo grau de segurança (qualidade microbiológica) (DÜRR, 2006).

Em relação aos aspectos sensoriais o leite de búfala possui mais vantagens que o leite de vaca. O leite de búfala tem uma coloração mais branca, um sabor e aroma mais agradável, devido à maior atividade dos lactobacilos (BENEVIDES, 1998) e apresenta uma textura mais consistente (MACEDO et al, 2001).

Já em relação à sua qualidade microbiológica, também se mostra mais favorável que o leite de vaca, pois segundo Teixeira et al (2005), o leite de búfala apresenta menor concentração e células somáticas (CCS). Segundo Fonseca & Santos (2000) essa condição microbiológica favorece um maior rendimento, menos defeito de textura e aumento da vida útil na prateleira, pois quanto maior o CCS, maior a atividade das enzimas que essas células produzem que afetam as características sensoriais do produto.

Como foi visto, o leite de búfala atende a todos os requisitos sensoriais, nutricional e de segurança, o que o torna um excelente produto do ponto de vista

comercial, devido a maior aceitação do produto pelo consumidor, e isto é muito importante para o desenvolvimento e comercialização de mesmo.

2.1.5 Desenvolvimento de novos produtos

O mercado no setor de alimentos se mostra cada dia mais competitivo e para uma empresa ter sucesso é necessário que ela desenvolva e produza novos produtos. O desenvolvimento de novos produtos no setor lácteo é necessário para que a indústria dos derivados do leite mantenha a competitividade desse mercado (TEIXEIRA et al, 1995).

A preocupação com a saúde tem produzido uma modificação dos hábitos dos consumidores, que está tendendo a buscar uma alimentação mais saudável, mais funcional, com alimentos ricos em proteínas, com menos colesterol e menos sódio. Isso tem tornado o consumidor mais exigente; assim, atualmente o consumidor não avalia só o preço, mas também as qualidades nutricionais do produto que vai consumir.

A ampliação das linhas de produtos lácteos oferecidos pela indústria alimentícia permite o acesso às grandes redes varejistas e também a consolidação da imagem da marca junto ao consumidor final (REVILLION, 2004). Assim, para a criação de novos produtos deve haver investimentos relacionados aos experimentos, ao estudo nutricional, os quais vão atestar a funcionalidade do produto nos órgãos de regulação e também deve haver investimentos no setor de marketing para esclarecer o consumidor sobre as vantagens do seu produto, pois o produto pode ser muito bom, mas se a divulgação não for agressiva, não haverá sucesso.

Para que uma empresa desenvolva novos produtos, ela deve contar com uma equipe multidisciplinar (equipe de pesquisa, desenvolvimento, administração, marketing, produção e vendas) (KERZNER, 2002). De forma que cada novo produto precisa de um planejamento, para que o mesmo seja realizado dentro do prazo, do orçamento, tendo como meta final a satisfação do cliente. (KERZNER, 2002).

A estratégia para o desenvolvimento de novos produtos deve compreender a aquisição e uso de novas tecnologias; daí a importância da inovação tecnológica no setor da indústria láctea..

Outros autores como Utterback (1996) ampliaram este conceito e fizeram uma subdivisão em relação à apresentação de novos produtos; assim ele subdividiu em: inovações incrementais, o que diz respeito a novas combinações tecnológicas, que visam a melhora de um produto já existente; e a inovação estrutural, que se refere a novas combinações tecnológicas que visam o oferecimento de um novo produto.

Para que um novo produto venha para as prateleiras e se torne acessível ao consumidor são necessárias algumas etapas tais como: desenvolvimento tecnológico do produto, fabricação do produto e comercialização do mesmo (NEVES, 2010).

Para o desenvolvimento tecnológico de um produto existem várias etapas (STEELE, 1989) : A primeira se refere ao planejamento do produto, onde devem ser identificadas as suas características e aplicabilidade. O segundo passo é a engenharia do produto, no qual serão desenvolvidos novos processos para a fabricação do produto. O terceiro é a engenharia de aplicação, a qual tem o objetivo de mostrar a aplicabilidade ou utilidade do produto. E por último, tem se a engenharia do pós-venda, cuida da estocagem do produto e analisa as reclamações e dificuldades de comercialização.

Segundo Steele (1989) apud Neves (2010), quanto à etapa da fabricação do produto, relata também etapas que são necessárias à produção do novo produto; tais etapas são: obtenção da matéria prima (seleção de bons fornecedores), funcionamento dos equipamentos necessários, manipulação da matéria prima, sistema de fabricação e controle de qualidade.

Observamos que 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. Sendo que esta competitividade é boa para a indústria e para o consumidor, que a cada dia tem à sua disposição produtos de alta qualidade.

2.2 Concentração do leite por ultrafiltração

2.2.1 Tecnologia de membranas para a concentração de proteínas do leite

Para a indústria alimentícia, ao se fazer o processamento de uma matéria prima em alimento para consumo, o mais importante é preservar as condições nutricionais e garantir a qualidade para o consumidor. Para que isso aconteça é necessário que a matéria prima passe por etapas que vão causar alterações físicas e químicas, para que tal objetivo seja atingido (CHERYAN, 1999). Assim a indústria de alimentos busca por tecnologias ou técnicas que visam atingir este objetivo, mas que também venham reduzir os custos, para que o produto processado tenha boa aceitação comercial.

O leite é um produto líquido que tem como componentes principais, água, proteína, gordura, vitaminas e sais minerais, sendo que para a indústria de produtos lácteos, os componentes mais importantes são as proteínas e gorduras. Para a produção dos derivados do leite é necessário que se faça a separação dos solutos que estão diluídos no meio líquido.

Por volta dos anos 60, surgiram novos estudos sobre o processo de bioseparação e foi com o trabalho de Loub e Souvirajan em 1964, que os mesmos criaram a primeira membrana anisotrópica feita de acetato de celulose (MAUBOIS, 2009). A partir daí desenvolveu-se uma nova tecnologia, que é a da separação por membranas; e a mesma foi amplamente estudada e proposta por Maubois em 1969 e, na década de 70 vem sendo muito utilizada na indústria de laticínios para a produção de queijos a partir do retentado do leite (BRANS et al, 2004). Na Tabela 03, observa-se a comparação da técnica convencional com a da ultrafiltração na produção de queijos.

Tabela 03 - Comparação da produção de diferentes queijos através do processo tradicional e com o uso da UF para cada 100.000 kg de leite de vaca.

Tipo de Queijo	Produção Tradicional (kg)	Produção UF (kg)	Aumento de Produção (%)
Feta	13.700	17.800	30
Mussarela	9.930	11.750	18
Cheddar	10.360	12.290	18
Queijo Fresco	11.432	14.824	30

Fonte: Cheryan (1998) apud Leite et al (2006)

A função da membrana é funcionar como uma barreira seletiva, que permite 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 (CHERYAN, 1986, SRIKANTH, 1999, BRANS et al, 2004). A grande vantagem dessa tecnologia em relação aos métodos tradicionais de filtração é que ela permite a separação e solutos sem o uso do calor excessivo (evaporação e condensação), e isso é importante para o tratamento de substâncias que são sensíveis à temperatura elevada, como é o caso das proteínas (MAUBOIS, 2009). Por isso essa tecnologia foi amplamente aceita e difundida pela indústria de laticínios.

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. A Figura 2 apresenta um esquema que demonstra a diferença entre a filtração convencional e a tangencial.

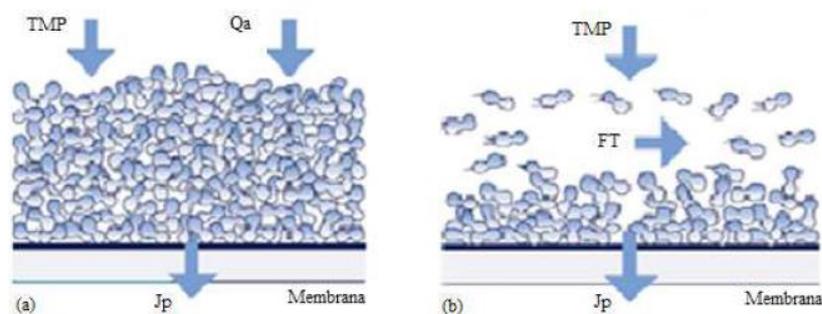


Figura 2: (a) Filtração convencional; (b) filtração tangencial. TMP – pressão transmembrana; Qa – vazão de alimentação; FT – fluxo tangencial; Jp – fluxo de permeado. (Adaptado de MILLIPORE®). Fonte: Pereira (2009).

As membranas são constituídas por diversos materiais, as mais encontradas são as de polímeros de celulose, polisulfonas, metais, ou de materiais cerâmicos (GIBSON, 1986). 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 (NETO, 2006). 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 (LIMA, 2008), portanto esse tipo de membrana é mais utilizado na indústria de laticínios e de alimentos.

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 (PEREIRA, 2009). 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.

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 (JUDD & JEFFERSON, 2003), 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. Segundo o autor, a capacidade de separação das membranas vai depender de alguns fatores tais como:

- Resistência da membrana, que vai depender de sua espessura, distribuição dos poros, diâmetros dos poros.
- Resistência ao transporte, que vai gerar o processo de polarização por concentração e *fouling*.
- Tamanho das moléculas.
- gradiente de concentração.

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 (SALVATORE, 2009).

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) (NETO, 2006).

A Figura 3 apresenta um esquema que mostra as diferenças principais nas técnicas citadas acima.

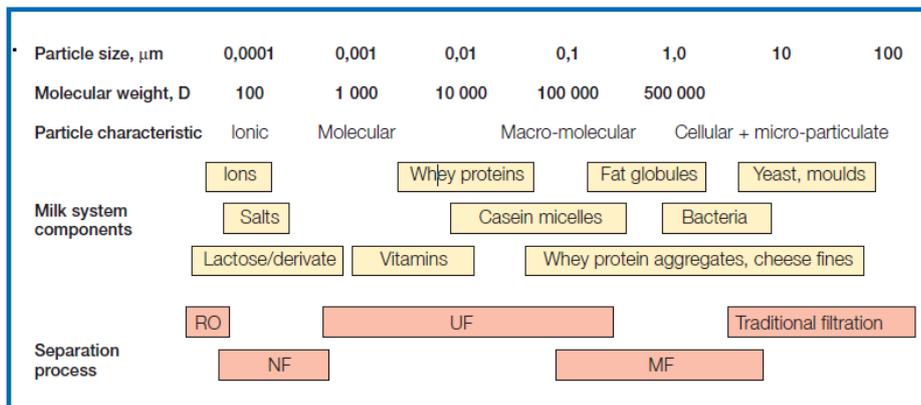


Figura 3: Aplicações do processo de separação por membranas na indústria de produtos lácteos. Fonte: Bylund (1996).

A Figura 4 mostra um esquema dos princípios das várias técnicas de filtração por membranas.

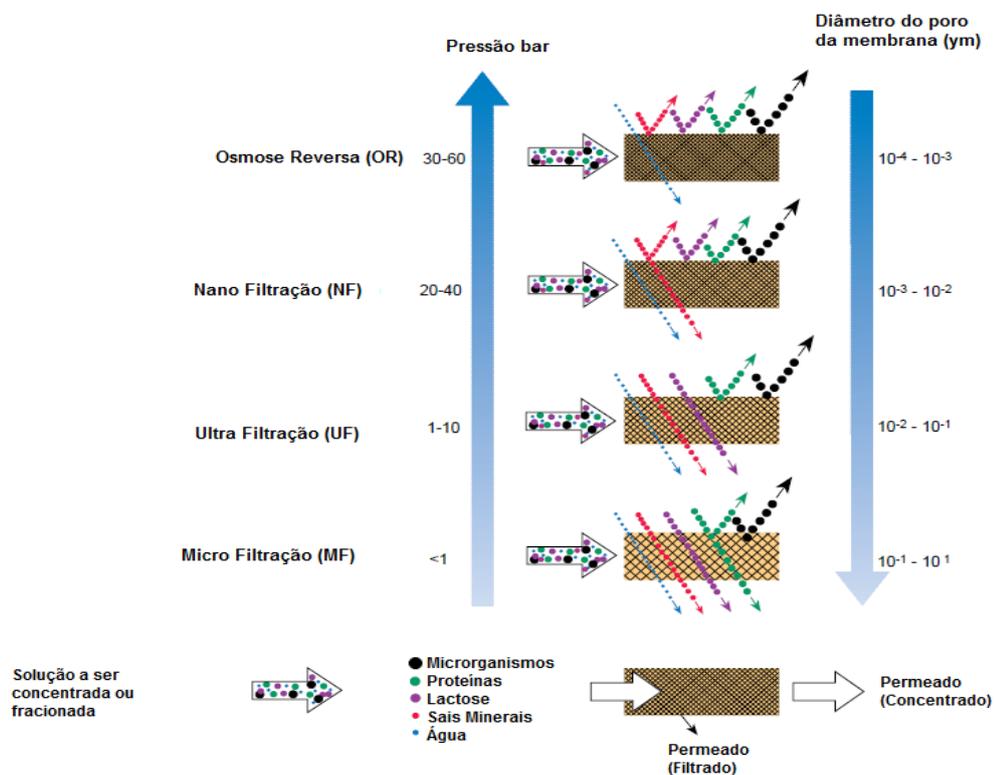


Figura 4: princípios da filtração por membranas. Fonte: Bylund (1996)

2.2.2 Processo de ultrafiltração para a produção do queijo Minas Frescal

Atualmente a ultrafiltração é a técnica mais utilizada para a concentração de componentes do leite, para o processamento de subprodutos lácteos como os queijos. Para esse tipo de técnica pode ser usado tanto o leite integral, como semidesnatado e desnatado (PRUDÊNCIO et al, 2006). A aplicação da ultrafiltração na indústria de laticínios vai desde a concentração de proteínas do soro do leite, para a fabricação de suplementos para atletas, até a padronização de proteínas lácteas no leite destinado à fabricação de queijos e iogurtes (HARGREAVES, 2010).

Na ultrafiltração as membranas são permeáveis aos componentes de baixo peso molecular, tais como a lactose, sais minerais e vitaminas, que farão parte do permeado, de forma que ela retém a gordura e as proteínas que se concentram no retentado (ROSA et al, 2009; GUADIX et al, 2004; ERDEM et al, 2006).

Para este tipo de filtração, as membranas utilizadas são as que possuem poros com tamanhos maiores e a mesma tem como massa molar de corte soluções que variam de 1 a 103 KDa , pois a sua função é reter as proteínas do leite , as quais tem pressão osmótica mais baixa (FELLOWS, 2006). De forma que o limite de retenção de uma membrana de ultrafiltração é definido pelo valor da massa molecular de uma macromolécula rejeitada pela membrana

Quanto à questão da composição da membrana para ultrafiltração, as mais comuns para utilização na indústria de laticínios são de constituição à base de polímeros, ou de materiais cerâmicos, sendo que as de polisulfonas são as mais utilizadas. (BOSHI, 2006). Esta membrana está inserida dentro de um módulo para ultrafiltração, que é composto por espaçadores, canais de escoamento, suportes e acessórios para vedação. Para a escolha do módulo que vai ser utilizado, alguns fatores devem ser analisados para que o módulo funcione com plena eficiência; segundo Boi (2006), esses fatores são: tipo de separação empregada, relação de custo benefício, flexibilidade e facilidade de manutenção, operação e limpeza. Dentre os fatores que podem afetar o desempenho da ultrafiltração estão a polarização por concentração e o *fouling* (MAUBOIS, 2009), os quais são fatores limitantes da técnica, pois eles causam uma diminuição do fluxo em função do tempo.

A polarização por concentração se dá quando se acumula uma concentração grande de solutos próxima à superfície da membrana, de forma que nessa região a concentração se torna maior do que na solução de alimentação (NOBREGA, 2005).

Para a diminuição do *fouling* algumas medidas podem ser adotadas como modificações no modelo da membrana, pré-tratamento e ajustes das condições de operação (DAUFIN, 2001).

Para a avaliação da ultrafiltração alguns parâmetros devem ser utilizados que segundo POULIOT et al (1999) são: a força iônica, pH, coeficiente de transferência de massa (K), pressão transmembrana, velocidade tangencial, concentração da alimentação e a temperatura. Em relação ao pH, Pouliot et al (1999) em seu estudo observou que no procedimento de ultrafiltração, quando há um aumento do pH de 5,0 para 9,0, houve um aumento do fluxo e conseqüentemente da permeação de proteínas e diminuição do *fouling*. Esta observação é importante quando se deseja ter uma maior concentração de proteínas, o pH tem que ser menor, pois nessa condição há uma diminuição da solubilidade da proteína e assim obtém-se um concentrado com maior teor. Mas essa condição pode gerar o fator negativo que é o aumento do *fouling*, sendo neste caso necessário adotar alguma das medidas citadas anteriormente para diminuição desse fator limitante.

A velocidade tangencial também é um dos parâmetros importantes durante o processamento da ultrafiltração, pois quanto maior for essa velocidade tangencial do fluido sobre a membrana, maior será o espalhamento do soluto sobre a membrana, e conseqüentemente diminui a polarização por concentração (LEWIS, 1982).

A temperatura também tem influência sobre a eficiência da ultrafiltração, pois quanto maior for a temperatura, maior será a viscosidade do fluido, devido à desnaturação proteica, e isso leva a um aumento do fluxo permeado (LU et al, 2007). Portanto, em trabalhos que necessitem de um maior teor de proteínas no concentrado, a temperatura não pode ser elevada, de forma que a ideal para trabalho é em torno de 50 a 55 °C (LU et al, 2007).

A ultrafiltração é uma técnica de ampla aplicação comercial na indústria dos derivados lácteos, de forma que a indústria ao desenvolver um novo projeto para obtenção de produtos oriundos da ultrafiltração deve levar em conta a

pesquisa do fluxo permeado, da retenção e da natureza físico-química do soluto, para a implantação de tal processo, que garanta maior eficiência e menor custo.

2.2.3. Utilização da ultrafiltração na produção de queijo Minas Frescal

O queijo Minas Frescal é um dos produtos derivados do leite mais difundido no Brasil e tem grande aceitação pela população em geral, torna-se um produto cada vez mais procurado por pessoas que querem adquirir hábito alimentar mais saudável.

A técnica da ultrafiltração possui vantagens na produção de queijo Minas Frescal, pois a mesma é indicada para a produção de queijos menos consistentes. Segundo Erdem (2006) foi constatado uma maior eficiência na produção de queijos brancos, quando se comparou a ultrafiltração com os métodos convencionais de filtração.

A comercialização do queijo Minas Frescal obtido do leite de vaca e produzido pela ultrafiltração começou em 1988 (BOSCHI, 2006) e a cada dia mais tecnologias surgem para melhorar a qualidade desse tipo de queijo. Uma dessas vantagens é que tal técnica permite a obtenção de um retentado com maior concentração de proteínas do leite. Assim os queijos produzidos por ultrafiltração, possuem um maior valor nutricional que é importante para o consumidor e ainda possibilita um maior rendimento do produto (HINRICHS, 2004), o que favorece a comercialização de um produto com valor agregado e com menor custo, pois é uma técnica simples, com baixo consumo de energia e elevada eficácia.

Além da questão do maior rendimento, a ultrafiltração permite uma melhora na textura e qualidade do queijo. Segundo Mc Gregor (1990) a técnica permite uma diminuição da lactose, o que melhora o controle da taxa de acidificação e da incorporação de mais proteínas do soro e isso resulta em um aumento da capacidade de retenção de água no queijo. Tudo isso contribui para um queijo mais macio e de melhor sabor e com uma vida útil maior.

Outra vantagem importante que merece ser abordada é o fato de que a ultrafiltração permite que o retentado seja coagulado diretamente dentro da

embalagem, isso reduz em muito a manipulação do queijo, pois elimina as etapas de corte e de enformagem do queijo, diminuindo assim o risco de contaminação.

Mais uma vantagem é apresentada por Vandender (1995), a diminuição de perdas durante a dessoragem do coágulo, proporcionando maior aproveitamento da matéria prima e conseqüentemente ocasionando maior rendimento.

2.3 Apelo nutricional

2.3.1 Aumento do consumo de sódio pela população e suas conseqüências para a saúde

A cada ano o consumo de sal tem crescido em todos os países, incluindo o Brasil, a média de consumo varia de 9 a 12 gramas por dia (WHO, 2003), mas segundo dados da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003) a ingestão máxima recomendada é de 5 gramas por dia, esse consumo excessivo tem preocupado , os governos de muitos países.O crescimento do consumo de sódio se deve aos maus hábitos alimentares da população, que muitas vezes devido à rotina corrida do seu dia a dia acaba trocando uma refeição saudável e equilibrada por produtos industrializados (ricos em sódio).

É preciso buscar o equilíbrio no uso do sal, pois como qualquer alimento ele tem seu lado nutricional com benefícios essenciais à saúde humana. Ele é importante para a manutenção do bom funcionamento do organismo, como manutenção e equilíbrio da osmose e do acido-básico para absorção de nutrientes, também sendo necessário para transmissão nervosa e contração muscular. (HE, 2009).

As mudanças na alimentação dos últimos anos incluem, cada vez mais, alimentos de baixo valor nutricional, hipercalórico, salgado e gorduroso. Esse é o valor que se paga pelo modernismo e estresse de uma vida corrida, contribuindo para pessoas cada vez mais sedentárias, e assim aumentando as estatísticas de obesidade, hipertensão e doenças cardiovascular (HE, 2009).

A consequência do consumo exagerado de sal traz consequências que são prejudiciais à saúde da população, pois o mesmo leva ao aumento da predisposição a doenças cardíacas, hipertensão arterial, doenças renais e até a osteoporose (HE, 2009). Como essas doenças têm crescido ao longo dos anos, isto as torna como um caso de saúde pública, pois o gasto do governo com a prestação dos serviços de saúde para essa população doente é muito alto.

Desde 2010 o governo tem se preocupado com a questão do sódio na alimentação e tentar definir meios para alcançar o objetivo. Dentre os meios que o governo procura definir estão: o aumento da oferta de alimentos mais naturais e menos processado; reformulação de alimentos processados; sensibilização das indústrias de alimentos; orientação sobre a rotulagem nutricional dos alimentos industrializados (NILSON, 2012).

Em 2007 foi estabelecido um acordo de cooperação entre o Ministério da Saúde e a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA), cujo objetivo era a reformulação dos alimentos processados; dentre estas reformulações estava o acordo para a redução do sódio (IV Simpósio de segurança alimentar SBCTA- RS). Já em 2011 houve o termo de compromisso com a ABIA para a redução do sódio nos alimentos processados, no qual segundo Nilson (2012), neste termo está prevista a redução gradual e voluntária dos teores de sódio, através do desenvolvimento de novas tecnologias e formulações.

.A Tabela abaixo mostra os países que mais consomem sódio na alimentação

Tabela 4 - Países com maior consumo de sódio

Pais/Região	Consumo
EUA	8 a 12g/dia
Europa	8 a 11g/dia
Japão	10 a 15g/dia
Coréia	12 a 15g/dia
Brasil	10 a 12g/dia

Fonte: Aditivos & Ingredientes, pag.30.

Assim, desde 2007, o governo do Brasil e de alguns países tomaram a iniciativa de criar campanhas e projetos para a redução do consumo do sal, visando a prevenção dessas doenças. Campanhas para a redução de sódio foram realizadas com sucesso na Finlândia, Inglaterra e Japão (CAPPUCCHIO, 2011).

Segundo a Anvisa, os resultados das análises de sódio em queijo Minas Frescal demonstram que o teor médio de sódio encontrado foi de 505mg, 100gvariando entre 126 mg/100g a 1.819 mg/100g com uma variação de 14,4 vezes entre eles.

Tabela 5 - Teores de sódio entre os alimentos analisados em mg/100g ou ml

Alimento	Média	Maior valor	Menor valor	Diferença
Bebida láctea	93	115	73	1,6
Queijo Minas Frescal	505	1.819	126	14,4
Queijo Minas Padrão	546	673	290	2,3
Queijo Mussarela	577	1.068	309	3,5
Queijo Parmesão	1.402	3.052	223	13,7
Queijo Parmesão Ralado	1.981	2.976	1.100	2,7
Queijo <i>Petit Suisse</i>	45	62	38	1,6
Queijo Prato	571	986	326	3
Ricota Fresca	191	432	41	10,5

Fonte: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home>.

Os resultados da Tabela 5 demonstram que os alimentos com maiores variações entre as marcas com menores e maiores quantidades de sódio foram os queijos Minas Frescal, parmesão e ricota, com diferenças superiores a 10 vezes. Já os alimentos com menores diferenças foram bebidas lácteas, e queijo Petit Suisse com diferenças inferiores a 2 vezes.

2.3.2 Programas para redução do sódio

O eixo principal para essas campanhas e projetos está centrado na redução do sódio nos produtos industrializados e na mudança dos hábitos alimentares da população, através de propagandas e campanhas educativas que venham atingir não somente a população, mas também as indústrias fabricantes de alimentos. Para a realização dessas campanhas estão envolvidas as principais agências internacionais, com destaque para a força tarefa para a redução do consumo de sódio nas Américas, a qual é coordenada pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), que o Brasil é um dos participantes (OPAS, 2010).

No Brasil o órgão responsável pela mobilização das campanhas e projetos é o Ministério da Saúde (MS). Que apresenta dois planos para a redução do

consumo de sódio, que são: Plano Nacional de Saúde 2012-2015 e o Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas no Brasil 2011-2020 (NILSON, 2012).

Dentre os meios que o governo procura definir estão: o aumento da oferta de alimentos mais natural e menos processado; reformulação de alimentos processados; sensibilização das indústrias de alimentos; orientação sobre a rotulagem nutricional dos alimentos industrializados (NILSON, 2012). Em 2007 foi estabelecido um acordo de cooperação entre o Ministério da Saúde e a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA), cujo objetivo era a reformulação dos alimentos processados, dentre estas reformulações estava o acordo para a redução do sódio.

Em 2010 houve um reforço do compromisso com a redução do sódio através do Fórum da Alimentação Saudável e em 2011 houve o termo de compromisso com a ABIA para a redução do sódio nos alimentos processados, no qual segundo Nilson (2012), neste termo está prevista a redução gradual e voluntária dos teores de sódio, através do desenvolvimento de novas tecnologias e formulações.

Em relação aos produtos lácteos a ANVISA divulgou dados que mostram que o queijo Minas Frescal é um dos grandes vilões, na concentração de sódio, com 505mg de sódio /100 gramas de queijo. Daí a importância da indústria de produtos lácteos investirem em novas tecnologias que visam à produção de queijos com baixo teor de sódio.

2.3.3A importância do sódio na fabricação dos queijos em geral

Uma de suas grandes importâncias do NaCl está no fato de que ele atua na redução da proliferação microbiana do queijo, pois quando o cloreto de sódio é adicionado a tendência é que haja uma diminuição na quantidade de água do queijo e isso é importante para que se tenha menos água disponível para as reações enzimáticas dos microrganismos presentes no queijo (PEREDA et al, 2005). Mas ele também atua na inibição de microrganismos por promover a liberação de proteases e peptidases que atuam na lise das células microbianas e

também atua aumentando a pressão osmótica, o que causa a desidratação dos microrganismos (FOX e GUINEE, 2004).

Ganesan et al (2014) afirmam que o sódio é um nutriente essencial e desempenha um papel vital na manutenção do equilíbrio do corpo, entretanto, uma dieta que contenha altos níveis de consumo de sódio pode elevar a pressão sanguínea, aumentando significativamente o risco de doenças cardíacas, insuficiência cardíaca e doença renal, portanto, a alta ingestão de sódio afeta negativamente a saúde dos consumidores, contudo, não há interesse ativo na redução dos níveis de sódio em alimentos lácteos. Sendo assim, a redução da ingestão de sódio na alimentação propicia uma diminuição progressiva da pressão arterial. Os autores apontam que quase 75% do sódio na dieta é proveniente de alimentos processados que contenham cloreto de sódio adicionado, enquanto apenas 5% do sódio na dieta é de ocorrência natural.

Neste sentido, por entenderem que os queijos precisam ser fabricados com menor teor de sódio e ainda manter os níveis de pH e umidade comparável ao dos queijos padrão, os autores realizaram um estudo em que fabricaram o queijo cheddar e mussarela, com leite de vaca, em 5 diferentes níveis de sal, que variava entre 0,7 a 1,8% , com umidade semelhante, buscando verificar como a redução de sal abaixo dos níveis atuais do produto de varejo, independente da umidade, irá alterar a funcionalidade, o sabor e a aceitação deste queijo pelos consumidores. A hipótese dos autores é que a redução de sal de 30% é suficiente para alterar a percepção e aceitabilidade dos consumidores de queijo.

Desse modo, 48 blocos de queijo cheddar foram feitos com processos de fabricação diferentes. Destes, 15 blocos de queijo com níveis de sal de 0,7; 1,0; 1,25; 1,35 e 1,8% (p / p); com umidade final de 36 a 38%; pH 5,0 a 5,2 e base de gordura-seco de 51 a 53% foram selecionados para dar 3 repetições em cada nível de sal. Os queijos em 5 níveis de sal foram com idade entre 3 e 6 meses de armazenamento e, em seguida, usado para painéis sensoriais. Já os queijos mussarela tiveram os níveis de sal de 0,75; 0,9; 1,2; 1,9 e 1,35%, o que correspondeu a 0; 25; 33; 50 e 60% de redução de sal respectivamente. Para determinar como nível de sal altera aceitabilidade sensorial, os queijos foram servidos aos 120 palestrantes do painel de consumidores, realizados no Laboratório Sensorial Universidade Estadual de Utah, individualmente e em pizzas ou quesadillas. Os consumidores avaliaram as amostras em uma escala hedônica

de 9 pontos para indicar grau de gosto, que variava entre 1 = não gostam muito e 9 = como extremamente. A redução inicial no pH foi inversamente proporcional ao teor de Na queijo e, embora as alterações do pH durante o armazenamento foram semelhantes para todos os queijos, os queijos com maior Na tiveram um pH mais elevado durante o armazenamento. O resultado da pesquisa apontou que a tendência geral foi para uma pontuação mais baixa em cada etapa da redução de sal (25, 33, 50 e 60%), embora quando o queijo foi consumido como pedaços ou em uma pizza, agradou mais aos consumidores, demonstrando assim seu potencial para ser comercializado (GANESAN et al, 2014).

Grummer et al (2012) realizou um estudo com queijo tipo cheddar, onde foi realizada a substituição parcial de cloreto de sódio por diferentes sais, a Análise Descritiva Quantitativa também demonstrou que não foram exibidos resultados diferentes quanto ao gosto salgado, entre as amostras controle e aquelas com redução de sódio. Os autor indica que durante o processamento dos queijos, parte do sal adicionado é perdida quando a massa úmida é comprimida na etapa de prensagem. Quanto maiores concentrações de sal inserido na massa úmida maior a perda do mesmo devido a maior sinerese.

Estudos acerca da substituição de sais em queijos demonstraram que a característica de intensificador do sabor torna o NaCl primordial no processo de produção de queijos, conseqüentemente, uma redução inadequada deste conteúdo pode interferir em sua aceitação global, podendo levar a uma diminuição do interesse do consumidor pelo alimento, bem como acarretar um impacto econômico negativo. Diante disso, a substituição parcial do NaCl pelo cloreto de potássio (KCl) tem sido estudadas com sucesso em virtude do menor impacto de alterações físico-químicas e sensoriais e a capacidade de manter as características antimicrobianas ativas. Neste sentido, a utilização de substitutos de NaCl vem mostrando-se como alternativa viável para mudança deste quadro, buscando diminuir a ingestão de sódio, porém mantendo as características desejadas pelos consumidores (GRUMMER et al., 2013).

O cloreto de sódio também é importante por evitar a desestabilização das proteínas, pois quando as proteínas se interagem com a água, há uma mudança na sua estrutura e estabilidade, e isso pode interferir de forma negativa nas propriedades físicas do queijo, como por exemplo, na textura, comprometendo a reologia do queijo (CRUZ et al, 2011). Assim o cloreto de sódio, ao retirar a água,

permite maior estabilidade das proteínas, favorecendo assim a produção de um queijo com melhor textura, a qual é muito importante para o consumidor que, ao avaliar e escolher um queijo. O primeiro aspecto que ele observa é a sua aparência. Assim podemos dizer que sobre as propriedades físicas do queijo, que quanto maior a concentração de cloreto de sódio, mais firme será o queijo.

Devido a todas essas vantagens do cloreto de sódio na fabricação do queijo percebe-se que a sua retirada vai interferir na consistência e no período de vida útil em prateleira. Existem alternativas que permitem a redução dessa substância sem afetar a reologia do queijo.

2.3.4 Formas de reduzir o sal durante a fabricação de queijos

Devido às vantagens para a saúde na redução do sódio em alimentos processados, a indústria de laticínios, procura desenvolver tecnologias para a produção de queijos com baixo teor de sódio. Assim as principais formas para a redução do cloreto de sódio nos queijos são: diminuição na quantidade de cloreto de sódio adicionado, substituição total ou parcial do cloreto de sódio (GOMES et al, 2011; KATIARI et al, 2000) ou pela adição de intensificadores de sabor.

A tecnologia mais utilizada na indústria de laticínios é a tecnologia da substituição parcial do cloreto de sódio, e é a mesma tecnologia que foi utilizada neste trabalho. Na substituição do cloreto de sódio, pode ser usado o cloreto de potássio. Gomes et al (2011) testaram diferentes concentrações de cloreto de potássio na fabricação do queijo Minas Frescal, produzido com leite de vaca, sendo testadas as seguintes concentrações: 0%, 25%, 50% e 75%, e observaram que a substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio não deveria ser maior do que 25%, pois foram observados mudanças nas propriedades do queijo quando essa concentração era superior.

Kishimoto (2000), usaram a SalonaTM para substituir parcialmente o teor de cloreto de sódio. A SalonaTM é um sal marinho natural com baixo teor de sódio, que pode reduzir de 25 a 50% da concentração do cloreto de sódio. Os minerais que compõem esse sal possuem baixos teores de cloreto de sódio, os elementos constituintes são $MgCl_2$ (31-35%), KCL (21-26%) e Na CL (5%) (KISHIMOTO,

2000). Assim, a conclusão do trabalho destes autores foi de que a adição de Salona™, entre 25 a 50% não afetou significativamente o perfil físico –químico e funcional do queijo Mussarela, e observaram também que a Salona™ teve o mesmo efeito inibidor de microrganismos comparado com os queijos produzidos com cloreto de sódio.

No presente trabalho foi utilizado como substituto parcial do cloreto de sódio o SUB4SALT®, que é um dos produtos de redução de sal da Jungbunzlauer. O SUB4SALT® oferece quatro vantagens principais: características de sabor salgado semelhante ao sal, fácil manuseio e os níveis de dosagem semelhantes, com teor de sódio reduzido. Desta forma não há perda de sabor e da funcionalidade do mesmo. Sendo neste trabalho adotado a proporção de redução de 25 a 50%.

Assim, devido a todos estes fatores expostos ao longo desta revisão, apresentamos o resultado da análise de macroelementos que definem a quantidade de sódio em três amostras de queijo frescal ultrafiltrado de renome produzido com leite de vaca, quais sejam, Queijo Frescal, Polenghi e Danúbio e também traçamos como objetivo o desenvolvimento de um queijo Minas Frescal, produzido com leite de búfala concentrado por ultrafiltração com baixo teor de sódio visando assim a contribuir com a diversificação na indústria de produtos lácteos e com a saúde da população brasileira.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O presente trabalho foi conduzido no núcleo industrial do Centro de Ensino e Pesquisa Instituto de Laticínios Cândido Tostes da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (CEPE/ILCT/EPAMIG).

Os experimentos foram conduzidos em escala piloto no Laboratório de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação (Lab de PD&I) do CEPE/ILCT/EPAMIG. As análises físico-químicas, microbiológicas, sensoriais e do perfil de textura (TPA) foram realizadas nos laboratórios de pesquisa do CEPE/ILCT/EPAMIG.

O leite de búfala utilizado no experimento foi fornecido pelo Laticínio Bom Destino, localizado no distrito de Morro dos Ferros Município de Oliveira, Minas Gerais. Esta empresa foi selecionada como parceira do projeto para o fornecimento da matéria prima por possuir um rebanho bubalino próprio e também por apresentar boas condições higiênico-sanitárias na obtenção e beneficiamento do leite, sendo o estabelecimento fiscalizado pelo Serviço de Inspeção Federal.

3.2 Testes preliminares

Para a fabricação do queijo Minas Frescal de leite de búfala concentrado por ultrafiltração e com reduzido teor de sódio foram realizados 3 testes preliminares no laboratório de pesquisa do CEPE/ILCT/EPAMIG. Foram definidos o tipo de processamento, o fator de concentração do leite de búfala durante a ultrafiltração, os ingredientes, o binômio tempo/temperatura de tratamento térmico do produto, o tipo de substituto de cloreto de sódio, o fluxograma de fabricação e a formulação ideal para produção dos queijos. A partir da definição de todos os parâmetros e da formulação, o queijo foi produzido em quatro repetições para avaliação centesimal e acompanhamento da vida útil nos tempos T1 (10 dias), T2 (20 dias), T3 (30 dias) e T4 (40 dias).

O leite de búfala apresenta teores de gordura muito elevados em comparação ao leite de vaca. Nos testes iniciais também foi observada a necessidade de padronização do teor de gordura para 3(%m/v), que apresentou resultado satisfatório em termos de composição final dos queijos. Foi solicitado que o leite passasse por uma termização a 60°C/15 a 20 segundos em um trocador de calor a placas no sistema HTST para eliminação dos microrganismos patogênicos, e também, que o leite fosse padronizado para 3(%m/v) de gordura, uma vez que, o leite de búfala tem alto teor de gordura (média da gordura do laticínio Bom Destino de 7,2(%m/v)). Então foi realizada uma padronização para a obtenção de um produto mais adequado em comparação ao existente no mercado, que é produzido com leite de vaca.

A escolha do fator de concentração foi realizada levando-se em consideração a consistência final do produto e os padrões de composição e consistência dos queijos Minas obtido por ultrafiltração. Para o cálculo do Fator de Concentração, foi utilizada a seguinte formula sugerida por Neto (2006).

$$FC = \frac{\text{Volume Inicial do leite (L)}}{\text{Volume de Retentado (L)}}$$

FC = Fator de concentração

Onde, o Volume de retentado = volume inicial do leite (L) – volume de permeado(L).

As análises foram realizadas com o auxílio do programa MINITAB, versão 14 (STATISTICAL SOFTWARE. MINITAB INC., 2003). Também foi utilizada a estatística descritiva para avaliação, apresentação e discussão dos resultados.

3.3 Fabricação do queijo Minas Frescal de leite de búfala concentrado por ultrafiltrado com reduzido teor de sódio

O leite cedido pelo Laticínio Bom Destino foi previamente padronizado para 3,2% (m/v) de gordura. Devido à distância entre o laticínio produtor do leite de búfala e o Instituto de Laticínios Cândido Tostes, foi necessária a padronização do teor de gordura do leite de búfala, também foi termizado utilizando-se o sistema

HTST (60°C/15 a 20s) resfriado imediatamente para 5°C e então acondicionado adequadamente em sacos de 30 litros previamente higienizados e transportados em caminhões refrigerados para que as características físico-químicas e microbiológicas não se alterassem durante percurso ente o Laticínio Bom Destino e o ILCT/EPAMIG.

Para cada repetição do experimento foram utilizados 100L de leite de búfala. Ao chegar ao CEPE/ ILCT/EPAMIG, o leite foi pré-aquecido a 55°C e imediatamente submetido ao processo de concentração na unidade de ultrafiltração (marca REGINOX), capacidade de 300 litros/hora), utilizando-se membranas de ultrafiltração (da marca KOCH MEMBRANE SYSTEMS modelo KMS HFK™-131 FOOD E DAIRY UF ELEMENTS de 4" 3838-k131-VYT, características e propriedade semipermeável polietersulfona com alcance de separação de 10.000 Daltons), (Figura 5). Um fator concentração com a redução de 60% do volume inicial do leite de búfala, foi utilizado por apresentar melhores resultados, em termos de consistência dos queijos nos testes preliminares.



Figura 5. Equipamento concentrador por ultrafiltração utilizado no experimento.

$$FC = \frac{\text{Volume Inicial do leite (L)}}{\text{Volume de Retentado (L)}} . \text{Onde}$$

FC= Fator de concentração

Volume de Retentado = Volume de inicial de leite – volume de permeado

Volume de retentado = 100 – 60 = 40

$$FRV = \frac{100}{40} = 2,5$$

Após o processo de concentração o leite foi pasteurizado lentamente a 65°C/30 min, em tanques de fabricação do queijo, e resfriado para 43°C.

Para a fabricação do queijo de leite de búfala concentrado por ultrafiltrado com reduzido teor de sódio, foram utilizados 32 litros de leite concentrado pasteurizado, ao qual foi adicionado substituto de sal da empresa da Mick (sub4salt®), com teor de sódio reduzido, (proporção de redução de 25 a 50%). Após adição do substituto de sal o leite concentrado pasteurizado foi adicionado de 1mL de coagulante (Chy-max M®, força 950 IMCU/mL, Chr-Hansen) sendo mantida a mesma quantidade de coagulante para as diferentes repetições. A mistura foi envasada em potes plásticos de 500g e imediatamente tampados. O tempo de coagulação foi cronometrado desde a adição do coagulante até que a coalhada apresentasse firmeza suficiente. Após o tempo necessário para a coagulação, os queijos foram acondicionados em estufas tipo BOD (American Lab, BOD AL200) a 5 °C ± 1 °C. O rendimento da fabricação foi calculado levando-se em conta o volume de leite utilizado e a quantidade de produto produzido descontando-se a perda operacional.

Os queijos foram fabricados conforme as etapas descritas no fluxograma da Figura 6.

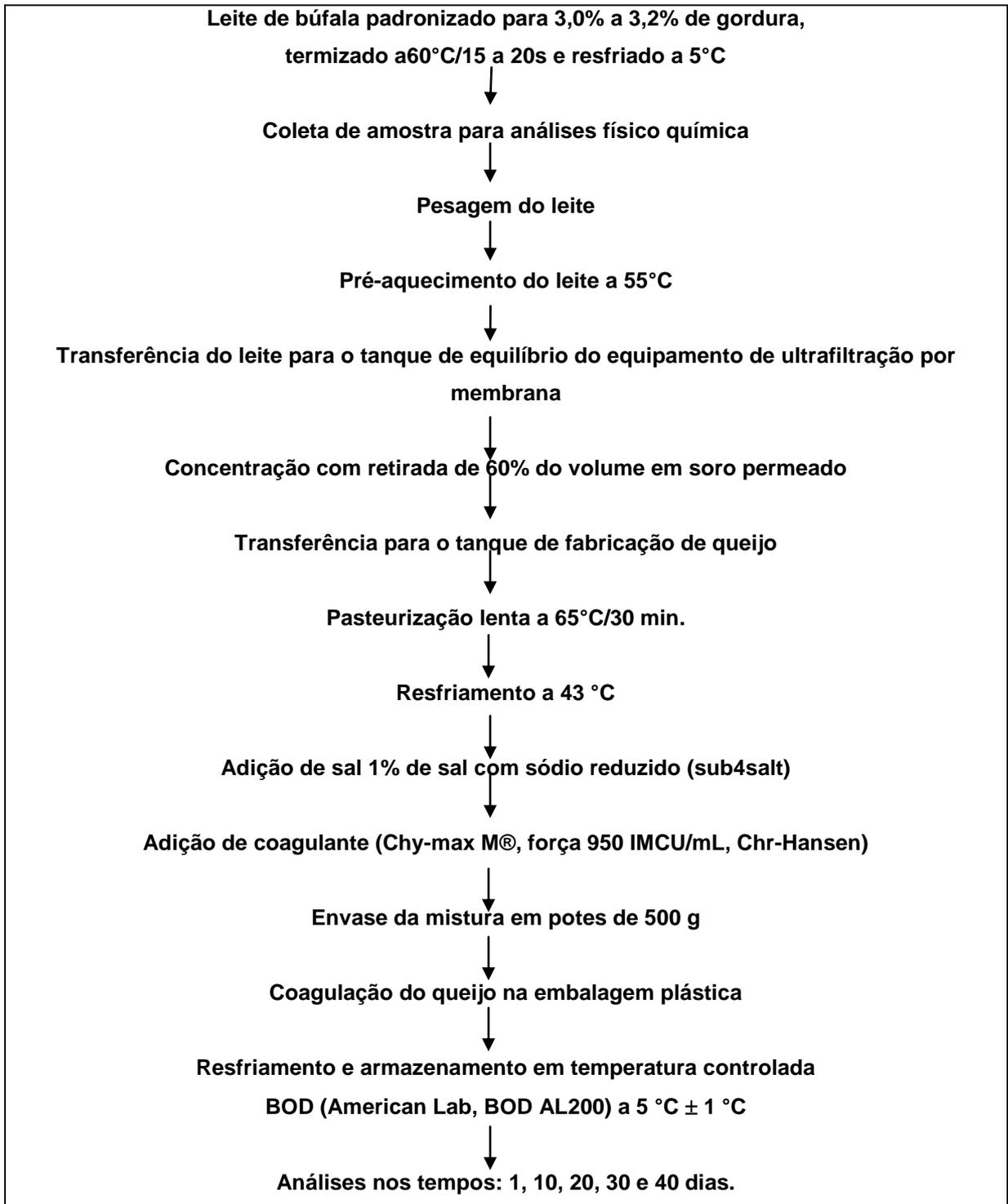


Figura 6: Fluxograma para a produção do queijo Minas Frescal produzido com leite de búfala concentrado por ultrafiltração e com reduzido teor de sódio.

3.4 Análises físico-químicas do leite

As análises de pH, teor percentual de gordura (m/v), sólidos totais (m/m), proteína (m/m), acidez titulável%(ácido láctico) e densidade a 15 °C do leite foram realizadas de acordo com os métodos descritos na Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006). Todas as análises foram realizadas em duplicata.

3.5 Análises físico-químicas dos queijos

As análises de composição centesimal foram realizadas com um dia de estocagem. As análises de pH, umidade, extensão e profundidade da proteólise foram realizadas nos tempos de 1, 10, 20, 30 e 40 dias de estocagem. As análises físico-químicas dos queijos, pH, teores percentuais de umidade e sólidos totais (m/m), gordura (m/m), cloretos (m/m) e resíduo mineral fixo (m/m) dos queijos foram realizadas de acordo com os métodos descritos na Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006).

Teores percentuais (m/m) de nitrogênio total, nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em TCA a 12 % (m/v) foram obtidos pelo método Kjeldahl, conforme descrito por Pereira (2001), para se calcular: teor percentual (m/m) de proteína: com base no teor de nitrogênio total. O fator utilizado foi 6,38. Índice de extensão de proteólise (relação % de NS pH 4,6 / NT); Índice de profundidade de proteólise (relação % de NS TCA 12 % / NT); Teor de GES ou percentual de gordura no extrato seco (relação % de teor de gordura / EST).

3.6 Análises microbiológicas

As contagens de *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* sp., contagem padrão, coliformes a 30 °C e fungos filamentosos e leveduras foram realizadas após um dia de estocagem, utilizando-se as técnicas de contagem em placas Petrifilm, de acordo com a metodologia e material, citados a seguir, e com os procedimentos determinados pelo fabricante, sendo ambos indicados para análises em leite e queijos (PARK, 2004):

- Contagem padrão de microrganismos aeróbios facultativos e anaeróbios estritos – *Petrifim Aerobic Count Plate*, 3M, NM-USA, Contagem de Aeróbios (AOAC – 990.12 – Contagem de Aeróbios em alimentos, Filme Reidratável Seco);
- Contagem de coliformes a 30 °C – *Petrifim E. coli / Coliform Count Plate*, 3M, NM-USA (AOAC 991.14 – Contagem de Coliformes e *E. coli* em alimentos, película Reidratável Seca);
- Contagem de fungos filamentosos e leveduras – *Petrifim Yeast and Mold Count Plate*, 3M, NM-USA (AOAC 997.02 – Contagem de Bolores e Leveduras em Alimentos, Filme Reidratável Seco – Método Petrifilm)
- Contagem de *Staphylococcus aureus* – *Petrifim Staph Express Count Plate*, 3M, NM-USA (AOAC 2003.08 – Método para Contagem de *Staphylococcus aureus* em Laticínios);
- Contagem de *Listeria monocytogenes* (American Public Health Association - APHA, 2004);
- Contagem de *Salmonella* sp. (American Public Health Association - APHA, 2004).

3.7 Análise sensorial

Foi realizado teste de aceitação sensorial, utilizando-se a escala hedônica de nove pontos (CHAVES e SPROESSER, 1996; MINIM, 2006), conforme apresentado na figura 8. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do CEPE/ILCT/EPAMIG. Os testes foram conduzidos em cabines

individuais, sob luz branca. As amostras foram apresentadas de maneira casualizada e balanceada, em temperatura de refrigeração (5 a 10°C), devidamente codificada com números aleatórios de três dígitos, em pratos descartáveis, contendo aproximadamente 30 g de cada amostra de queijo.

ESCALA HEDÔNICA	
Nome: _____	Data: ____/____/____
<p>Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento.</p>	
Código da amostra: _____	
<input type="checkbox"/> Gostei extremamente <input type="checkbox"/> Gostei muito <input type="checkbox"/> Gostei moderadamente <input type="checkbox"/> Gostei ligeiramente <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Desgostei ligeiramente <input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente <input type="checkbox"/> Desgostei muito <input type="checkbox"/> Desgostei extremamente	
Comentários: _____	

Figura7 :Escala hedônica de nove pontos, usada para avaliar amostras de queijo.

3.8 Análise do perfil de textura (TPA)

As análises para a determinação do perfil de textura dos queijos foram realizadas no laboratório de Pesquisa do CEPE/ILCT/EPAMIG. Para a análise do perfil de textura, foi utilizado o Texturômetro, marca Brookfield, modelo CT3 Texture Analyzer. As condições de trabalho foram: pré-teste, teste e pós-teste nas velocidades de 1,0mm/s, com compressão de 40 % da parte superior da amostra. Uma sonda cilíndrica de 25,4 mm de diâmetro foi usada juntamente com uma

célula de carga de 1 KN, movida perpendicularmente através das amostras de queijos cortados em cubo (25 mm de diâmetro e 25 mm de altura) que foram colhidas aleatoriamente do queijo inteiro. As resistências exercidas pelas amostras foram automaticamente registradas e a firmeza, fraturabilidade, gomosidade e mastigabilidade em Newton (N), elasticidade (mm) e coesividade foram calculadas pelo software Blue Hill 2.0 (Instron - Norwood, Massachusetts, EUA), utilizando dados de força (N) x tempo (s) obtidos durante os ensaios.

3.9 Delineamento estatístico

Os experimentos foram conduzidos em quatro repetições. Por se tratar de um experimento de desenvolvimento de um novo produto e avaliação de sua estabilidade durante o período de armazenamento sob refrigeração, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com um fator de estudo. O fator de estudo foi o tempo e o período analisado durante a estocagem sob condições controladas. Foi avaliado a influência do tempo na alteração do produto desenvolvido.

3.10 Análise de Macroelementos de queijo fresco ultrafiltrado de leite bovino

O Laboratório de Análise de Alimentos (EMBRAPA – Gado de Leite), por solicitação do autor, realizou análises de macroelementos para determinação da quantidade de sódio (Na) em três amostras de queijo fresco ultrafiltrado, quais sejam, "Queijo fresco ultrafiltrado", "Queijo fresco ultrafiltrado Polenghi" e "Queijo fresco ultrafiltrado Danúbio". O método utilizado pelo laboratório foi o de Espectroscopia de Emissão Ótica para todas as amostras e as condições de trabalho envolveram variados equipamentos e materiais, tais como balança analítica; bloco digestor; capela de exaustão, a qual foi apropriada para a digestão nítrico-perclórica para que não ocorresse explosão ocasionada pela formação de percloratos orgânicos por fricção e pelo contato com vapores ácidos com matérias

orgânicos; espectrofotômetro de absorção atômica; fotômetro de chama; tubos de ensaio de 75 ml para bloco digestor; dispensador de líquidos, para reagentes; diluidor automático; estufa; agitador de tubos; parafilm "M"; balões volumétricos de 100 e 1000 ml; pipetas volumétricas de diversos volumes; funis de vidro pequenos (diâmetro da boca: nove cm²); papel de filtro qualitativo de diâmetro nove cm²; dessecador e Frascos de 50 ml, para armazenamento de extratos. Os reagentes utilizados compreenderam, na totalidade do procedimento, 2 ml de Ácido Nítrico (HNO₃), p.a., concentrado; 1 ml de Ácido Perclórico (HClO₄), p.a., concentrado; 50 ml de Ácido Clorídrico (HCl), p.a., concentrado e Óxido de Lantânio (La₂O₃), p.a., os quais foram processados juntamente com a amostra moída e seca e levados para aquecimento em temperatura gradativa de 160° C até que o volume fosse reduzido à metade do inicial (aproximadamente 40 minutos) e após esse período elevou-se a temperatura para 210° C, mantendo-a até que houvesse a obtenção de fumos brancos de ácido perclórico e o extrato se apresentasse incolor (aproximadamente 20 minutos). Resfriada a amostra à temperatura ambiente e, após, homogeneizada, procedeu-se a leitura e obteve-se os seguintes resultados de quantidade de sódio:

Tabela 06 - Resultado da Análise de Macroelementos

Amostra	Na (mg/g)
Queijo frescal ultrafiltrado	20mg/100g
Queijo frescal ultrafiltrado Polenghi	40mg/100g
Queijo frescal ultrafiltrado Danúbio	50mg/100g

Fonte: Laboratório de Análise de Alimentos-EMBRAPA (2014)

Os resultados das análises de sódio na Tabela 06 contemplam três produtos de queijo frescal ultrafiltrado diferentes. O teor médio de sódio encontrado foi de 37mg/100g com resultados variando entre 20mg até 50mg. A diferença entre o maior e menor valor foi de 2,5 vezes.

4 Resultados e discussão

4.1 Composição físico-química do leite de búfala

A caracterização da composição físico-química foi realizada pela determinação das seguintes variáveis: densidade (g/ml), pH, sólidos totais (%m/v), gordura(%m/v) e proteína (%m/v). Os dados encontrados no presente estudo estão descritos na tabela 07

Tabela 07 -Composição físico- química do leite de búfala

Variáveis	Média ± DP
Densidade (g/mL)	1038 ± 0,67
pH	6,69 ± 0,03
Acidez titulável (g ácido láctico /100mL)	0,18 ± 0,1
Sólidos Totais (% m/v)	13,22 ± 0,25
Gordura (% m/v)	3,18 ± 0,29
Proteína (% m/v)	4,99 ± 0,33

DP = Desvio Padrão

No Brasil não existe uma legislação definida para leite de búfala. Ao analisar as variáveis encontradas em relação à gordura e proteína, o leite da espécie bubalina normalmente apresenta um teor de gordura muito maior que o leite de vaca. No entanto, no presente trabalho o teor de gordura foi padronizado para 3 a 3,2 (m/v) de gordura. Assim, em termos de composição físico-química o leite utilizado no experimento apresenta-se em conformidade com a instrução normativa 62 (BRASIL, 2003).

O teor de proteínas do leite de búfala é também maior que o do leite de vaca, essa afirmação se confirma ao compararmos a quantidade de gordura e proteína encontrados no estudo realizado por Lourenço (2006). Esse autor ao realizar a análise da composição físico-química do leite de vaca para a produção do queijo Minas Frescal por ultrafiltração encontrou os seguintes resultados: gordura 3,90(%m/v), proteína 3,25(%m/v). No trabalho de Machado(2010) foi encontrado o teor de 3,00(%m/v) de gordura e 3,09 (%m/v)de proteína, enquanto no presente trabalho a mesma avaliação para o leite de búfala encontramos 3,18

(%,m/v) de gordura após a padronização e 4,99 (%,m/v) para proteína. Esses resultados atendem a instrução normativa nº62 (BRASIL, 2003) que preconiza o mínimo de 2,90(%,m/v) de proteína.

Em relação ao pH, o leite de búfala apresentou pH de 6,69, que é muito próximo ao pH do leite de vaca que normalmente varia entre 6,60 a 6,80 (FOX, 2000). Quanto aos sólidos totais o resultado encontrado no presente trabalho apresenta-se muito próximo aos resultados de sólidos totais encontrados por Verruma e Salgado (1994), o qual encontrou um resultado de 17% (%,m/v) de sólidos totais no leite de búfala e no presente trabalho encontramos o resultado de 13,22% (%,m/v). Outro fator que pode influenciar é o fato de o leite ter sido padronizado em relação ao teor de gordura, que conseqüentemente, em termos proporcionais, aumentou o teor de umidade.

A acidez titulável do leite de búfala(0,18g de ácido láctico/100mL) foi ligeiramente superior à acidez normalmente obtida pela titulação de leite bovino que, segundo a Instrução Normativa nº 62 (BRASIL, 2003) a acidez do leite pode variar de 0,14 a 0,18 (g de ácido láctico/100mL). Para essa variável, os valores foram mais elevados que os encontrados no leite de bovino, devido ao maior teor de caseína que, contém dezenas de aminoácidos com características anfotéricas agem como ácido na titulação para a determinação da acidez (NADER FILHO *et al.*,1996). A acidez titulável no presente trabalho foi de 0,18g de ácido láctico/100mL, a qual diferiu do trabalho de Costa (2007,) que encontrou 0,17g de ácido láctico/100mL e do resultado encontrado por Rocha (2008), que obteve 0,18g de ácido láctico/100mL, ambos para leite de búfala.

Em relação à densidade, a mesma sofre alterações, em função das variações dos componentes do leite, principalmente gordura, pois teores menores desses componentes proporcionam densidades maiores (ROCHA, 2008). Dessa forma, o resultado encontrado de 1,038 (g/mL) corrobora com o resultado encontrado por Mesquita *et al* (2001) citado por Rocha (2008) que foi de 1,036 (g/mL) para o leite de búfala.

4.2 Composição físico-química do queijo Minas Frescal produzido com leite de búfala ultrafiltrado e com reduzido teor de gordura.

No presente estudo foram analisadas as seguintes variáveis do queijo desenvolvido: pH, extrato seco total (% m/m), proteína total (% m/m), e gordura (% m/m), Resíduo Mineral Fixo (%m/m) e gordura no extrato seco (%m/m). Os resultados encontrados estão apresentados na Tabela 08.

Tabela 08 - Composição físico química do queijo Minas Frescal produzido com leite de búfala concentrado por ultrafiltração

Variáveis	Média \pm DP
Ph	6,74 \pm 0,02
Gordura (%m/m)	8,61 \pm 1,26
Cloretos (%m/m)	0,68 \pm 0,04
RMF (%m/m)	2,33 \pm 0,13
Extrato seco total(%m/m)	26,34 \pm 1,79
Umidade (%m/m)	73,67 \pm 1,79
Proteína (%m/m)	10,07 \pm 0,64
GES	32,69
Sódio (%)	0,02

DP= Desvio Padrão; GES= Gordura no Extrato Seco; RMF= resíduo mineral fixo; NS pH4,6= nitrogênio solúvel, NS TCA12%=nitrogênio solúvel em tricloroacético.

Após revisão de literatura, foi constatado que não existem trabalhos sobre a produção de queijo Minas Frescal, com leite de búfala concentrado por ultrafiltração, e com reduzido teor de sódio; portanto, para fins de discussão dos resultados do presente trabalho serão feitas comparações com o queijo Minas Frescal produzido com leite de vaca concentrado por ultrafiltração.

O queijo Minas Frescal produzido com leite de búfala concentrado por ultrafiltração apresentou teor de sólidos totais de 26,34% (%m/m)(Tabela 07) que foi superior, comparando-se com o queijo Minas Frescal de leite de vaca concentrado por ultrafiltração, produzido por Neto (2006), que encontrou resultado de 20,54 (%m/m) de sólidos totais. Bittencourt (2011) ao fazer a análise físico química do queijo Minas Frescal produzido com leite de búfala sem ultrafiltração

encontrou teor de sólidos totais de 39,01 (%m/m), valor acima do encontrado no presente trabalho.

Quando comparamos com o trabalho de Bittencourt (2011), apesar de usar o leite da mesma espécie que usamos no presente trabalho (leite de búfala), houve a variação entre os resultados encontrados para a variável sólidos totais, pelo fato de que Bittencourt (2011) não utilizou leite de búfala concentrado por ultrafiltração. Isso confirma que o método de concentração do leite por ultrafiltração aumenta a umidade do queijo. Devido a incorporação de proteínas do soro, que é higroscópica e que aumenta a capacidade de reter água (Melhaia, 2002). Portanto no trabalho de Neto (2006), o método de produção do queijo foi o mesmo utilizado no presente trabalho, e apresenta resultados bem semelhantes.

Foi avaliada também a umidade ao longo do tempo de estocagem refrigerada e, pelas análises estatísticas, não houve efeito significativo de tempo sobre a umidade do produto ($P > 0,05$). Esse comportamento pode ser atribuído ao fato de o queijo estar acondicionado em embalagem (potes), o que não permite a desidratação do produto ao longo do tempo de estocagem. Esta barreira possibilitou que a composição físico-química se mantivesse sem grandes alterações. Por esse motivo, para o acompanhamento da vida útil, foram avaliadas as variáveis que dependiam de modificações bioquímicas, como pH, extensão e profundidade da maturação e perfil de textura.

Com relação à proteína total no queijo Minas, Neto (2006) encontrou o valor de 7,23(%m/m), enquanto no presente trabalho encontramos o valor de 10,07(%m/m), o que confirma novamente o fato de que tanto o leite como o queijo de búfala apresenta um maior teor protéico do que o de vaca.

O queijo Minas Frescal produzido com leite de búfala concentrado por ultrafiltração, apresentou ao pH 6,74 (Tabela 02) que foi ligeiramente superior ao encontrado por Neto (2006) que encontrou pH de 6,54. Embora o leite seja de espécie diferente, a tecnologia de ultrafiltração não alterou drasticamente o pH do produto.

Quanto ao resultado da gordura no extrato seco (GES), no presente trabalho foi encontrado o valor de 32,70%, já Paula (2010) em seu grupo controle, encontrou o valor de 45,26 e Bittencourt (2011) encontrou um valor de 62,95%, para Minas Frescal, produzido pelo método tradicional, que são valores superiores aos encontrados neste trabalho. De forma que o queijo Minas com leite de búfala

produzido no presente trabalho é um queijo de muito alta umidade, devido a tecnologia da concentração do leite por ultrafiltração permite a produção de queijos com maiores teores de umidade, daí também a explicação de um resultado menor do que o encontrado por Bittencourt (2011).

O extrato seco corresponde ao teor de sólidos totais do leite formado por todos os componentes, exceto a água. O resultado encontrado para o extrato seco foi de 26,34(% m/m) que se aproxima do encontrado por Neto (2006), que foi de 20,54(% m/m), para queijo Minas Frescal obtido a partir de leite de vaca concentrado por ultrafiltração.

A importância de buscar a redução do sódio foi amplamente explicitada, visto que apesar da importância exercida pelo sódio na fabricação do queijo, chegou-se à conclusão dos malefícios que o seu alto teor pode vir a acarretar para a saúde o consumidor (GANESAN et al, 2014; GRUMMER, 2012; GRUMMER, 2013; HE, 2009), constatação que levou o governo brasileiro a mobilizar campanhas, projetos e planos para a redução no consumo de sódio (NILSON, 2012), motivo pelo qual neste trabalho foi adotado a proporção de redução de 25 a 50% do sódio através da utilização como substituto parcial do cloreto de sódio o SUB4SALT®, que proporciona ao queijo Minas com leite de búfala características de sabor salgado semelhante ao sal, fácil manuseio e os níveis de dosagem semelhantes, com teor de sódio reduzido.

O resultado encontrado para o teor de cloretos foi de 0,68 (% m/m), inferior em relação aos resultados encontrados para queijo Minas Frescal, produzido com leite de vaca concentrado por ultrafiltração, que apresentou teor de cloreto de 0,96 a 1,03% (RIBEIRO et al, 2009). Na comparação entre os dois estudos houve uma redução de quase 30% no teor de cloretos. No entanto não foi analisado o teor de sódio que seria muito interessante, pois no presente trabalho o queijo Minas Frescal foi produzido com um sal especial com baixo teor de sódio. Paula (2010) encontrou no queijo Minas Frescal tradicional o teor de cloreto foi 1,70% (%m/m), valor este também muito superior ao encontrado neste trabalho. Já o resultado da análise realizada em 3 amostras de queijo frescal produzido com leite de vaca concentrado por ultrafiltração demonstrou que o teor médio de sódio encontrado foi de 37mg/100g com resultados variando entre 20mg até 50mg, sendo a diferença entre o maior e menor valor de 2,5 vezes (EMBRAPA, 2014), portanto, inferior ao resultado encontrado para o queijo Minas Frescal tradicional apontado pela Anvisa

de 505mg/100g variando entre 126 mg/100g a 1.819 mg/100g com uma variação de 14,4 vezes entre eles.

Quanto aos teores de gordura presentes no queijo Minas Frescal de leite de búfala concentrado por ultrafiltração, desenvolvido neste trabalho, o resultado encontrado foi de 8,61 (%m/m) valor bem abaixo dos encontrados por outros estudos, que obtiveram os seguintes resultados: 13,5% (%m/m)(RIBEIRO et al, 2009) e 16,19 % (PAULA, 2010), devido a padronização e ao maior teor de umidade.

Em relação ao RMF, o resultado do presente trabalho foi de 2,33%, que foi o mesmo encontrado por Ribeiro (2009) que utilizou tecnologia de concentração por membrana, diferindo do de Paula (2010), o qual encontrou um resultado de 3,86% sendo o queijo obtido pela tecnologia de fabricação tradicional.

4.3 Análise microbiológica

O queijo Minas Frescal é classificado como um queijo fresco, semi-gordo, de muito alta umidade e de baixa acidez (BRASIL, 2004). Trata-se de um produto muito manipulado e de curta durabilidade no mercado, demandando consumo rápido, em função de seu alto teor de umidade. Os valores de umidade, pH e acidez do queijo Minas Frescal são propícios para o crescimento de diversos grupos de microorganismos. Assim esse tipo de queijo tem sido envolvido em diversos surtos de doenças associadas à sua ingestão, em razão, principalmente, da presença de *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *B. cereus*, *Listeria Monocytogenese* *Salmonella sp.*

As amostras dos queijos Minas Frescal, produzidas com leite de búfala concentrado por ultrafiltração, apresentaram ausência de *Salmonella sp.* e *Listeria monocytogenes* em 25g de amostra. As contagens médias de coliformes a 30°C e *Staphylococcus aureus* foram <10 UFC/g, pela metodologia empregada. Os queijos apresentaram contagens de fungos filamentosos e leveduras de $2,1 \times 10^3$ UFC/g. As amostras encontravam-se, portanto, dentro do limite de tolerância para amostra indicativa, conforme RDC nº 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2001).

O queijo Minas Frescal, desenvolvido com leite de búfala concentrado por ultrafiltração apresentou contagens muito baixas em todas as repetições, ao se comparar esse tipo de queijo com o queijo Minas Frescal produzido pelo método tradicional. As baixas contagens podem ser explicadas pelo processo de ultrafiltração, o qual permitiu que o retentado seja coagulado diretamente dentro da embalagem; isso reduz em muito a manipulação do queijo, pois elimina as etapas de corte, mexedura e de enformagem, diminuindo assim o risco de contaminação(CARVALHO et al, 2005). Observou-se que a contagem (média das quatro repetições) de aeróbios mesófilos no quarto dia de estocagem foi de $4,1 \times 10^3$ UFC/g.

Não existem na legislação brasileira normas e padrões microbiológicos estabelecidos para contagem de bactérias mesofílicas em queijo Minas Frescal. Entretanto, a enumeração desse grupo microbiano tem sido usada como indicador da qualidade higiênica dos alimentos e serve para estimar o tempo de vida útil do produto. Quando presentes em concentrações elevadas, podem afetar a qualidade, comprometendo a estabilidade dos produtos alimentícios durante a estocagem. Alterações ocasionadas por esses microrganismos são evidenciadas pelo aparecimento de sabor e odor desagradáveis(JAY, 2005).

4.4. Evolução do pH durante a estocagem do queijo

Pelo estudo da regressão na avaliação durante o tempo de armazenamento refrigerado, a variável pH não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$), durante os quarenta dias de armazenamento. Tal fato pode ser explicado pela não adição de fermento láctico e pela possibilidade de maior controle microbiológico no processo de fabricação do queijo devido à coagulação na própria embalagem e salga no leite, o que diminui muito a manipulação do produto na elaboração.

Na tecnologia de fabricação do queijo Minas Frescal por ultrafiltração a coagulação é realizada dentro do pote, reduzindo assim a manipulação e os riscos de contaminação, além disto, não foi inoculado fermento láctico, portanto os microrganismos presente são os que provavelmente resistiram ao tratamento

térmico da pasteurização. As condições de armazenamento a 5°C também contribuíram para que o desenvolvimento dessas bactérias fosse mais lento, não apresentando alterações significativas durante o período de estocagem.

A Figura 8 apresenta a evolução do pH ao longo do período de estocagem a $5 \pm 1^\circ\text{C}$.

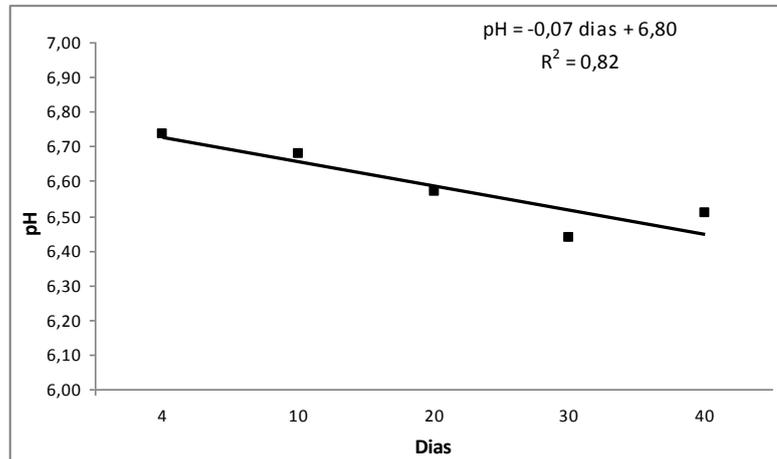


Figura 8: Evolução do pH ao longo do período de estocagem do queijo Minas Frescal, produzido com leite de búfala concentrado por ultrafiltração e com redução de sódio.

De acordo com a Figura 8 pode ser observado que o pH do queijo desenvolvido no experimento apresentou valor inicial de 6,76; tal resultado foi igual ao pH encontrado nos estudos de Marques e Oliveira (2004), para o queijo Minas Frescal produzido da forma tradicional, armazenado por trinta dias.

No presente trabalho houve uma pequena variação de pH entre 6,74 até 6,44 durante todo o tempo de estocagem refrigerada (40 dias); tal variação não foi significativa ($P > 0,05$), o que demonstra que o queijo apresentou estabilidade durante o período analisado. No estudo de Sangaletti (2007) com queijo Minas Frescal tradicional de Vaca, foi observado redução do pH ao longo de trinta dias de armazenamento, o qual variou de 6,66 no primeiro dia e 5,85 no trigésimo dia de armazenamento. No trabalho de Paula (2010) também foi relatada a redução de pH ao longo do período de armazenamento; tal autor obteve um resultado de 6,33 para 5,87, o que representou uma redução de 0,45 no pH durante o armazenamento.

Este comportamento de pequena variação de pH no presente trabalho pode ser atribuído à baixa carga microbiana presente no produto, tendo em vista que o abaixamento do pH está relacionado ao desenvolvimento de bactérias lácteas e ou bactérias contaminantes (NSLAB) que estão diretamente relacionadas às condições higiênicas de fabricação e manipulação (SANGALETTI, 2007).

4.5. Evolução da extensão da proteólise do queijo durante o tempo.

A proteólise é o evento bioquímico mais complexo que ocorre durante a maturação ou armazenagem dos queijos e é causada por agentes como: coagulante residual, enzimas naturais do leite, fermentos lácteos adicionados, microbiota acompanhante, composta por bactérias lácticas não “starter” (NSLAB) e, em muitas variedades, enzimas dos fermentos secundários (SOUSA et al., 2001).

A extensão da proteólise é um índice de maturação que se caracteriza pela quantidade de substâncias nitrogenadas solúveis acumuladas durante o processo, e expressa como porcentagens do nitrogênio total. Esse valor é obtido pela razão entre o percentual de nitrogênio solúvel em pH 4,6 pelo nitrogênio total. A extensão da proteólise está relacionada com a hidrólise da matriz proteica, principalmente pela ação de coagulante residual (WOLFSCHOON-POMBO e LIMA, 1989).

A Figura 9 apresenta o comportamento da extensão da proteólise ao longo do armazenamento para o queijo Minas Frescal, produzido com leite de búfala concentrado por ultrafiltração e com reduzido teor de sódio.

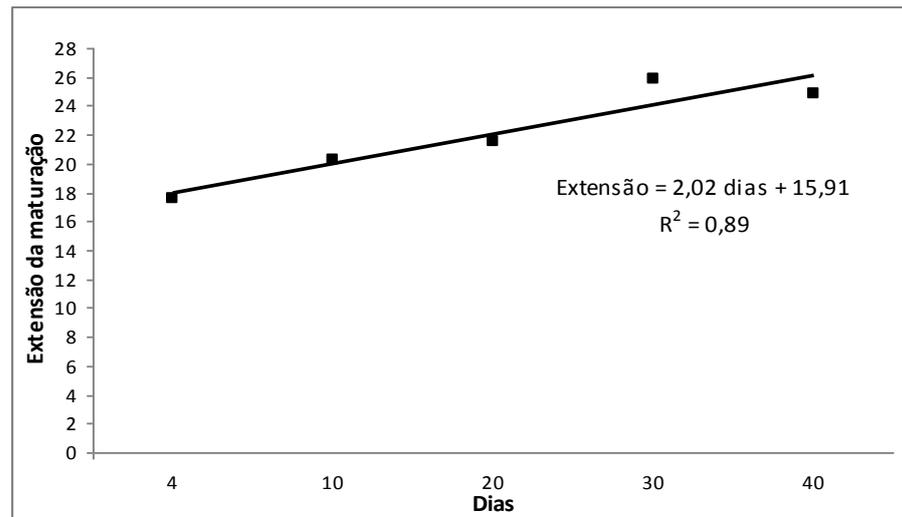


Figura 9: Extensão da proteólise durante os períodos de armazenamento.

Pela análise dos dados, o estudo da regressão indicou diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação à extensão da proteólise para o tempo de armazenamento que variou de 1 a 40 dias a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ para os queijos Minas Frescal produzidos com leite de búfala concentrado por ultrafiltração e com reduzido teor de sódio. O aumento da extensão da maturação indica que o produto evoluiu. Esse comportamento foi esperado em devido ao aumento da degradação da matriz protéica provocado pela ação do coagulante, que é um dos maiores responsáveis pela proteólise na maioria dos queijos, principalmente os de alta umidade e pelo aumento das contagens de bactérias contaminantes e outros grupos de microrganismos deterioradores se multiplicaram ao longo do tempo.

Os resultados médios para extensão da proteólise dos queijos obtidos neste trabalho apresentaram aumento desse índice, ao longo do tempo de armazenamento. Na avaliação geral, pode-se observar que a extensão da proteólise variou de 17,53% no primeiro dia de análise até próximo de 25% no último dia. Os dados expressos na Figura 10 mostram que houve uma tendência para aumento linear ao longo do período de armazenamento do queijo. Este fato pode ser atribuído principalmente à ação proteolítica das enzimas do coagulante utilizado, bem como de enzimas naturais do leite que resistiram ao tratamento de pasteurização. Outro fator que torna a proteólise mais intensa é o teor de umidade, pois quanto mais úmido for o queijo, mais intensa será a proteólise (COSTA, 2007). Este autor também relata que queijos com baixos teores de cloreto de sódio têm um aumento da degradação proteica.

Paula (2010) encontrou resultados para extensão da proteólise bem inferiores aos encontrados neste trabalho, o qual observou que a variável extensão da proteólise apresentou tendência de um aumento linear ao longo do tempo, variando de 5,76% a 12,98%. Tal fato poderia ser explicado pela ausência de dessoramento do queijo produzido com leite concentrado por ultrafiltração o qual foi coagulado na própria embalagem, o que possibilitaria maior retenção de coagulante e maior possibilidade de ação do mesmo durante o armazenamento.

Este resultado pode explicar também a maior possibilidade de aparecimento de gosto amargo em queijos produzidos com leite concentrado e coagulados nas embalagens. Diversas empresas optam por diminuir a quantidade de coagulante pela metade, para evitar o problema, o que não foi realizado no presente trabalho; no entanto, a utilização de quimosina pura minimiza bastante o problema, por ser uma enzima bastante específica agindo principalmente entre as ligações da K-caseína 105 (fenilalanina) e 106 (metionina).

4.6 Evolução da profundidade da proteólise do queijo durante o tempo.

A Figura 10 apresenta o comportamento da profundidade da proteólise ao longo do armazenamento para o queijo Minas Frescal, produzido com leite de búfala concentrado por ultrafiltração e reduzido teor de sódio.

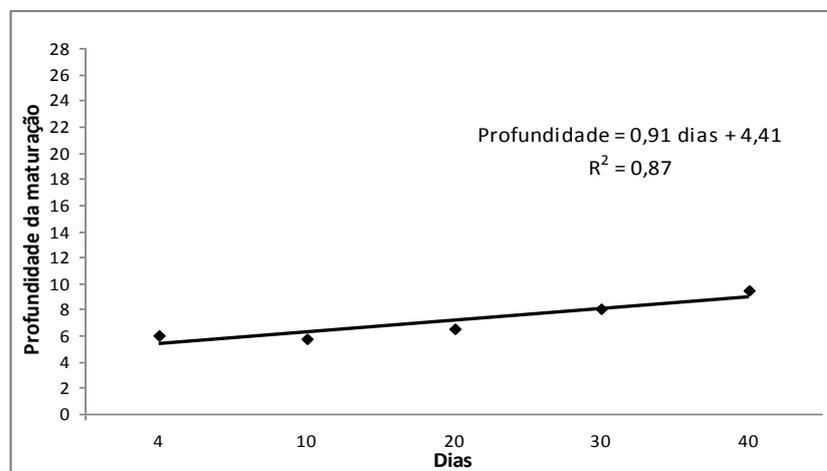


Figura 10: Profundidade da proteólise de acordo com o período de estocagem.

A profundidade da proteólise abrange as substâncias nitrogenadas de baixa massa molecular, acumuladas durante o processo. Os compostos característicos são os aminoácidos, peptídeos menores, aminas e outros compostos nitrogenados. Esta variável é obtida pela razão entre o percentual de nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético a 12 % (m/v) pelo nitrogênio total (WOLFSCHOON-POMBO e LIMA, 1989).

Com relação à profundidade da proteólise, o estudo da regressão indicou diferença significativa ($p \leq 0,05$) para o tempo de armazenamento, que varia de 1 a 40 dias a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ para os queijos do experimento. Este comportamento indica que ocorreu uma degradação mais acentuada da matriz protéica do queijo, com liberação de frações nitrogenadas de baixa massa molar, provocada principalmente, pela ação de enzimas, provenientes de bactérias contaminantes.

De acordo com os dados encontrados, podemos verificar na Figura 10 que houve um aumento linear da profundidade da proteólise, que variou entre 5,78% até 9,42% durante o período de estocagem refrigerada. Os resultados de profundidade da proteólise do presente trabalho foram ligeiramente inferiores aos encontrados por Paula (2010), que no seu estudo observou variação entre 3,1% a 5,67% durante 40 dias de estocagem refrigerada. Resultados bem similares foram encontrados por Lima (1989) que obteve variação de 3,6% a 15,8% durante 15 dias de estocagem para queijos Minas Frescal, produzidos pelo método tradicional, que a partir do trigésimo ao quadragésimo dia, os valores referentes à extensão foram bem maiores que os valores encontrados nos dias iniciais de armazenamento. A similaridade dos resultados, entre os diferentes autores, pode ser atribuída ao fato de que o queijo Minas Frescal produzido tanto pelo método tradicional como por ultrafiltração, normalmente não utiliza fermento láctico no seu processo de elaboração.

4.7 Análise sensorial

Na Tabela 08 são apresentadas as notas médias dos provadores na escala hedônica de nove pontos durante o tempo de estocagem refrigerada, para os

diferentes períodos de estocagem do queijo Minas Frescal produzidos com leite de búfala concentrado e com reduzido teor de sódio.

Tabela 08 - Notas médias dos provadores na escala hedônica de nove pontos durante o tempo de estocagem refrigerada

Tempo (dias)	Pontuação média ± DP
10	7,37 ± 1,18
20	7,06 ± 1,20
30	7,48 ± 1,19
40	6,18 ± 1,20

DP = Desvio Padrão.

Nas avaliações sensoriais foram observadas diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) em relação ao tempo de armazenamento sob refrigeração durante 40 dias a $5 \pm 1^\circ\text{C}$. A aceitação sensorial apresentou uma pequena redução linear durante o tempo de armazenamento, conforme o modelo linear da equação: Pontuação média = $-0,32 \text{ dias} + 7,81$.

Em relação às pontuações médias, com 10 dias de estocagem, as amostras das quatro repetições obtiveram a maior média, 7,37 pontos. Aos 20 dias de estocagem, a média foi de 7,06. Na avaliação, aos 30 dias foi obtida a média de 7,48, finalizando os 40 dias com média de 6,18 pontos.

As amostras obtiveram média entre 6 e 7 pontos durante todo o período analisado, ficando entre os termos hedônicos "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente". O que não diferiu dos resultados encontrados no trabalho de Andreatta (2006), o qual encontrou para o queijo Minas Frescal produzido com leite de vaca o valor de 7 pontos no segundo dia de armazenamento e 6 pontos no trigésimo dia de armazenamento. Essa ligeira queda na pontuação da escala hedônica ao longo dos períodos de armazenamento também foi observado por Paula (2010).

O queijo Minas Frescal, produzido por ultrafiltração, apresenta características sensoriais diferenciadas em comparação ao queijo Minas Frescal produzido tradicionalmente, principalmente em relação à textura (NETO, 2006).

4.8 Perfil de textura (TPA)

A avaliação de TPA dos queijos é muito importante, pois está diretamente relacionada com a aceitabilidade sensorial por parte dos consumidores. Na Tabela 9 são apresentadas as médias gerais das variáveis de textura, analisadas durante o período de estocagem refrigerada a $5 \pm 1^\circ\text{C}$.

Tabela9 - Médias entre as variáveis de textura analisadas durante o período de estocagem refrigerada ($5 \pm 1^\circ\text{C}$).

	Período (dias)			
	10	20	30	40
Firmeza (g)	20,25	21,27	14,15	13,10
Fraturabilidade (g)	616,00	655,88	501,17	457,33
Coesividade	0,81	0,78	0,82	0,84
Elasticidade (mm)	8,99	9,29	7,48	7,48
Gomosidade (g)	496,83	514,73	400,40	382,87

Foi observada diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) em relação ao tempo de armazenamento sob refrigeração durante 40 dias a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ para as variáveis firmeza, fraturabilidade, elasticidade e gomosidade.

As variáveis, firmeza, fraturabilidade, elasticidade e gomosidade apresentam redução linear em função do tempo, segundo os modelos apresentados nas equações na Tabela 10. Isto indica que o queijo Minas Frescal produzido com leite de búfala concentrado por ultrafiltração e com teor de sódio reduzido ficou menos firme, menos quebradiço, menos elástico e menos gomoso durante o armazenamento sob refrigeração. Este comportamento poderia ser explicado pela retenção de coagulante na massa do queijo e pela proteólise da mesma, durante o armazenamento sob refrigeração.

Tabela10 - Modelos lineares ajustados na análise de regressão para cada variável estudada.

Modelo ajustado
Firmeza = - 0,29 dias + 24,73
Fraturabilidade = - 6,5093 dias + 725,38
Elasticidade = - 0,07 dias + 1
Gomosidade = - 4,69 dias + 569,31

Das variáveis estudadas, a coesividade foi a única que não apresentou tendência significativa, ($p > 0,05$) em função de período (ao longo do tempo de armazenamento), ou seja, o tempo de estocagem a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ não alterou a propriedade de coesividade do queijo Minas Frescal produzido com leite de búfala concentrado por ultrafiltração e com teor de sódio reduzido.

5 Considerações finais

O produto desenvolvido apresentou estabilidade físico-química e microbiológica ao longo do tempo de estocagem, durante os 40 dias refrigerado a $5 \pm 1^\circ\text{C}$, tendo em vista que o pH não variou durante todo o período de estocagem. Quanto à extensão e profundidade da maturação não houve alteração ao longo do tempo, influenciando os resultados de textura como a firmeza, fraturabilidade, elasticidade e gomosidade. Na análise sensorial, os resultados obtidos demonstraram que o queijo Minas Frescal obtido por ultrafiltração e com reduzido teor de sódio obteve boa aceitabilidade sensorial por parte dos provadores, demonstrando ser um produto com potencial de comercialização.

A utilização do sal especial, com baixo teor de sódio, mostrou-se uma alternativa, pois pode reduzir o teor de sódio nos alimentos, sem alterar o sabor dos mesmos.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos de alimentos, em anexo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12-01rda.htm>>. Acesso em: 14/03/14

AIMUTIS, W.L. Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. **J. Nutr.** V. 4, n. 134, p.989-995, 2004.

ALBUQUERQUE, S. A. A.; BERNARDES, O. ; ROSSATO, C. Avaliação da produção leiteira de búfalas na região sudoeste de São Paulo. **Bol Búfalo ABCB**, n.1, p.38, 2004.

AMARAL, F. R.; et al. Qualidade do leite de búfalas: composição. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.29, p.106-110, 2005.

ANDREATTA, E. **Avaliação da qualidade dos queijos Minas Frescal e tipo Mussarela produzido com leite contendo diferentes níveis de células somáticas**. 2006. 110 p. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2006.

AURELIA, P., et al. The study of the main parameters quality of buffalo milk. **J. Central Europe an Agriculture**, v.10, n.3, p. 201-206, 2009.

BASTOS, S.P.A. **Constituição físico- química, celular e microbiológica do leite de búfala (*Bubalus bubalis*) criadas no estado de São Paulo**. 2004. 130p. Monografia (Pós Graduação). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

BELURY, M. A. Dietary conjugated linoleic acid in health: Physiological Effects and Mechanisms of Action1. **Annu. Ver. Nutr.** n. 22, p. 505-531, 2002.

BENEVIDES, C. M. de J. Leite de búfala: qualidades tecnológicas. **Rev. Higiene Alimentar**, v.12, n. 54, p. 18-21, 1998.

BERNARDES, O. Bubalinocultura no Brasil: situação e importância econômica. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.31, n.3, p. 293-298, 2007.

BITTENCOURT, M.P.F.R. **Requeijão Marajoara e queijo minas Frescal produzido com leite de búfala (*Bubalus bubalis*, Lin.) no estado do Pará**. 2011. 106p. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento tecnológico de Produtos de Origem Animal). Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2011.

BYLUND, G. **Membrane filters**. Dairy Processing Handboock. Ed. Tetra Park. Cap 6.4, p.131-140, 1996.

BOSCHI, RJ **Concentração e purificação das proteínas do soro de queijo por ultrafiltração**.2006. 119 p.Tese (Mestrado em engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

BOTELHO, P.A. et al. Effect of conjugated linoleic acid supplementation on lipoprotein lipase activity in 3T3-L1 adipocyte culture. **Rev. Nutr.** Campinas, v.5, n. 22, p. 767-771, 2009.

BOVERA, F. ; CUTRIGNELLI, M. I. ; CALABRÒ, S. ; MARCHIELLO, M. ;BRANS, G.; SCHROËN, C.G.P.H.; VAN DER SMAN, R.G.M.E.; BOOM, R.M. Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. **Journal of Membrane Science**, v.243, n.1-2, p.263-272, 2001.

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.

BRASIL. Instrução Normativa n 62 de 26 de agosto de 2003. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA, Brasília, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa n 4, de 1 de março de 2004. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**.

BRASIL. **Instrução Normativa**, n 68, de 12 de dezembro de 2006. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, Brasília, 2010.

CAPPUCCIO F,P.; CAPEWELL S.; LINCOLN P.; MCPHERSON K. Policy options to reduce population salt intake. **BMJ**, p.343-4995, 2011.

CARVALHO, J. D. G.; VIOTTO, W. H. ; KUAYE, A.Y. The quality of Minas Frescal cheese produced by diferent technological processes.**Food.Control**.V.18, n. 3, p.262-267, 2007.

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**.Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária. 81p. 1996.

CHERYAN, M. **Ultrafiltration Handbook**. 2. Ed. Florida: CRC Press,1999. 552p.

COSTA, B. G.R.**Tecnologia de fabricação e caracterização de queijo de coalho obtido de leite de búfala**. 2007. 102 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2007.

CRUZ, A. G.; FARIA, J.A.F.; POLLONIO, M.A.R. Review: Cheeses with reduced sodium content: Effects on functionality, public health benefits and sensory properties. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n 6, p. 276-291, 2011.

DAUFIN, G.; ESCUDIER, J.P.; CARRÉRE, H.; BÉROT, S.; FILLAUDEAU, L.; DECLoux, M. Recent and emerging applications of membrane processing in the food and dairy industry. **Food and Bioproducts Processing**. v. 79, n 2, 89-102p. 2001.

DUARTE, J. M. C., et al. Efeitos ambientais sobre a produção no dia do controle e características físico-químicas do leite em um rebanho bubalino no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.56, n.5, p.16-19, 2001.

DÜRR, J. W. Controle de qualidade e aumento da competitividade da indústria láctea. In C.E. MARTINS (Org.). **Tendências e avanços do agronegócio do leite nas Américas: industrialização**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006.

ERDEM, I.; CIFTCIOGLU, M.; HARSA, S., Separation of whey componentes byusing ceramic composite membranes.**Desalination**, v. 189, p. 87-91, 2006.

ESTATÍSTICAS. [Brasília]: Ministério da Agricultura, [2004] Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/plsportal/docs/page/mapa/estatistica/pecuaria/3.1.XLS>> Acesso em :10 dez.2013.

FARIAS, M.H.; TONHATI, H.; CERÓN MUÑOZ, M; DUARTE, J.M.; VASCONCELOS, B.F. Características físico-químicas do leite de búfalas ao longo da lactação. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 57, n. 324, 3-7p.,2002.

FARINA, M. M. Q.; GUTMAN, G. E.; LAVARELLO, P. J.; NUNES, R., & REARDON, T. Private and public milk standards in Argentina and Brazil. **Food Policy**, n. 30, p. 302-315, 2005.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: Princípios e Práticas** - 2 ed. – Tradução: Oliveira, F. C. et al; Porto Alegre: Artmed, p. 153 – 181, 2006.

FERNANDES, S. A. A.; MATTOS, W. R. S.; MATARAZZO, S. V.; TONHATI, H.; GAMA, M. A. S.; LANNA, D. P. D. Total Fatty Acids in Murrah Buffaloes Milk on Commercial Farms in Brazil. **Italian Journal Animal Science**, v. 6, (Suppl. 2), p. 1063-1066, 2007.

FONSECA, L. F. L; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000,175p.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; Mc SWEENEY, P.L.H. **Fundamentals of cheese science**. Maryland: Aspen Publishers, 2000, 544p.

FOX, P. F.; Mc SWEENEY, P.L.H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**. London: Chapman & Hall, v.1, 617p. 2004.

FREIRE - FILHO, R.A.B. 1995. Laticínio especializado cria primeira bacia exclusiva de leite de búfalas no País. **Rev. Criadores**, v.65, n.789, p. 3-6, 1995.

FURTADO, M.M. Composição centesimal do leite de búfala na zona da mata mineira. **Rev. Do Instituto de Laticínio Cândido Tostes**, v.35, n.211, p.43-47, 1980.

GANESAN, Balasubramanian; BROWN, Kelly; IRISH, David A.; BROTHENSEN, Carl; McMAHON, Donald J. Manufacture and sensory analysis of reduced- and low-sodium Cheddar and Mozzarella cheeses. **Journal of Dairy Science**. v. 97, n. 4, 2014

GIBSON, R.L. **Cross flow membrane technology for the wine industry**. 1. Ed. Australian: Grapegrower and Winemaker, 1986, 268p.

GOMES, A. P., CRUZ, A. G., CADENA, R. S., CELEGHINI, R. M. S., FARIA, A. F., BOLONI, H. M. A., POLLONIO, M. A. R., GRANATO, D. Manufacture of low-sodium Minas fresh cheese: Effect of partial replacement of sodium chloride with potassium chloride. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 2701-2706, 2011.

GUADIX, A.; SORENSEN, E.; PAPAGEORGIOU, L. G.; GUADIX, E.M. Optimal design and operation of continuous ultrafiltration plants. **Journal of Membrane Science**, v.235, p. 131-138, 2004.

GRUMMER, J. KARALUS, M.; ZHANG, K.; VICKERS, Z.; SCHOENFUSS, T.C. Manufacture of reduced-sodium Cheddar-style cheese with mineral salt replacers. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.6, p.2830-2839, 2012.

GRUMMER, J.; BOBOWSKI, N.; KARALUS, M.; VICKERS, Z.; SCHOENFUSS, T. Use of potassium chloride and flavor enhancers in low sodium Cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**. v. 96, n. 3, 2013.

HA, E, ZEMEL, M.B. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. **J Nutr.Biochem**.V.14, n. 5, p.251-58, 2003.

HAN, X. et al. Chemical composition of water buffalo milk and its low- fat symbiotic yogurt development. **Functional Food in Health and Disease**, v.4, n.2, p. 86-106, 2012.

HARAGUCHI, K.F.; ABREU, C.W.; DE PAULA, H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Rev. Nut.**, Campinas, v.4, n. 19, p.479-488, 2006.

HARGREAVES, A. **Utilidades, instalações e equipamentos. Volume II**, 1 ed. Grupo Pão de Açúcar, 2010, 9-14 p.

HASLER, C.M. Functional foods.Their role in diseases prevention and health promotion. **Food Technology**, Chicago, v.52, n11, p.63-68,1998.

HE F.J.; MACGREGOR, G.A. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmers. **J Hum Hyper tens**, v.23, n.6, p.363–84,2009.

HINRICHS, J. Mediterranean milk and milk products. **European Journal of Nutrition**, v. 43, p.12-17, 2004.

JAY, J.M. **Microbiologia de alimentos**.6 ed. Tradução: Eduardo César Tondo [et al]. Porto Alegre: Artmed. 2005, 711 p.

JORGE, A.M.; COUTO, A.G.; CRUDELI, G.A.; PATIÑO, E.M. **Produção de búfalas de leite**. Botucatu: FEPAF, 2011.181p.

JUDD,S.; JEFFERSON, B. Membranes for insudtrial wastewater recovery and reuse. 1 ed. United Kingdom: Elsevier, 2003.

KATSIARI, M.C.; ALICHANIDIS, E.; VOUTSINAS, L.P.; ROUSSIS, I.G. Proteolysis in reduced sodium Kefalograviera cheese made by partial substitution of NaCl by KCl. **International Dairy Journal**, v.10, p. 635-646, 2001

KERZNER, H. **Gestão de projetos: as melhores práticas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KISHIMOTO, B.G.; LIMA, S.R., ROSA, C.M.C.; MOREIRA, O.K.; PERRONE, T.I.; CARVALHO, F.A. Desenvolvimento do queijo mussarela com baixo teor de sódio. Inovaleite UFV. Disponível em <http://www.milkpoint.com.br/mypoint/224299/p_desenvolvimento_de_queijo_mussarela_com_baixo_teor_de_sodio_mussarela_reducao_de_sodio_queijos_inovacao_inovaleite_5205.aspx> Acesso em: 20 jan.2014.

LEWIS, M. J. **Ultrafiltration of protein**. In Developments in Food Protein - vol.1 – Hudson, B.J. F. (ed.), Applied Science Publishers, London, p. 91 – 130, 1982.

LIMA, A.S.; JUNIOR COSTA, L.C.G.; PINTO, M.S.Aspectos relacionados à higienização em processos de separação por membranas na indústria de laticínios. **Rev. Inst. Latic. “CândidoTostes”**, set/out, n 364, v.63, p.3-13, 2008.

LOEB S.; SOURIRAJAN,S. **High flow porous membranes for separating water from saline solutions**.US Patent 3 133 132,1964.

LU, R. R.; XU, S. Y.; WANG, Z.; YANG, R. J. Isolation of lactoferrin from bovine colostrum by ultrafiltration coupled with strong cation exchange chromatography on a production scale. **Journal of Membrane Science**, 297, 152–161, 2007.

MACEDO, M.P., et al. Composição Físico-Química e Produção do Leite de Búfalas da Raça Mediterrâneo no Oeste do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, **Rev. Bras.Zootec.**, Viçosa, SP, v.30, n.3, p.1084-1088, 2001.

MACHADO, M.G. **Viabilidade tecnológica do uso de ácido láctico na elaboração de queijo de coalho.**2010. 81f. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados). Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2010.

MARQUES, M.C.; OLIVEIRA, C.A.F. **Avaliação das características físico-químicas do queijo Minas Frescal produzido com leite contendo diferentes níveis de células somáticas.** 2004. 15 p. Iniciação Científica. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2004.

MARSHALL, A.; DAUFIN, G. Physico-chemical aspects of membrane *fouling* by dairy fluids. IDF Special, In: *Fouling* and cleaning in pressure driven membrane processes, **International Dairy Federation**. Belgium, 1995.

MAUBOIS, J.L.; CARVALHO, F.A. Application of membrane Technologies in the dairy industry.CAP.3, P.33-56.

McGREGOR, J.U.; WHITE, C.H. Effect of Enzyme Treatment and Ultrafiltration on the Quality of Lowfat Cheddar Cheese. **Journal of Dairy Science**, .v. 73, n.3, p.571- 578, 1990.

MELHAIA, M.A. Manufacture of fresh white cheese (Domiaty-type) from ultrafilteredgoats milk. **Food Chemistry**, v. 79, 445-452 p. 2002.

MESQUITA, A.J.; TANEZINI, C.A.; FONTES, I.M.; PONTES, I.S.; ROCHA, J.M.; SOUZA, J.T.; D ALESSANDRO, W.T. **Qualidade físico-química e microbiológica do leite cru bubalino.** 2007. 75p. Tese (Mestrado) Universidade Federal de Goiás/ CEGRAF, Goiás, 2007.

MINIM, V.P.R. **Análise sensorial estudos com consumidores.** Viçosa-MG: Editora UFV. Universidade Federal de Viçosa. 225p. 2006.

MINITAB, Meet MINITAB 14 (versão em português), MINITAB satatguide, MINITAB Help. Minitab release 14.1. Statistical Software. Minitab Inc., 2003.

MIYAZAKI, E. Redução de sal, açúcar e gorduras. **IV Simpósio de Segurança Alimentar sbCTA- RS**, maio, 2012.

MULDER, M. **Basic Principles of Membrane Technology**, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1986.

NADER FILHO, A.; SCHOKEN-ITURRINO, R.P.; ROSSI JÚNIOR et al. Influência do teor de proteínas totais na acidez e pH do leite de búfala. **Rev. Int. Lat. Cândido Tostes**, v.39, 25 p., 1984.

NASCIMENTO, C.; CARVALHO, L.O.M. **Criação de búfalos:** Alimentação, manejo, melhoramento e instalações. Brasília: EMBRAPA/SPI, 403, p.1993.

NETO, R.J. **Avaliação tecnológica e físico-química de queijo tipo minas frescal obtido a partir do leite concentrado por ultrafiltração.**2006. 67f. Tese

(Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Centro tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

NETO, J.P.M.L. **Queijos aspectos tecnológicos**. Juiz de Fora: Editora Master Graf. 2013.270p.

NEVES, C. H. **Gestão de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação de novos produtos lácteos**. 2010. 78 p. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Geras, 2010.

NILSON, F.A.; JAIME, C.P.; RESENDE, O.D. Iniciativas desenvolvidas no Brasil para a redução do teor de sódio em alimentos processados. **Rev. Panam. Salud. Publica**, v.32, n.4, p.287-292, 2012.

NÓBREGA, R.; BORGES, C. P.; HABERT, A. C. **Processos de separação por membrana**. In: P. J. A, & K. V. B, Purificação de produtos biotecnológicos, pp. 37-88, São Paulo: Ed. Manole, 2005.

OLIVEIRA, L.R., et al. Composição química e perfil de ácidos graxos do leite de mussarela de búfalas alimentadas com diferentes fontes de lipídeos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v.61, n.3, p.736-744, 2009.

Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS). **Recomendações para políticas nacionais: prevenção das doenças cardiovasculares nas Américas através da redução do consumo de sal para toda a população**. OPAS; 2010.

PARK, Y. W.; KALANTARI, A.; FRANK, J.F. Changes in the microflora of commercial soft goat milk chesse during refrigerated and frozen storage. **Small Ruminant Research**. V.35, n1-2, 61-66p. 2004.

PAULA, J.C.J. **Efeito do uso de dióxido de carbono (CO₂) na fabricação de queijo Minas Frescal e minas padrão**. 2010. 135 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2010.

PEIG, B.D. **Modelo para otimização do projeto de sistemas de ultrafiltração**. 2011.132f. Tese (Mestrado em Engenharia Hidráulica e ambiental). Escola politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PEREDA, J.A.O.; RODRIGUES, M.I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MIGUILLÓN, G.D.G.F.; PERALES, L.H.; CORTECERO, M.D.S. **Tecnologia de Alimentos. Alimentos de Origem Animal**. Vol.2, editora Artmed. Porto Alegre, 2005.

PEREIRA, D.B.C.; SILVA, P.H.F.; COSTA JÚNIOR, L.C.G.; OLIVEIRA, L.L. **Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos**. 2 ed. Juiz de Fora: Templo Gráfica e Editora, 234p., 2001.

PEREIRA, O.I. **Análise e otimização do processo de ultrafiltração do soro de leite para produção de concentrado protéico**. 2009. 62 p. Tese (Mestrado em

Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, Itapetinga, 2009.

PICCOLO, V. Influence of diet characteristics and productions levels on blood and milk urea concentrations in buffalo. In: World Buffalo Congress, 6, Venezuela. **Proceedings**. Maracaibo: Zulia University Tech Park, p.506-511, 2001.

POULIOT, Y.; WIJERS, M.; GAUTHIER, S.; NADEAU, L. Fractionation of whey protein hydrolysates using charged UF/NF membranes. **Journal of Membrane Science** , 158, 105-114, 1999.

PRUDÊNCIO, E.S., MAGENIZ, R.B., FALCÃO, L.D., LUIZ, M.T.B. Comportamento do leite de búfala (*bubalus bubalis*) desnatado e pasteurizado durante o processo de ultrafiltração. **Boletim Ceppa**, Curitiba, v.24, n.1, 99-114p. 2006.

RANGEL, N.H.A., et al. Influência do Estádio de lactação sobre a composição do leite de búfalas. **Acta Vet. Brasilica**, v.5, n.3, p.306-310, 2011.

RAO, H.G.R. Mechanisms of flux decline during ultrafiltration of dairy products and influence of pH on flux rates of whey and buttermilk. **Desalination**, v. 144, p.319-324, 2002.

RÉVILLION, J.P.P. **Análise dos sistemas setoriais de inovação das cadeias produtivas de leite fluido na França e no Brasil**. 2004. 196p. Tese(Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2004.

RIBEIRO, P.E.; SIMÕES, G.L.; JURKIEWICZ, H,C. Desenvolvimento de queijo Minas Frescal adicionado de *Lactobacillus acidophilus* produzido a partir de retentados de ultrafiltração. **Ciênc. Tecnol. Aliment**. Campinas, n 1, v.29.2009.

RIKCI, G.D.; DOMINGUES, P.F. O leite de búfala. **Rev. De Educação continuada em medicina veterinária e zootecnia do CRMV/SP**. São Paulo, v.10, n.1, p. 14-19, 2012.

ROCHA, C.A.L. **Qualidade do leite de búfala e desenvolvimento de bebida láctea com diferentes níveis de iogurte e soro de queijo**. 2008. 82p. Tese(Pós Graduação). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Bahia, 2008.

ROSA, L. S.; QUEIROZ, M. I.; AUGUSTO, M. M. M. Effect of pre-fermentation and ultrafiltration on the physicochemical characteristics of prato cheese. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 21, n. 1, 119-128 p.2009.

SALVATORE, E. **Utilizzo della tecnica di ultrafiltrazione per la produzione di prodotti a basso contenuto di grassi e a valenza funzionale**. 2009. Dissertação de doutorado (Curso scienze Morfologiche) - Università degli Studi di Caligari, Itália.

SANGALETTI, N. **Estudo da vida útil do queijo Minas Frescal disponível no mercado**. 2007. 81 p. Tese (Mestrado em Ciências e Tecnologia dos Alimentos). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

SILVA, I.D.; SILVA, K.F.S.T. Total and differential cell counts in buffalo (*Bubalus bubalis*) milk. **Buffalo J.**, v.10, n.2, p.133-137, 1994.

SOUSA, M.J., ARDO, y., Mc Sweeney, p.l.h. Advances in the study of proteolysis ripening. **International Dairy Journal**.v.11,327-345.2001.

SRIKANTH, G. Membrane separation processes: technology and business opportunities. **Chemical Engineering World**, v.34, n.5, p. 55-66, 1999.

STATISTICS: the world dairy situation 2002. **Bull Int Dairy Fed**, n.378, p.46-47, 2002.

TEIXEIRA, L.V.; BASTIANETTO, E.; OLIVEIRA, D.A.A. Leite de Búfala na Indústria de Produtos Lácteos. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.29, n.2, p.96-100, 2005.

TERRAMOCHIA, S.; BARTOCCI, S.; TRIPALDI, C.; DANESE,V. Difficoltà al la coagulazione del latte di Búfala : caratteristiche fisico-quimiche e sanitarie. In: Congresso Nazionale sull'Allevamento del Búfale. Salerno. **Annali... Salerno:** [s.n.], p. 256-259, 2001.

TONHATI, H. Resultados do controle leiteiro em bubalinos. In: Bubalinos: sanidade, reprodução e produção. **I simpósio Jaboticabal FUNEP**, p. 90-109, 1999.

TOVANI ,B. **Tecnologias para redução de sódio em alimentos industrializados.** Aditivos & ingredientes.

UTERBACK, J.M. **Dominando a dinâmica da inovação.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.264p.

VAN DENDER, A. **Contribuição ao estudo do uso da ultrafiltração de leite na fabricação de queijo Minas Frescal.**1995.89p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos. UNICAMP, Campinas, 1995.

VELOSO, F. Cadeia produtiva do leite de búfala- produção e comercialização. **II Simpósio da Cadeia Produtiva da Bubalinocultura**, 2011.

VERRUMA, M.R.; SALGADO, J.M. Análise química do leite de búfala em comparação ao leite de vaca. **Sci. Agric**,v.51, p.131-137, 1994.

WHO- World Health Organization Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva: World Health Organization; 2003. (Technicalreport series no. 916).Disponível<http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/trs916/en/gsfao_introduction.pdf> Acesso em 10 jan.2014.

WOLFSCHOON- POMBO, A.L.; LIMA, A. Extensão e profundidade da proteólise em queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.44, n.261, 50-52, 1989.

Vieira, Alexandre Hargreaves.

Elaboração e estabilidade de queijo minas frescal de leite de búfala concentrado por ultrafiltração e com reduzido teor de sódio / Alexandre Hargreaves Vieira - Juiz de Fora, 2014.

74 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

Bibliografia: f. 64 - 73.

1. Leite de búfala. Ultrafiltração. Queijo minas frescal. Baixo teor de sódio. Estabilidade.