

CRISTINA CARDOSO SILVA CASTRO

UTILIZAÇÃO DE CONCENTRADO PROTÉICO DO LEITE NA FABRICAÇÃO
DE QUEIJO MINAS FRESCAL

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

CRISTINA CARDOSO SILVA CASTRO

UTILIZAÇÃO DE CONCENTRADO PROTÉICO DO LEITE NA FABRICAÇÃO
DE QUEIJO MINAS FRESCAL

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA EM: 14 de julho de 2003.

Paulo Roberto Cecon
(Conselheiro)

Nélio José de Andrade
(Conselheiro)

Valéria Paula Rodrigues Minim

Cláudio Furtado Soares

Mauro Mansur Furtado
(Orientador)

Ao Deus Trino.
À minha mãe e ao meu pai.
À minha irmã.
Ao meu esposo.
À minha filha que está chegando.

AGRADECIMENTO

A Deus, pelo dom da vida e, com o seu amor infinito, por sempre guiar meus passos.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pelo acolhimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Instituto de Laticínios Cândido Tostes e ao Professor Bras dos Santos Neves, pelo auxílio em testes preliminares de pesquisa.

Ao Professor Mauro Mansur Furtado, pela oportunidade na área de pesquisa desde a graduação e pela amizade.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, pela paciência, disponibilidade e atenção com que me auxiliou na parte de estatística.

Aos Professores Valéria Paula Minim e Cláudio Furtado Soares, pelas sugestões e pela participação na banca de defesa da tese.

Aos meus amados pais Raimundo Nonato e Ana Dalva, por sempre terem lutado com dignidade para oferecer o melhor a mim e à minha irmã, aos quais devo mais esta conquista.

À minha irmã Alessandra, pela amizade e companhia desde a infância.

Ao meu esposo Breno, por estar sempre ao meu lado, apoiando, acreditando, oferecendo seu amor em todos os momentos e se mostrando o melhor companheiro que alguém poderia encontrar.

À minha filha Rafaela, por ser a benção de Deus na minha vida e, ainda no meu ventre, por ter sido e ser luz e força na etapa final deste trabalho.

Aos meus queridos Vô Joaquim, Vó Rita, Vô Zé Silva e Vó Regina, pelas orações, pelo carinho e pelas lições de vida.

A Âmalin, por me mostrar a alegria e a benção de se ter uma verdadeira amizade.

Ao Sr. José Augusto e à D. Madalena, pela força, pelo incentivo e pela amizade.

Aos meus tios (as) e primos (as), pela torcida e pelos momentos de alegria partilhados, fundamentais nesta caminhada.

À tia Maria Rita, pelo carinho e pela ajuda desde o início desta etapa.

À Gizele, pela disponibilidade e valiosa ajuda em toda a fase experimental.

A Willian, Anita, Camila e Reginaldo, pelo auxílio durante o experimento.

À Terezinha, pelo apoio e pela ajuda na limpeza de vidrarias no laboratório.

À tia Alice, pela força e por sempre me incentivar.

À Janice, pelo incentivo e pela preciosa ajuda na preparação e apresentação do seminário de tese.

À Luciana Leal, pela amizade e pela disposição em ajudar.

Aos funcionários Oswaldo, Sr. Tito, Carlinhos, Dimas, Sr. Manoel, Sr. Luís, Piu e Pi, pela colaboração.

Aos funcionários do Laticínios, principalmente Elvécio, Silvério e Lelé, e do Laboratório Maria Helena, Sr. Carlos e Paulinho, pela valiosa ajuda.

À Cláudia Lúcia, pelas sugestões, pelas palavras de força e pelo incentivo que muito me ajudaram.

Aos meus colegas Rosângela, Wellingta, Maurílio e Marco Antônio, pelo prazer da convivência.

Aos meus amigos do “Estudo Bíblico” (Sete Lagoas), pela amizade e pelas orações; e à Casa da Misericórdia (Sete Lagoas), pela acolhida, em especial à Adriana.

À Diná, pela sua alegria.

A todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho o meu muito obrigada.

BIOGRAFIA

CRISTINA CARDOSO SILVA CASTRO, filha de Raimundo Nonato da Silva Castro e Ana Dalva Cardoso Silva Castro, nasceu na Cidade de Viçosa, Estado de Minas Gerais, em 12 de dezembro de 1972.

Em setembro de 1996, graduou-se Tecnóloga em Laticínios pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG.

Em agosto de 1999, concluiu o Curso de Bacharel em Tecnologia de Laticínios pela UFRV.

Em agosto desse mesmo ano, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, em nível de Mestrado, na UFRV, submetendo-se à defesa de tese em 14 de julho de 2003.

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. História do queijo	3
2.2. Produção de queijos no Brasil.....	5
2.3. Queijo Minas Frescal.....	6
2.4. Inovação tecnológica	9
2.5. Evolução das técnicas de fabricação	10
2.6. Concentrado protéico do leite	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Fabricação do queijo Minas Frescal com a utilização de concentrado protéico do leite.....	18
3.2. Análises físico-químicas.....	21
3.2.1. Delineamento experimental	21
3.2.2. Leite pasteurizado.....	22
3.2.3. Queijo após cinco dias de estocagem.....	22

	Página
3.2.4. Queijo aos 5, 15, 25, 35 e 45 dias de estocagem.....	22
3.3. Análises microbiológicas.....	23
3.3.1. Leite pasteurizado.....	23
3.3.2. Queijo aos 5 e 25 dias de estocagem.....	23
3.4. Rendimento.....	23
3.5. Custo de matéria-prima do queijo Minas Frescal fabricado com concentrado protéico do leite.....	23
3.6. Acompanhamento e avaliação da qualidade do queijo Minas Frescal produzido por ultrafiltração, coletados no mercado.....	24
3.7. Análise sensorial.....	24
3.7.1. Delineamento experimental da análise sensorial dos queijos experimentais.....	26
3.7.2. Delineamento experimental da análise sensorial dos queijos experimentais junto com os das marcas A, B e C.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1. Análises do leite pasteurizado utilizado na fabricação.....	27
4.1.1. Análises físico-químicas.....	27
4.1.2. Análises microbiológicas.....	28
4.2. Análise composicional do queijo Minas Frescal.....	28
4.3. Análises do queijo Minas Frescal fabricado com concentrado protéico do leite, durante o período de estocagem.....	30
4.3.1. Análises físico-químicas.....	30
4.3.1.1. pH.....	30
4.3.1.2. Acidez.....	32
4.3.1.3. Nitrogênio solúvel a pH 4,6.....	33
4.3.1.4. Nitrogênio solúvel em TCA 12%.....	35
4.3.2. Análises microbiológicas.....	36
4.4. Análise sensorial dos queijos.....	39
4.5. Rendimento.....	41
4.6. Custo de matéria-prima do queijo fabricado com o concentrado protéico do leite.....	41

	Página
4.7. Análises do queijo Minas Frescal fabricado por ultrafiltração e coletado no mercado.....	43
4.7.1. Análise composicional.....	43
4.7.2. Análises físico-químicas.....	44
4.7.2.1. pH.....	45
4.7.2.2. Acidez	46
4.7.2.3. Percentagem de nitrogênio solúvel a pH 4,6	47
4.7.2.4. Percentagem de nitrogênio solúvel em TCA 12%.....	48
4.7.3. Análises microbiológicas	49
4.7.4. Análise sensorial dos queijos	50
5. RESUMO E CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

LISTA DE QUADROS

	Página
1. Características do concentrado protéico do leite	20
2. Ingredientes utilizados na fabricação do queijo, além do ácido láctico e fermento láctico	21
3. Valores médios e desvios-padrão das análises do leite pasteurizado empregado na fabricação do queijo Minas Frescal, para os respectivos tratamentos	28
4. Valores médios e desvios-padrão das combinações de concentração (C) com os tratamentos estudados, para a composição físico-química do queijo Minas Frescal, após cinco dias de estocagem	29
5. Resumo da análise de variância das variáveis pH, acidez titulável, % de nitrogênio solúvel a pH 4,6 e % de nitrogênio solúvel em TCA 12%, em razão dos tipos de acidificação (A), das concentrações (C) e do período de estocagem, em dias (D)	31
6. Log decimal da contagem total de microrganismos mesófilos aeróbios, psicotróficos, fungos filamentosos e leveduras e coliformes totais nos queijos fabricados com o concentrado protéico do leite e com a adição de ácido láctico	37
7. Log decimal da contagem total de microrganismos psicotróficos, fungos filamentosos e leveduras e coliformes totais nos queijos fabricados com o concentrado protéico do leite e com a adição de fermento láctico	38

	Página
8. Resumo da análise de variância do teste de aceitação	39
9. Valores médios da aceitabilidade sensorial dos tipos de acidificação e concentrações	40
10. Equações de regressão ajustadas da variável nota, em função da concentração dos respectivos tipos de acidificação e dos coeficientes de determinação	40
11. Peso líquido médio por repetição dos queijos fabricados com concentrado protéico do leite	41
12. Custo de matéria-prima do queijo fabricado com o concentrado protéico do leite.....	42
13. Valores médios e desvios-padrão da composição físico-química dos queijos Minas Frescal comerciais	43
14. Resumo da análise de variância das variáveis pH, acidez titulável, % de NS a pH 4,6 e % de NS em TCA 12%, em função das marcas (M) e do período de estocagem em dias (D).....	44
15. Equações de regressão ajustadas das variáveis pH, acidez titulável, % de NS a pH 4,6 e % de NS em TCA 12%, em função do período de estocagem em dias (D), das respectivas marcas e dos coeficientes de determinação	45
16. Resumo da análise de variância do teste de aceitação dos queijos avaliados (A, B, C, AL 0,5 e FL 0,2)	50
17. Valores médios das notas do teste de aceitação dos queijos fabricados com ácido láctico e fermento láctico e coletados no mercado (A, B e C)	51

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Produção de queijos no Brasil sob inspeção federal	6
2. Diagrama esquemático do processo de fabricação do CPL	17
3. Fluxograma de fabricação do queijo Minas Frescal.....	19
4. Ficha de respostas do teste de aceitação.....	25
5. Estimativa do pH (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) do queijo Minas Frescal, nos respectivos tipos de acidificação.....	31
6. Estimativa do teor de ácido láctico (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) do queijo Minas Frescal, nos respectivos tipos de acidificação	33
7. Estimativa da percentagem de nitrogênio solúvel a pH 4,6 (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) e dos níveis de concentração (C), do queijo Minas Frescal, nos respectivos tipos de acidificação: ácido láctico (A) e fermento láctico (B)	34
8. Estimativa da percentagem de nitrogênio solúvel em TCA 12% (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) do queijo Minas Frescal, nos respectivos tipos de acidificação	36
9. Estimativa do pH (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) do queijo Minas Frescal, das respectivas marcas	46

	Página
10. Estimativa do teor de ácido láctico (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) do queijo Minas Frescal, das respectivas marcas	46
11. Estimativa da percentagem de nitrogênio solúvel a pH 4,6 (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) do queijo Minas Frescal, das respectivas marcas	48
12. Estimativa da percentagem de nitrogênio solúvel em TCA 12% (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) do queijo Minas Frescal, das respectivas marcas.....	49

RESUMO

CASTRO, Cristina Cardoso Silva, M. S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2003. **Utilização de concentrado protéico do leite na fabricação de queijo Minas Frescal.** Orientador: Mauro Mansur Furtado. Conselheiros: Paulo Roberto Cecon e Nélio José de Andrade.

O objetivo principal deste trabalho foi apresentar uma alternativa de produção do queijo Minas Frescal através da utilização de um concentrado protéico do leite (CPL), avaliando suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Os objetivos secundários foram analisar o efeito do ácido láctico (tratamento 1) e do fermento láctico mesofílico (tratamento 2) nesse novo processo, ambos com três concentrações (0,2%, 0,5% e 0,8%); aumentar a vida útil do queijo e o rendimento do processo; e, ainda, avaliar e comparar os queijos das marcas A, B e C fabricados por ultrafiltração, coletados no mercado. Esses queijos foram avaliados aos 5, 15, 25, 35 e 45 dias da fabricação, quanto às análises de pH, acidez, % de nitrogênio solúvel a pH 4,6 e % de nitrogênio solúvel em TCA 12%; e aos 5 e 25 dias, quanto à contagem total de mesófilos aeróbios, psicrotróficos, fungos filamentosos e leveduras e coliformes totais. O teste de aceitação dos queijos experimentais e depois, simultaneamente, das marcas A, B e C foi realizado no 10^o dia após a fabricação. No quinto dia depois de fabricados foram feitas as análises de gordura, gordura no extrato seco, umidade, sal, sal na umidade e coliformes

fecais. Os queijos ultrafiltrados passaram pelas mesmas análises do quinto dia, sendo as análises físico-químicas e microbiológicas realizadas aos 5, 15, 25, 35 e 45 dias da fabricação. No decorrer do período de estocagem dos queijos com CPL ocorreu aumento nos valores da acidez titulável, expresso em % de ácido láctico, da % de NS a pH 4,6 e da % de NS em TCA 12%, além de uma queda nos valores de pH. Essa variação foi observada nos dois tratamentos, porém em menor grau nos queijos fabricados com ácido láctico. Nos queijos das três diferentes marcas comerciais (A, B e C), verificou-se um comportamento linear decrescente da variável pH no decorrer do período de estocagem (dias) e que não houve efeito de dias sobre a variável acidez. Com relação às variáveis % de NS a pH 4,6 e % de NS em TCA 12%, houve aumento nos valores com o decorrer do período de estocagem. Quanto às análises microbiológicas, os resultados dos queijos experimentais e das marcas comerciais indicaram condições higiênicas de processamento insatisfatórias e satisfatórias, respectivamente. Os queijos fabricados com o concentrado protéico do leite e ácido láctico tiveram maior aceitação do que os com fermento láctico. Já os com concentrado protéico e os ultrafiltrados das marcas A e C não diferiram estatisticamente entre si ($P > 0,05$).

ABSTRACT

CASTRO, Cristina Cardoso Silva, M. S. Universidade Federal de Viçosa, July 2003. **The use of milk protein concentrate in the manufacture of Minas Frescal type cheese.** Adviser: Mauro Mansur Furtado. Committee Members: Paulo Roberto Cecon and Nélio José de Andrade.

The main objective of this work was to create an alternative procedure for the manufacture of Minas Frescal type cheese using milk protein concentrate (MPC). Cheeses were analysed for physical chemical, microbiological and sensorial characteristics. As secondary objective, the experimental work evaluated the effects of two acidification methods for curd: acidification with addition of lactic acid (Treatment 1) e acidification by means of addition of starter culture (Treatment 2), both at concentrations of 0.2, 0.5 and 0.8%. Cheeses were also evaluated for shelf life and yield. Cheeses made from ultrafiltered milk (A, B and C), sampled from the market, were also evaluated, in order to make comparisons. Cheeses were evaluated at 5, 15, 25, 35 and 45 days of age for physical chemical analysis (pH, titratable acidity, pH 4.6 soluble nitrogen and TCA 12% soluble nitrogen) and for microbiological analysis (mesophilic total count, psychrotrophs, total coliform and yeast and mold) at 5 and 25 days of age. Sensory evaluation (acceptance test) was conducted at 10 days after manufacturing for both experimental and ultrafiltered cheeses (A, B and C). At 5 days of age, experimental cheeses were analysed for fat, moisture

and salt content, as well as for fecal coliform. Ultrafiltered cheeses were also submitted to the same analysis and for physical chemical and microbiological analysis at 5, 15, 25, 35 and 45 days of age. Throughout the storage period, cheeses made with MPC presented higher values for titratable acidity (expressed as % of lactic acid), % of pH 4.6 soluble nitrogen and TCA 12% soluble nitrogen and lower values for pH. This variation was observed for both treatments although it has occurred in a less extent for cheeses made with addition of lactic acid. UF cheeses (A, B and C) differed ($P < 0.01$) for pH and pH 4.6 soluble nitrogen. Interaction was found between commercial brands of cheese and storage period for pH ($P < 0,05$), titratable acidity and % of pH 4.6 soluble nitrogen ($P < 0.01$). Cheeses from ultrafiltered milk (A, B, C) presented better microbiological quality as compared to the experimental cheeses. Sensory evaluation showed that only the ultrafiltered cheese B differed ($P < 0.05$) from cheeses made with lactic acid, starter culture and cheese brand A, suggesting that cheeses made with MPC had similar acceptance to those manufactured by UF process.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento do mercado consumidor vem sendo o principal incentivo para o maior desenvolvimento da indústria nacional de alimentos. O setor lácteo é um dos mais destacados dessa indústria e, assim como todos os demais setores, vem diversificando e aprimorando cada vez mais seus produtos e processos.

Nesse setor, a produção de queijos tem destaque especial, representando um segmento em franca expansão. Cada vez mais se torna clara a necessidade de investimento em novas tecnologias e do aprimoramento de atividades essenciais que garantam a competitividade da indústria diante do mercado consumidor.

Dos produtos lácteos fabricados no Brasil, o queijo tipo Minas Frescal é um dos mais difundidos, tanto em nível de produção industrial quanto artesanal, de grande popularidade e consumido em praticamente todo o país. Isso se deve, principalmente, à simplicidade da tecnologia empregada em sua fabricação e à versatilidade de utilização do produto.

O processo tradicional de fabricação desse queijo, que envolve coagulação, corte, dessoragem, salga e enformagem, não possui uma definição tecnológica, sendo produzido com variações no processamento. Nesse processo existe uma grande manipulação durante as etapas de fabricação, o que, muitas vezes, compromete o produto do ponto de vista microbiológico, e com isso ocorre diminuição na “vida de prateleira”.

Com a evolução das técnicas industriais, o processo de obtenção desse tipo de queijo vem sendo alterado, visando, de modo geral, à obtenção de um produto de melhor qualidade, a um aumento no rendimento da fabricação ou, ainda, à maior padronização do produto final.

Na busca de uma maior padronização desse processo, vêm ocorrendo modificações ao longo do tempo de fabricação do queijo Minas Frescal, haja vista a existência, no mercado, da fabricação através do processo de ultrafiltração, o que modifica, consideravelmente, as características do queijo e o distância do modelo original. Apesar das vantagens dessa técnica, ela possui um custo de investimento inicial muito elevado.

Diante dessa realidade, o presente trabalho teve como objetivo principal apresentar um nova alternativa de fabricação do queijo Minas Frescal, com a utilização de um concentrado protéico do leite conhecido (CPL) como MPC (milk protein concentrate). Avaliando-se suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, esse processo poderá fornecer um queijo com qualidade padronizada, podendo, dessa forma, atingir melhor competitividade no mercado.

Os objetivos específicos desta pesquisa foram avaliar o efeito da acidificação nesse novo processo; aumentar a vida útil do queijo Minas Frescal, preservando o seu sabor suave; aumentar o rendimento do processo; atingir uma aceitação semelhante ou melhor com relação aos queijos obtidos pelo processo de ultrafiltração; e avaliar o custo da matéria-prima do queijo fabricado com CPL, bem como a caracterização dos queijos fabricados pelo processo de ultrafiltração do leite, coletados no mercado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. História do queijo

A grande utilização do leite e dos seus derivados na alimentação humana é um marcante indício da sua importância como alternativa de nutrição. Há evidências do seu emprego pelo homem que datam de mais de 6.000 anos atrás. Com relação aos seus derivados, o queijo é mencionado nos primeiros escritos conhecidos e, quase sem exceção, em toda a literatura clássica mundial (Tamine, 1986, citado por CORTEZ, 1998).

Queijo é um nome genérico para um grupo de produtos alimentícios à base de leite fermentado, produzido numa gama grande de sabores e formas em todo o mundo. De origens humildes, simplesmente como um meio de conservar os constituintes do leite, o queijo tem-se desenvolvido para tornar-se um alimento para a alta cozinha com qualidades gastronômicas, bem como pelo seu alto valor nutritivo (FOX, 1993).

Bassete e Acosta (1988), citados por CORTEZ (1998), definem queijo como um alimento lácteo, concentrado, produzido mediante a utilização de agentes coagulantes e microrganismos, sendo caracterizado pela intensa remoção de soro. Relatam, ainda, a existência de mais de 400 variedades distintas, ressaltando-se que cada uma apresenta composição, ingredientes e etapas de fabricação específicos.

Os primeiros alimentos lácteos fermentados foram produzidos por uma combinação fortuita de eventos, a habilidade de um grupo de bactéria, agora conhecido como bactérias do ácido láctico, para crescer no leite e produzir ácido suficiente para reduzir o pH do leite ao ponto isoelétrico das caseínas, no qual estas proteínas se coagulam (FOX,1993).

As vantagens decorrentes da habilidade para converter os constituintes principais do leite em queijo seriam, do ponto de vista de uma maior estabilidade de estocagem, a facilidade de transporte e, por fim, como um meio de classificar a dieta humana (FOX,1993).

O queijo é o grupo mais diverso dos produtos lácteos, sendo possivelmente, do ponto de vista acadêmico, o mais interessante e desafiante. Enquanto muitos produtos lácteos, se bem fabricados e estocados, são biológica e bioquimicamente muito estáveis, queijos são em contraste, biológica e bioquimicamente, dinâmicos e, por conseqüência, instáveis (FOX, 1993).

A fabricação de queijos é um processo clássico de preservação de alimentos, durante o qual vão ocorrendo mudanças bioquímicas e físico-químicas no leite, que são responsáveis pelas características organolépticas do produto final. O queijo é constituído por uma matriz caseínica, em que se encontram retidos os outros elementos do leite, como a gordura e a água, e, nesta última, os constituintes aquossolúveis (carboidratos, proteínas solúveis, sais etc). As principais transformações bioquímicas ocorrem em nível de carboidratos, lipídeos e proteínas e são decisivas, juntamente com as físico-químicas (pH, Eh) e com teor de água, para o corpo (consistência) e textura (estrutura) do produto (WOLFSCHOON-POMBO et al., 1983).

O desenvolvimento da arte de fazer queijo para uma ciência é relativamente recente. Conhecimentos fundamentais de bioquímica e microbiologia das variedades de queijos comerciais predominantes têm avançado, consideravelmente, nos últimos 50 anos. Contudo, muitas variedades artesanais produzidas em nível mundial permanecem, em grande parte, sem caracterização (BANKS,1998).

Dentro dos últimos 25 anos, têm ocorrido mudanças substanciais no uso do queijo na nossa dieta, e novas aplicações para ele têm sido desenvolvidas, especialmente a sua inclusão como ingrediente em produtos culinários. O

elevado valor nutricional do queijo e uma considerável inovação de produtos são fatores importantes que contribuíram para o seu crescimento no mercado. Os avanços tecnológicos, os quais permitem os produtores refletirem a respeito das tendências nos hábitos alimentares dos consumidores, também exercem um papel importante (BANKS,1998).

A fabricação de queijos no Brasil é de história relativamente recente, firmando-se, do ponto de vista industrial, no início deste século e, sobretudo a partir da década de 20, com o estabelecimento de imigrantes dinamarqueses no sul de Minas e holandeses na região de Santos Dumont e Barbacena, também em Minas Gerais. Desde então, aumentou-se o número de fábricas de queijos e variedades disponíveis no mercado (FURTADO,1990). Inserido nesse contexto, o queijo tipo Minas Frescal ocupa uma posição de grande popularidade e aceitação no mercado consumidor.

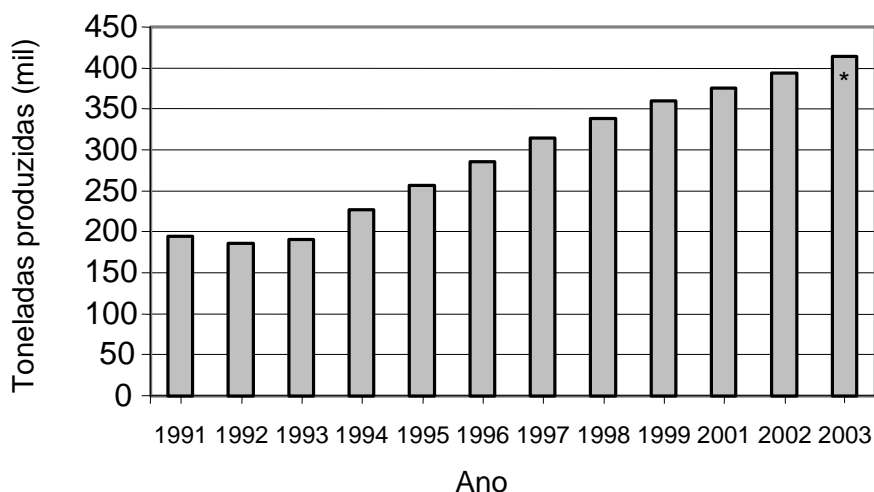
O Brasil é o maior produtor de leite e queijo do Mercosul. De um total de 18,7 bilhões de litros de leite produzidos no país, somente 11,38 bilhões passam pela Inspeção Federal (Furtado e Lourenço Neto, 1994, citados por GURGEL, 2000).

2.2. Produção de queijos no Brasil

Em segundo lugar, quanto à destinação do leite captado sob inspeção no Brasil, está a fabricação de queijos. Até o fim dos anos 70, esse segmento produzia poucos e tradicionais tipos de queijos. Hoje, após serem introduzidos novos queijos no mercado, existem 49 tipos de queijos de fabricação nacional à disposição do consumidor. A combinação de uma demanda por queijos que resistia bem às crises com a grande aceitação de queijos novos explica a entrada de grandes grupos no setor (PRIMO,1999).

De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias de Queijo – ABIQ (1997), citada por MARTINS (2001), as maiores altas na produção brasileira ocorreram nos anos em que a população esteve com maior poder aquisitivo, principalmente a partir de 1994, com a implementação do Plano Real. A evolução no volume de queijo produzido vem respondendo ao crescimento da população e, conseqüentemente, do consumo, que tem sido impulsionado por campanhas institucionais. Deve-se levar em consideração

que a produção nacional é comprometida pelo baixo nível tecnológico em que a pecuária brasileira se encontra, fornecendo uma quantidade de leite insuficiente para suprir a demanda interna de queijos. Segundo dados da ABIQ (2003), existe uma produção crescente no Brasil, incluindo os queijos comuns e especiais, o que pode ser observado na Figura 1. O queijo Minas Frescal é o terceiro mais produzido no país, totalizando 31.762 toneladas, ficando atrás somente dos queijos Mussarela e Prato. Deve-se considerar, entretanto, que esses dados se referem apenas a estabelecimentos que são submetidos à inspeção federal e que grande parte da produção de queijo Minas Frescal é ainda realizada artesanalmente.



* Projeção

Fonte: SIFA/ABIQ/DESK RESEARCH (2003)

Figura 1 – Produção de queijos no Brasil sob inspeção federal.

2.3. Queijo Minas Frescal

Queijo Minas Frescal é definido pela Portaria nº 146 como queijo fresco obtido por coagulação enzimática do leite com coalho e, ou, outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não com ação de bactérias lácticas específicas (CRUZ e GOMES, 2001).

Nem todos os componentes do leite estão presentes no queijo, pois a caseína, ao aglutinar-se, separa a fase sólida da água, resultando em um concentrado protéico gorduroso. As globulinas, albuminas, lactose e algumas vitaminas e sais permanecem na fase líquida formando, junto com a água, o soro (CRUZ e GOMES, 2001). Isso ocorre no processo de fabricação tradicional, pois, como relatado posteriormente, com a ultrafiltração do leite as soroprotéínas são retidas na massa.

No Brasil, o Estado de Minas Gerais destaca-se pela produção de laticínios, principalmente de queijos, sendo grande parte da produção constituída por queijos tradicionais, como Minas, Prato e Mussarela (Lopes Júnior et al., 1999, citados por NASCIMENTO, 2001).

Devido à sua importância para o setor produtivo nacional, trata-se de um queijo com excelente rendimento de fabricação e com ampla aceitação no mercado. Com isso, o Frescal tem sido alvo de inúmeros estudos, com as finalidades de se conhecerem os mecanismos de suas alterações e propor modificações tecnológicas capazes de minimizar os efeitos decorrentes desses fenômenos bioquímicos (Informativo HA-LA BIOTEC, 1999).

O queijo Minas Frescal é um dos mais populares do Brasil. Embora muito semelhante ao “Queso Blanco”, fabricado em outros países da América Latina, pode ser considerado um tipo de queijo desenvolvido no Brasil e que teve a sua origem nas fabricações caseiras difundidas no Estado de Minas Gerais, as quais existem até hoje. Devido ao bom rendimento que proporciona na fabricação (6,0-6,5 L/kg, em média), é comercializado a preços mais acessíveis a uma maior faixa da população. Com alto teor de umidade, o Minas Frescal é um queijo bastante perecível, possuindo durabilidade média de 10 dias, dependendo do processo de fabricação, por isso deve, portanto, ser armazenado sob refrigeração, para retardar a ocorrência de acidificação e de proteólise, que provocam amarelamento da casca, amolecimento do corpo e alterações de sabor (LOURENÇO NETO e SOBRAL, 1986; FURTADO e NETO, 1994; LOURENÇO NETO, 1999).

A acidificação é decorrente do metabolismo da lactose pelas enzimas provenientes da flora natural do leite e dos microrganismos do fermento láctico, pela via “homoláctica”, em que são formadas quatro moléculas de ácido láctico por molécula de lactose metabolizada (VAN DENDER et al., 1999). Segundo

Fox e Law (1991), citados por ROSSI et al. (1998), vários fatores interferem na proteólise dos queijos, sendo os principais as enzimas provenientes de bactérias, lácticas ou não, e as enzimas do coalho, possuindo o agente coagulante importante papel na degradação protéica. Algumas enzimas dos agentes coagulantes são mais proteolíticas do que outras, o que depende da sua composição enzimática e especificidade, sendo esse fator dependente da fonte de produção.

Recentemente, técnicas avançadas de engenharia genética têm permitido a produção de um coalho composto de 100% de quimosina. O processo é conhecido como “Fermentation Produced Chymosin” (FPC) ou “Quimosina produzida por fermentação” a partir de *Aspergillus niger var. awamori* (Informativo HA-LA Biotec, 1999; BARBANO et al., 1992).

Devido à adoção de diferentes métodos de fabricação, tornou-se um queijo bastante irregular em termos de padrões de consistência, textura, sabor, durabilidade e rendimento. Geralmente, apresenta coloração interna esbranquiçada, consistência mole, textura fechada (com algumas olhaduras irregulares) e sabor variando de levemente ácido a suave. O peso varia de 0,5 a 3,0 kg, sendo comercializado geralmente em formas de menor peso (FURTADO e NETO, 1994).

É ainda muito habitual a comercialização em embalagens plásticas comuns, amarradas ou fechadas com fechos metálicos, porém sem o emprego de vácuo. No interior dessas embalagens, forma-se, geralmente, um depósito de soro exsudado dos queijos, o que ocorre, principalmente, devido ao alto teor de umidade presente e, além de depreciar o produto, pode favorecer o desenvolvimento de microrganismos contaminantes, causando freqüentemente odores e sabores desagradáveis. Por essas razões, o queijo Minas Frescal apresenta, geralmente, uma vida de prateleira muito curta, mesmo sob condições adequadas de refrigeração (OLIVEIRA, 1986).

Diversas tentativas têm sido feitas para levar à padronização desse queijo no território nacional, já que há um consenso sobre a importância desse produto e a grande variedade de tipos similares no mercado, daí a denominação comum “Minas” (FURTADO, 1983).

2.4. Inovação tecnológica

Para Betz (1987), citado por PADULA et al. (1998), inovação é a introdução de novos produtos, processos e serviços no mercado, e inovação tecnológica é a introdução desses produtos, processos e serviços, baseada em novas tecnologias.

As inovações são, então, novos produtos, novos métodos de produção e de transporte, novas atividades que irão decidir como as empresas irão sobreviver no mercado e que, também, farão surgir as diferenças entre empresas (Dosi, 1988, citado por PADULA et al., 1998). Para Ribault et al. (1995), citados por PADULA et al. (1998), somente a inovação é capaz de ligar a tecnologia à competitividade.

O advento de sistemas de produção mais flexíveis e de novos materiais, conjugados com a aceleração no ritmo de mudanças nos produtos e a internacionalização dos mercados, coloca a capacidade de inovar como fator estratégico para a sobrevivência das empresas (RODRIGUES et al., 1996).

A inovação tecnológica é um dos pilares da competitividade empresarial. Com o acirramento da concorrência, as empresas têm buscado, cada vez mais, fortalecer sua imagem no mercado (SBRAGIA e BARRA, 1996).

Inovação na indústria alimentícia combina inovação tecnológica com inovação social e cultural. Isso ocorre por todo o sistema de alimentos, incluindo produção, colheita, processamentos primário e secundário, fabricação e distribuição. Estratégias de inovação da indústria de alimentos precisam ser baseadas na tecnologia total do sistema alimentício e preocupar-se não apenas com as mudanças tecnológicas, mas também com as mudanças sociais e ambientais para, dessa forma, produzir alimentos que satisfaçam as carências e necessidades nutricionais, pessoais e sociais de todas as comunidades (EARLE, 1997).

Num mercado altamente competitivo, só quem identifica essas novas tendências e sai em busca de inovações consegue sobreviver à concorrência.

Para ter acesso a essas inovações, a indústria láctea tem que investir não só na modernização de processos de produção, mas, principalmente, em estratégias de promoção e “marketing” de novos produtos, visando conquistar nichos de mercado. Esse é um dos entraves mais sérios à modernização desse setor, pois exige altos investimentos por prazos quase sempre longos (PRIMO, 1999).

2.5. Evolução das técnicas de fabricação

Devido à importância do queijo Minas Frescal, diversas tecnologias alternativas têm sido desenvolvidas, por pesquisadores e técnicos de indústria de laticínios, sempre visando melhorar o rendimento do processo, padronizar o queijo e, principalmente, aumentar sua durabilidade (Isepon, 1989, citado por SILVA et al., 1998). Nesse contexto, foram introduzidas modificações como o uso de leite pasteurizado, de cloreto de cálcio e de fermento láctico e, posteriormente, a suspensão do uso de fermento láctico ou, mesmo, de ácido láctico em substituição ao fermento, além do uso de técnicas de ultrafiltração para concentrar o leite destinado à produção de queijo Minas Frescal (VAN DENDER et al., 1999).

Por ser o Minas Frescal um dos tipos de queijos mais consumidos no Brasil, com alta umidade, fabricado por coagulação enzimática com fermentos lácticos e, ou, por acidificação direta, ele é um queijo adequado para ser produzido por ultrafiltração (UF), pelo método de MAUBOIS, MOCQUOT E VASSAL (MMV), introduzido em 1969. Esse método prevê a fabricação de queijos moles por coagulação do retentato diretamente na embalagem final, eliminando-se as etapas intermediárias do processo tradicional como o corte, a dessoragem e a mexedura da massa nos tanques de fabricação, o que permite uma garantia higiênica suplementar, já que elimina os riscos de contaminação associados à manipulação, aumentando-se, assim, a vida útil do produto em relação aos queijos elaborados pelo processo tradicional. Dessa maneira, o dessoramento do coágulo, que é uma etapa difícil de ser controlada no processo tradicional, passa a ser feita no próprio leite antes da coagulação, diminuindo, assim, as perdas e reduzindo a quantidade dos ingredientes a serem adicionados e, portanto, os custos de fabricação (VAN DENDER et al., 1999; MORTENSEN, 1992).

O emprego desse método na indústria queijeira aponta, ainda, vantagens, como aumento do rendimento do queijo, economia de espaço e equipamentos, devido à manipulação de um volume menor de matéria-prima e de soro produzido, à economia de mão-de-obra e à diminuição da contaminação dos resíduos industriais por conter menos matéria orgânica no

filtrado da ultrafiltração, em comparação com o soro produzido na fabricação tradicional do queijo (REAL DEL SOL et al., 1993).

No Brasil, um tipo de queijo Minas Frescal vem sendo produzido comercialmente por ultrafiltração desde 1988 e tem sido bem-aceito pelo mercado consumidor, apesar de ser muito diferente do produto tradicional, principalmente quanto ao sabor e à consistência (Mortensen, 1992, citado por VAN DENDER, 1999).

O uso de ultrafiltração na indústria de laticínios vem aumentando, consideravelmente, durante os últimos 20 anos, especialmente na área de fabricação de queijo. A tecnologia de ultrafiltração tem sido usada com sucesso na fabricação de queijos de alta umidade, como Feta, Camembert, Quarg, “Cream-cheese” e queijo “Cottage”, bem como na padronização do leite para fabricação de uma série de variedades de queijo (WAUNGANA et al., 1998).

Segundo FIL-IDF (1981), citado por RIBEIRO (1989), a ultrafiltração é definida como um processo de separação por membrana, dirigido por um gradiente de pressão, no qual a membrana fraciona os componentes de um líquido em função de seus tamanhos solvatados e estruturas.

Segundo PINHEIRO (1996), a ultrafiltração é um processo que permite a separação de macromoléculas (concentração de proteínas) sem que ocorra alteração do produto. A retenção de alguns componentes e a passagem de outros através dessa peneira molecular resultam numa partição dos componentes do alimento água e solutos como lactose, sais solúveis e nitrogênio não-protéico, que, por se tratarem de moléculas relativamente pequenas, atravessam a membrana ou peneira molecular, constituindo o permeado ou ultrafiltrado, enquanto partículas e moléculas de maior tamanho (glóbulos de gordura, proteína e sais minerais) são retidas, constituindo o retentado ou concentrado.

Uma membrana típica para ultrafiltração do leite é permeável a qualquer substância com um peso molecular menor do que 10,000 dáltons. Para o leite, a lactose, que tem peso molecular de 342 dáltons, passa através da membrana e a lactalbumina, com peso molecular de 14,200 dáltons, é retida. Compostos de nitrogênio não-protéico são de baixo peso molecular, portanto passam para o permeado (ZWIJGERS, 1992).

Uma das principais vantagens da tecnologia de ultrafiltração é a habilidade para concentrar as proteínas do soro, lactalbumina e lactoglobulina. Essas proteínas são normalmente perdidas no soro proveniente do processo tradicional de fabricação de queijos, e, como sua presença no leite pode ser tão alta quanto 0,6%, esta é uma perda significativa da fração total de proteínas.

Estima-se que o rendimento em queijos macios fabricados de retentato ultrafiltrado pode ser aumentado em até 10–12%, em comparação com o processo tradicional, dependendo naturalmente do fator de concentração empregado. O grau de concentração, referido como Fator de Concentração (FC), é calculado com base no volume do retentato em função do volume inicial de leite (BIRD,1996). Dessa forma, ocorre um aumento no rendimento devido à retenção das proteínas solúveis (proteínas do soro) na massa e ao uso de uma menor quantidade de coalho. O ultrafiltrado (novo soro ou permeado) contém, praticamente, nenhuma proteína do leite, e assim seu poder de poluição, ou seja, sua demanda biológica de oxigênio (DBO), é apenas 80% da DBO do soro obtido pelo processo tradicional. O permeado tem um pH idêntico ao do leite (6,5 a 6,7) e pode ser coletado sob condições assépticas e, assim, conter, inicialmente, nenhum ou poucos microrganismos, sendo mais fácil processá-lo do que ao soro tradicional (MAUBOIS e MOCQUOT, 1975; EL-GAZZAR et al., 1991).

O aumento do rendimento foi observado em vários tipos de queijos, por exemplo Quarg e queijo fresco, Camembert, Blue Cheese, Mussarela e Saint Paulin, quando o queijo é fabricado com leite concentrado por ultrafiltração (JAMESON,1983). Referente a tal assunto, esse incremento no rendimento é, geralmente, um dos pontos citados e marcantes na literatura (BEATON, 1979; GREEN et al., 1984; KOSIKOWSKI, 1986; FURTADO e PARTRIDGE, 1988; LELIEVRE, 1988; SARKAR e MISRA, 1994; RATTRAY e JELEN, 1996).

De acordo com NOVAK (1992), o uso do processo de membrana para separação e concentração parcial da proteína e frações protéicas é baseado nas diferenças das características físicas (peso molecular) dos componentes do leite. Como resultado, o estado original da proteína não é alterado, e os parâmetros do processo podem ser selecionados para minimizar o prejuízo para os parâmetros nutritivos dos concentrados protéicos.

A ultrafiltração só é economicamente viável quando se operam grandes volumes de leite, destinado à produção de derivados e ao aproveitamento do soro de queijo, que deixa de contribuir para a poluição dos cursos de água.

O soro pode ser definido como “a fração solúvel do leite que é separada da caseína durante a produção do queijo” (AGUILERA, 1995) ou como “subproduto do leite obtido durante a produção de queijo ou de caseína” (USDEC,1997). O seu potencial de poluição é aproximadamente 100 vezes maior do que o de um esgoto, portanto uma fábrica com produção média de 300.000 litros de soro de queijo por dia polui o equivalente a uma cidade de 150.000 habitantes (RALPH,1982).

Segundo Webb e Whhittier (1970), citados por JELEN (1979), 100 kg de soro líquido, contendo aproximadamente 3,5 kg de demanda biológica de oxigênio (DBO) e 6,8 kg de demanda química de oxigênio (DQO), têm poder de poluição equivalente a detritos produzidos por 45 pessoas. Ainda, esse chamado desperdício contém, aproximadamente, 20% da proteína do leite, quase todo o açúcar deste, e, no total, aproximadamente 50% de todos os nutrientes consumidos normalmente no leite (JELEN,1979). No entanto, torna-se importante ressaltar que a quantidade de leite processado anualmente na forma de queijos, no Brasil, é de aproximadamente 750 milhões de litros, o que corresponde, pelo menos, a uma produção de 550 milhões de litros de soro, traduzindo em 3.800 toneladas anuais de proteínas do mais alto valor biológico, as quais determinam uma altíssima DBO (MORETTI,1995). Tal dejetos, quando lançado em rios de pequeno porte, acarreta poluição suficiente para matar grande número de peixes, produzindo, conseqüentemente, odores desagradáveis (JELEN, 1979).

As questões ambientais vêm ganhando importância crescente nos últimos anos devido à crescente preocupação das empresas em reduzir o impacto ambiental, decorrente dos seus processos industriais, bem como ao processo de mobilização e conscientização dos consumidores, que passaram a exigir produtos em conformidade com as normas de proteção ao meio ambiente e, principalmente, devido à pressão que as instituições de proteção ambiental e órgãos de fiscalização têm feito sobre toda a indústria (SEBRAE,1997).

Apesar de todas as vantagens da fabricação do queijo Minas Frescal por ultrafiltração do leite, este processo possui custo elevado, devido ao alto investimento em membranas e demais equipamentos, incluindo ainda a manutenção destes, inviabilizando sua produção por pequenas e médias indústrias ou até mesmo adicionando um custo considerável na produção das grandes empresas.

Levando em consideração a queda das fronteiras alfandegárias, a implantação do MERCOSUL e a redução das alíquotas de importação da maioria dos gêneros alimentícios originários de outros países, nossa indústria deve mobilizar-se em direção a uma produção economicamente mais competitiva, visando à obtenção de produtos de melhor qualidade. Nessa busca, torna-se imprescindível a adoção de novas tecnologias de fabricação, para uma melhor adequação e competitividade da nossa produção industrial (BOGHOSSIAN, 1995).

A produção de um queijo fresco sem exsudação de soro, com as vantagens já relacionadas, e sem os altos custos do método de ultrafiltração se constitui, pois, em uma meta que poderá propiciar também às pequenas e médias indústrias a obtenção de um queijo com ótimo rendimento e diminuição dos níveis de poluição causado pelo descarte do soro.

Devido às considerações anteriormente citadas, este trabalho teve por objetivo principal avaliar o uso de um concentrado protéico do leite para obtenção de um queijo Minas Frescal com qualidades semelhantes ou melhores do que aqueles obtidos pelo processo de ultrafiltração.

2.6. Concentrado protéico do leite

O concentrado protéico do leite é um ingrediente funcional com composição padronizada para ser usado como uma nova fonte de proteínas na produção de produtos alimentícios. Proteínas do leite são ingredientes valiosos que são capazes não apenas de substituir outras proteínas, mas também de enriquecer e melhorar a qualidade dos produtos alimentícios (GETLER,1997).

Desde 1990, existe no Brasil um registro SIPA/DIPOA do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária que permite o uso do concentrado de proteínas do leite nos processos de fermentação do leite para obtenção de iogurtes, queijos maduros, queijos frescos e alguns tipos de gelados (Brasil, MARA,

1990, citado por TADINI et al.,1997). A fabricação de queijos com adição de concentrados protéicos do leite vem ganhando espaço na indústria de produtos lácteos, por apresentar maior rendimento e melhor qualidade (TADINI et al., 1997).

Como um resultado de pesquisa conduzida nos últimos anos, os concentrados protéicos do leite com diferentes teores de proteína têm sido produzidos por ultrafiltração com diversos propósitos. De acordo com as recomendações para padronização dentro da nomenclatura da IDF, os termos “concentrado protéico do leite” (CPL) e “proteína do leite” (PL) serão usados para produtos com um teor de proteína de 50-85% e acima de 85%, respectivamente, se forem produzidos usando o processo de separação por membrana (NOVAK, 1992; ROSENBERG,1995).

CPL com definida propriedade funcional é um “produto de proteína do leite”, o qual é produzido a partir do leite parcialmente desnatado ou leite desnatado, pelo tratamento térmico (HTST, UHT), pela remoção parcial de lactose e minerais, pela concentração de proteína realizada pelo processo de separação por membrana – UF, algumas vezes com o uso de diafiltração, e pela remoção de água por evaporação, “spray-drying” ou “freeze-drying”.

O concentrado obtido contém a caseína e as proteínas do soro nas suas proporções originais, estando a caseína na forma micelar e as proteínas do soro, na configuração natural. O conteúdo de cinzas é relativamente alto, desde que os minerais ligados às proteínas sejam retidos (NOVAK, 1992; VARNAM,1996). O concentrado protéico do leite é caracterizado por altos níveis de cálcio micelar, conferindo-lhe estabilidade ao calor e propriedades emulsificantes e um valor nutricional elevado. A fração mineral consiste, principalmente, de cálcio e fosfato presente como fosfato de cálcio coloidal na micela da caseína.

O uso industrial do CPL tem sido indicado para produtos cárneos, produtos lácteos, produtos de padaria e sobremesas geladas (NOVAK,1992; ZWIJGERS,1992; HUFFMAN et al., 1999).

As quantidades dos componentes do leite que permanecem no concentrado e suas proporções dependem do ponto de corte (porosidade) da membrana, da taxa de concentração da ultrafiltração e do grau de diafiltração (DF). Os componentes principais são proteínas, minerais ligados à proteína

(Ca, P, Zn), lactose e lipídeos. O teor de proteína do CPL pode ser selecionado na faixa de 50-90% de proteínas por extrato seco (NOVAK, 1992).

Para que se obtenha um teor protéico na matéria seca maior do que 65%, a etapa de diafiltração é necessária no processo de filtração. Pela adição de água, o conteúdo de lactose, sal e outras moléculas pequenas é retirado, aumentando, dessa forma, o teor de proteína no produto final (GETLER et al., 1996).

A diafiltração é um processo pelo qual a água é adicionada ao retentado para diluir a concentração de cinzas e lactose na fase aquosa e em seguida, durante a próxima passagem através da membrana, o retentado resultante terá um conteúdo mais baixo em lactose e cinzas (BIRD, 1996).

A seqüência operacional da tecnologia de produção, que inclui ultrafiltração, evaporação e secagem, está representada na Figura 2. Concentrado protéico do leite e a proteína do leite com um conteúdo protéico de 50-90% do total de sólidos podem ser produzidos por esse processo com a taxa original de caseína/soroproteínas, dependendo dos parâmetros escolhidos para os processos de ultrafiltração e diafiltração (NOVAK, 1992; GETLER, 1997).

Os fatores tecnológicos mais importantes que afetam a qualidade do CPL são a qualidade do material cru e o seu tratamento térmico, o grau de concentração da proteína, os parâmetros dos processos de remoção de água e os parâmetros da estocagem final do produto.

As propriedades funcionais e a qualidade do CPL em pó são determinadas pela natureza e combinação dessas etapas de produção. O processo de ultrafiltração determina a composição do pó, uma vez que a combinação da ultrafiltração com pasteurização, evaporação e secagem determina a qualidade bacteriológica desse pó.

Com um aumento na demanda para esse tipo de produto no futuro é provável que a procura por CPL com funcionalidades constante e específica aumentará (OSTERLAND, 1994).

Dessa forma, com a constante necessidade de crescimento, inovação e competição, seria de grande relevância para a indústria laticinista brasileira o desenvolvimento dessa nova tecnologia, que, além de possuir a série de vantagens já mencionadas, permitiria à indústria agregar valor ao seu produto e obter melhor competitividade no mercado.

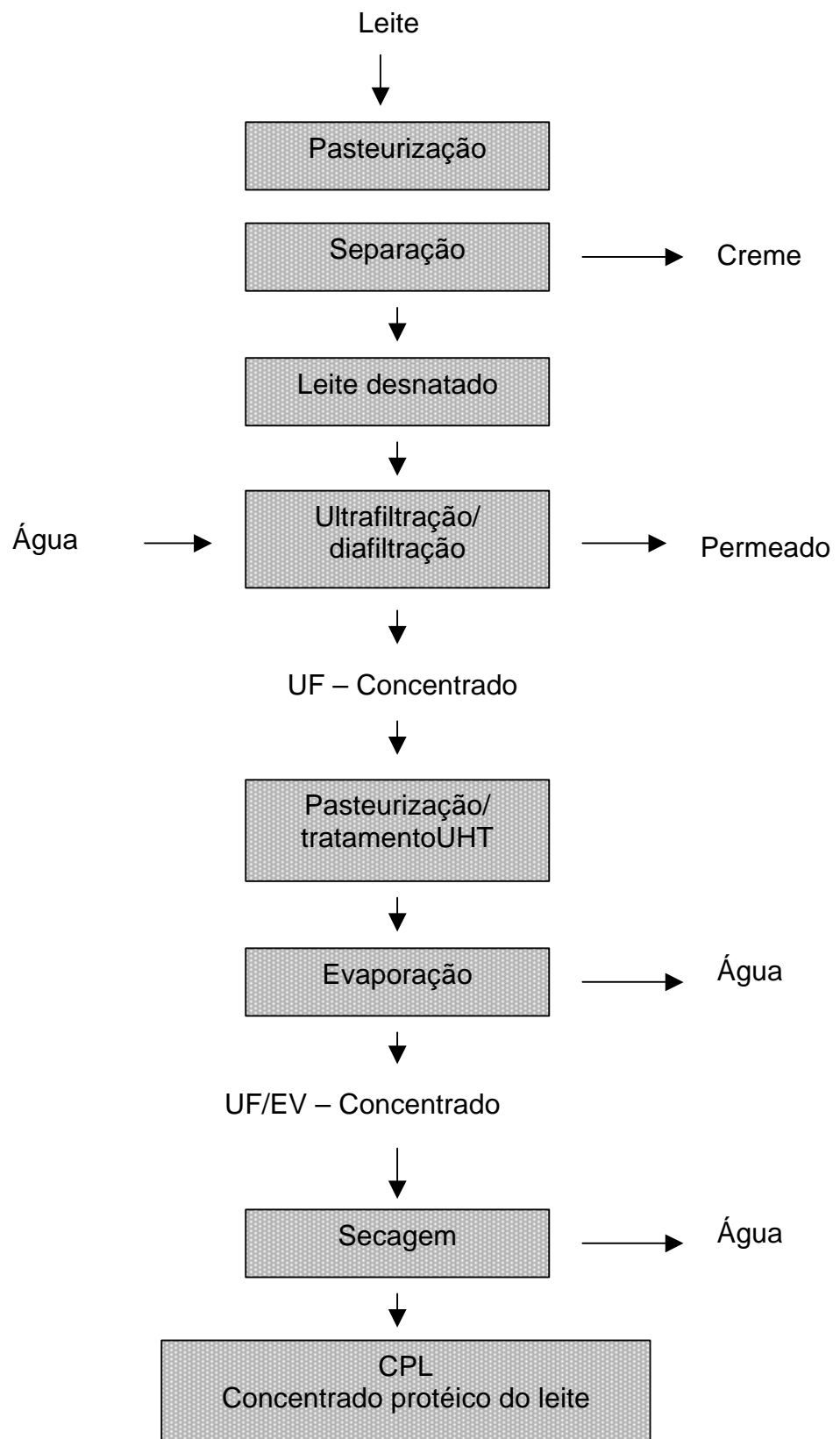


Figura 2 – Diagrama esquemático do processo de fabricação do CPL.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na Usina-Piloto de Laticínios da Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE) e no Laboratório de Leite e Derivados do Departamento de Tecnologia de Alimentos, ambos situados no “Campus” da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

3.1. Fabricação do queijo Minas Frescal com a utilização de concentrado protéico do leite

Elaboraram-se os queijos de acordo com a metodologia indicada pela New Zealand Milk Products (NZMP). Foram feitas algumas adaptações no processo, baseando-se na realidade da Usina-Piloto de Laticínios. O triblender para mistura do concentrado protéico foi substituído pela máquina Stephan e o tanque, encamisado por uma cuba de aço inoxidável com capacidade para 30 litros, em banho-maria.

Os fluxogramas de fabricação do queijo Minas Frescal encontram-se na Figura 3.

O leite utilizado foi fornecido pela FUNARBE e o concentrado protéico do leite para produzir queijo fresco sem separação de soro, fornecido pela NZMP, tendo este as características apresentadas no Quadro 1.

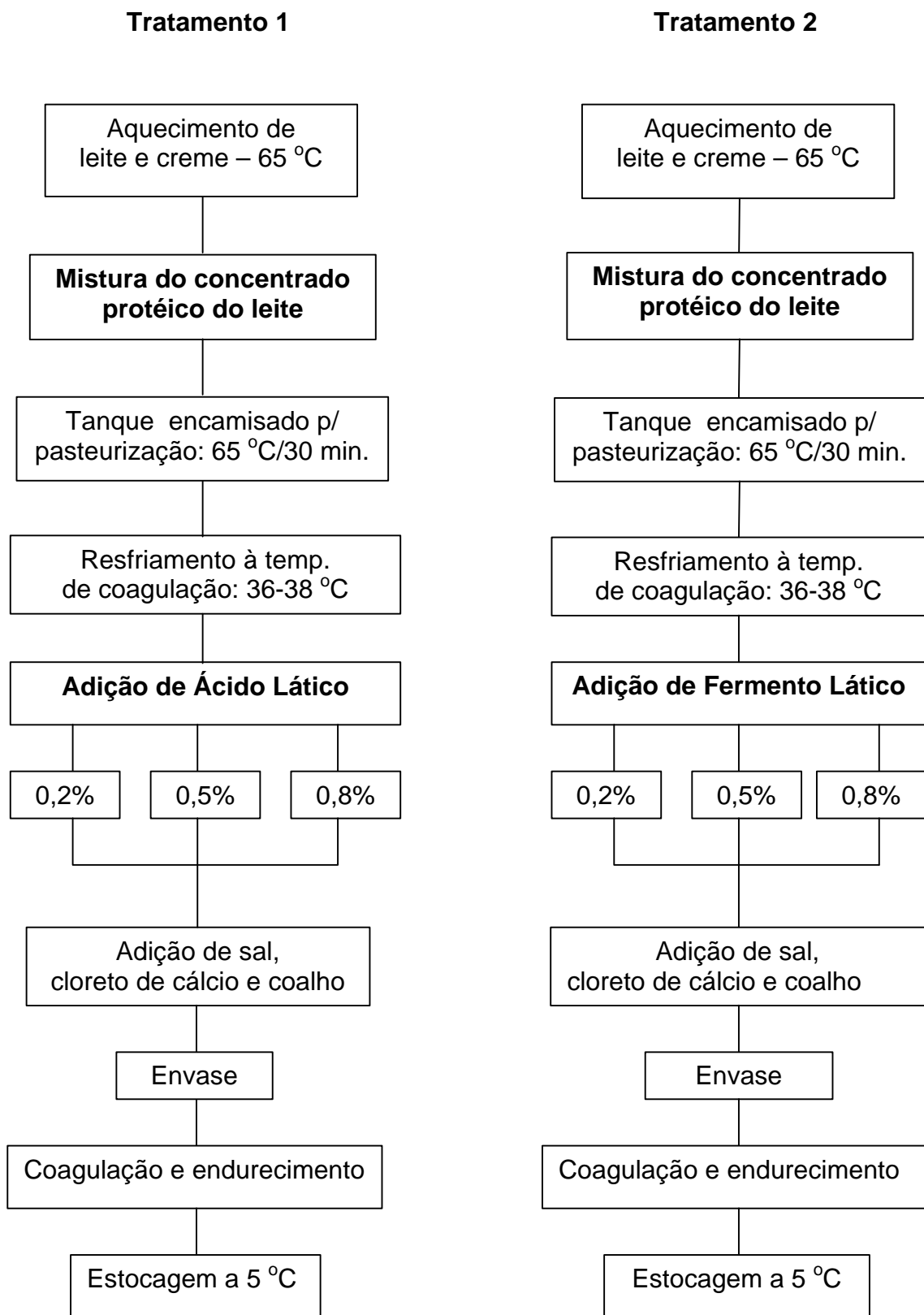


Figura 3 – Fluxograma de fabricação do queijo Minas Frescal.

Quadro 1 – Características do concentrado protéico do leite

Composição Típica	%
Proteína (N x 6,38)	74,6
Carboidratos	13,0
Gordura	1,4
Umidade	4,1
Cinzas	7,0
Características Físicas	
Cor	Creme
Sabor	Suave
Sedimentos	Disco A
Características Microbiológicas	
Contagem total (/g)	<10.000
Coliformes (/g)	Negativo
<i>Staphylococcus aureus</i> (/g)	Negativo
Fungos filamentosos e leveduras (/g)	<100
Listeria (/25 g)	Negativo
Salmonela (/750 g)	Negativo

Fonte: New Zealand Milk Products.

Neste novo processo de fabricação do queijo com o concentrado protéico do leite foi avaliado o efeito do processo de acidificação: ácido láctico – AL (tratamento 1) e fermento láctico – FL (tratamento 2), ambos com três concentrações (0,2%, 0,5% e 0,8%) e três repetições.

O ácido láctico 85% foi diluído para 10% em solução aquosa. A diluição em água destilada é necessária para prevenir a precipitação de proteínas (Furtado et al., 1980, citados por CAMPOS e VIOTTO,1999).

O fermento láctico tipo “O” (*Lactococcus lactis subsp lactis* e *Lactococcus lactis subsp cremoris*) utilizado no tratamento FL foi fornecido pelo Laboratório de Culturas Lácticas do Departamento de Tecnologia de Alimentos (UFV).

O fermento, antes de sua utilização, foi ativado por meio de três repicagens consecutivas em tubos contendo 20 mL de leite desnatado reconstituído 10% e esterilizado, utilizando-se 1% de inóculo, seguido de

incubação a 37 °C/24 horas. Usou-se coalho líquido (CHY-MAX/CHR-HANSEN), com poder coagulante de 570 IMCU/mL.

Os outros ingredientes empregados na fabricação do queijo estão listados no Quadro 2.

Quadro 2 – Ingredientes utilizados na fabricação do queijo, além do ácido láctico e fermento láctico

Ingredientes	%
Leite com 3,4% de gordura	24,7
Creme com 35% de gordura	45,5
Concentrado protéico do leite	17,6
Sal	1,3
Cloreto de cálcio	0,02
Coalho	0,007
Água (dissolver e diluir ingredientes)	10,873
Total	100

No final da fabricação, os queijos foram envasados diretamente em potes de 500 g e, após a coagulação, levados à geladeira, à temperatura de 7 °C \pm 2, para análises posteriores.

3.2. Análises físico-químicas

3.2.1. Delineamento experimental

O experimento foi montado segundo o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas um esquema fatorial 2 x 3 (dois tipos de acidificação, ambos com três níveis de concentrações), e nas subparcelas os dias de estocagem (5,15, 25, 35 e 45) após a fabricação, no delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três repetições.

Os dados foram analisados por meio das análises de variância (ANOVA) e regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas usando o teste F a 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste F no nível de 5% de probabilidade; no coeficiente de determinação; e no fenômeno em estudo.

3.2.2. Leite pasteurizado

O leite pasteurizado empregado na fabricação dos queijos foi analisado quanto à:

- Acidez Dornic (RICHARDSON,1985).
- Potencial hidrogeniônico (pH) (FIL – IDF, 115 a, 1989).
- Teor de gordura (RICHARDSON,1985).
- Crioscopia (PEREIRA et al., 1993).
- Densidade (BRASIL,1981).
- Extrato seco total e desengordurado (AOAC,1998).

3.2.3. Queijo após cinco dias de estocagem

O queijo Minas Frescal foi submetido às seguintes análises após cinco dias de fabricação:

- Umidade, teor de gordura, cloreto de sódio e compostos nitrogenados (SILVA et al., 2001).

3.2.4. Queijo aos 5, 15, 25, 35 e 45 dias de estocagem

A avaliação do queijo, aos 5, 15, 25, 35 e 45 dias da fabricação, foi realizada quanto a:

- Acidez, potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio total, % de nitrogênio solúvel a pH 4,6 (% de NS a pH 4,6) e % de nitrogênio solúvel em TCA 12% (% de NS em TCA 12%) (SILVA et al., 2001).

Além das avaliações citadas, foram indiretamente determinados nos queijos:

- Sal na umidade (FURTADO e LOURENÇO NETO, 1994).
- Gordura no extrato seco (SILVA et al., 2001).
- Relações % de NS a pH 4,6/NT (índice de maturação) e % de NS em TCA 12%/NT (índice de proteólise) (WOFSCHOON-POMBO, 1983).

3.3. Análises microbiológicas

3.3.1. Leite pasteurizado

O leite pasteurizado utilizado na fabricação dos queijos foi analisado quanto à:

- Contagem de coliformes totais e contagem de mesófilos aeróbios (MARSHALL,1992).

3.3.2. Queijo aos 5 e 25 dias de estocagem

Os queijos foram analisados quanto a:

- Contagem total de microrganismos mesófilos aeróbios, contagem de psicrotóxicos, contagem de fungos filamentosos e leveduras e contagem de coliformes totais (MARSHALL,1992).

3.4. Rendimento

O rendimento foi feito levando-se em conta o peso líquido dos queijos fabricados com o concentrado protéico do leite. Com o peso líquido médio para cada repetição, calculou-se a percentagem de rendimento considerando 15 kg de mistura inicial.

3.5. Custo de matéria-prima do queijo Minas Frescal fabricado com concentrado protéico do leite

O custo de matéria-prima por quilo de queijo foi calculado a partir da percentagem dos ingredientes usados na mistura, tomando-se por base os preços individuais dos componentes.

3.6. Acompanhamento e avaliação da qualidade do queijo Minas Frescal produzido por ultrafiltração, coletados no mercado

Foram coletadas no mercado três marcas (A, B e C) de queijos frescos fabricados pelo processo de ultrafiltração do leite, com a mesma data de fabricação.

Os queijos foram avaliados através das mesmas análises físico-químicas e microbiológicas dos fabricados com o concentrado de proteínas do leite, visando conhecer melhor as características desses queijos.

Essa avaliação tornou-se importante, no intuito de obter dados para efeito de comparação com os queijos produzidos pelo novo processo e, ainda, servir como subsídio para a revisão de literatura, visto que há pouca bibliografia a respeito desse assunto.

O experimento foi montado segundo um esquema de parcela subdividida, tendo nas parcelas as marcas e nas subparcelas os dias, no delineamento inteiramente casualizado, com duas repetições.

Os dados foram analisados por meio das análises de variância (ANOVA) e regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas usando-se o teste F a 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste F no nível de 5% de probabilidade; no coeficiente de determinação; e no fenômeno em estudo.

3.7. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada na terceira repetição dos tratamentos AL e FL, e, depois, o queijo que obteve maior nota, ou seja, o nível da concentração com maior aceitação de cada tratamento, foi avaliado diante dos queijos coletados no mercado. A análise sensorial consistiu de três etapas:

- Avaliação do queijo que obteve maior nota do tratamento AL.
- Avaliação do queijo que obteve maior nota do tratamento FL.
- Avaliação simultânea das cinco amostras – tratamento AL, tratamento FL, marca A, marca B e marca C.

Em cada etapa foi apresentada uma ficha de respostas a 50 provadores não-treinados, com a escala hedônica de nove pontos, variando de gostei extremamente a desgostei extremamente, de acordo com CHAVES e SPROESSER (1996) (Figura 4). Cada provador recebeu, na bandeja, uma ficha para cada amostra, a qual foi codificada com números de três dígitos e colocada em cabines individuais.

Nome:.....Data:.....
1) Por favor, prove a amostra e marque com um X uma das alternativas na escala abaixo:
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

Figura 4 – Ficha de respostas do teste de aceitação.

As folhas de respostas foram organizadas, sendo a classificação dos julgadores transformada em valores numéricos, para análise dos resultados (CHAVES e SPROESSER, 1996).

3.7.1. Delineamento experimental da análise sensorial dos queijos experimentais

Para análise sensorial, o experimento foi montado segundo um esquema fatorial 2 x 3 (dois tipos de acidificação, ambos com três níveis de concentração), no delineamento em blocos casualizados (DBC), com 50 repetições (provadores).

Os dados foram interpretados por meio de análises de variância e regressão. As médias do fator qualitativo foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, e para o fator quantitativo os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, no coeficiente de determinação e no fenômeno em estudo.

3.7.2. Delineamento experimental da análise sensorial dos queijos experimentais junto com os das marcas A, B e C

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, com cinco tipos de queijos e 50 repetições (provadores). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises do leite pasteurizado utilizado na fabricação

4.1.1. Análises físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas do leite pasteurizado empregado na fabricação dos queijos Minas Frescal estão apresentados no Quadro 3.

Como pode ser observado nesse quadro, o leite pasteurizado utilizado apresentou-se dentro de padrões considerados normais, não exibindo grandes variações, que poderiam ocasionar alterações perceptíveis durante o processamento ou no produto final.

As características físico-químicas do leite mostraram-se dentro das especificações utilizadas e recomendadas por FURTADO e LOURENÇO NETO (1994).

O teor de gordura do leite foi padronizado para 3,4%, variando ligeiramente devido à padronização manual, que dificulta uma precisão maior, sendo a acidez, o pH, a densidade e a gordura considerados normais. A média dos valores de crioscopia apresentou-se um pouco baixa, mas, segundo PINHEIRO e MOSQUIM (1991), é tida como normal em relação à média crioscópica dos leites da região de Viçosa.

Quadro 3 – Valores médios e desvios-padrão das análises do leite pasteurizado empregado na fabricação do queijo Minas Frescal, para os respectivos tratamentos

Análises	Tratamento AL	Tratamento FL
pH	6,59 ± 0,0070	6,60 ± 0,0070
Acidez (°D)	15,8 ± 0,2800	15,8 ± 0,2800
Densidade (g/L)	1,031 ± 0,2000	1,031 ± 0,2000
Gordura (%)	3,43 ± 0,1000	3,40 ± 0,0020
Crioscopia (°H)	- 0,531 ± 0,0010	- 0,531 ± 0,0020

Análise em duplicata de três repetições.

4.1.2. Análises microbiológicas

De acordo com a Instrução Normativa N^o 51, de 18 de setembro de 2002, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, citada pela NOVA LEGISLAÇÃO DE PRODUTOS LÁCTEOS (2002), as contagens de coliformes totais (NMP/mL) e mesófilos aeróbios (ufc/mL) estão abaixo do valor de “m”, que indica o número máximo de contagem microbiana em que o leite ainda se encontra dentro dos padrões de qualidade microbiológica, estabelecidos para o leite pasteurizado tipo C.

4.2. Análise composicional do queijo Minas Frescal

Os resultados da análise composicional dos queijos Minas Frescal obtidos pelos tratamentos AL e FL estão apresentados no Quadro 4.

As análises de gordura, gordura no extrato seco (GES), umidade, sal e sal na umidade foram realizadas em duplicata, para as três repetições dos tratamentos AL e FL, nas respectivas concentrações, no quinto dia de fabricação, por se tratar de características que supostamente não deveriam variar durante o período de estabilização. Para essas análises, fizeram estudos estatísticos descritivos, já que não foram acompanhadas ao longo do período de estocagem.

Quadro 4 – Valores médios e desvios-padrão das combinações de concentração (C) com os tratamentos estudados, para a composição físico-química do queijo Minas Frescal, após cinco dias de estocagem

	C = 0,2	C = 0,5	C = 0,8
Gordura			
AL	17,50 ± 0,50	17,50 ± 0,50	17,33 ± 0,57
FL	17,66 ± 0,28	17,66 ± 0,28	17,50 ± 0,00
GES*			
AL	42,24 ± 1,08	42,52 ± 1,07	42,05 ± 1,39
FL	42,79 ± 0,68	43,27 ± 1,34	42,05 ± 0,07
Umidade			
AL	58,57 ± 0,28	58,84 ± 0,34	59,60 ± 0,03
FL	58,71 ± 0,01	59,16 ± 0,64	58,38 ± 0,06
Sal			
AL	1,55 ± 0,05	1,55 ± 0,05	1,55 ± 0,05
FL	1,55 ± 0,05	1,55 ± 0,05	1,56 ± 0,05
Sal na umidade			
AL	2,64 ± 0,07	2,63 ± 0,07	2,59 ± 0,08
FL	2,63 ± 0,08	2,61 ± 0,10	2,68 ± 0,09

Análise em duplicata de três repetições.

* GES – Gordura no extrato seco.

A média do teor de gordura do tratamento FL ficou ligeiramente acima da média do tratamento AL, mas a de ambos os tratamentos situou-se ligeiramente abaixo dos valores encontrados nos queijos Minas Frescal fabricados por meio de ultrafiltração, produzidos por VIEIRA et al. (1984). Porém, está dentro do limite recomendado para o queijo Minas Frescal tradicional, que, segundo FURTADO e LOURENÇO NETO (1994), é de 17-19%.

A média dos teores de umidade para o tratamento FL foi ligeiramente inferior ao tratamento AL, mas a média de ambos os tratamentos situou-se um pouco abaixo dos valores encontrados por VAN DENDER et al. (1999) e abaixo da faixa considerada ideal para o queijo Minas Frescal obtido por ultrafiltração, de acordo com VIEIRA et al. (1984). Com relação ao Minas Frescal tradicional, o teor de umidade apresentou-se acima da faixa esperada, de acordo com FURTADO e LOURENÇO NETO (1994), que é de 55-58%.

O queijo ultrafiltrado apresenta um teor de umidade maior devido à absorção de água pelas soroproteínas retidas nas membranas do sistema de ultrafiltração. Provavelmente, isso ocorreu também com o queijo fabricado com o concentrado protéico do leite, já que esse concentrado contém também as soroproteínas.

Essa capacidade aumenta com o incremento do fator de concentração no processo de ultrafiltração, como foi observado por REAL del SOL (1993).

O teor de sal nos dois tratamentos foi um pouco abaixo do encontrado por VIEIRA et al. (1984) no queijo ultrafiltrado, porém está dentro da faixa recomendada por FURTADO e LOUREÇO NETO (1994) para o queijo tradicional, que é de 1,4-1,6%.

4.3. Análises do queijo Minas Frescal fabricado com concentrado protéico do leite, durante o período de estocagem

4.3.1. Análises físico-químicas

Com a finalidade de estudar o comportamento da composição dos queijos produzidos em razão dos tratamentos aplicados, das concentrações e do período de estocagem, foi feita a análise de variância das seguintes variáveis: pH, acidez titulável, nitrogênio solúvel a pH 4,6 e nitrogênio solúvel em TCA 12%.

O resumo da análise de variância encontra-se no Quadro 5.

4.3.1.1. pH

No Quadro 5, observa-se que houve efeito ($P < 0,01$) do tipo de acidificação (A) e período de estocagem (dias) e, ainda, da interação destes, o que evidencia que os tratamentos e os dias não atuam independentemente.

Na Figura 5, verifica-se que houve redução nos valores de pH com o aumento do período de estocagem do produto (dias).

Observa-se que cada dia acrescentado ao período de estocagem representa uma redução de 0,0313 no valor de pH dos queijos fabricados com fermento láctico e de 0,0241 dos fabricados com ácido láctico. Essa redução é bem mais lenta quando comparada com a de 0,0832 do queijo Minas Frescal tradicional, conforme pesquisa realizada por NASCIMENTO (2001).

Quadro 5 – Resumo da análise de variância das variáveis pH, acidez titulável, % de nitrogênio solúvel a pH 4,6 e % de nitrogênio solúvel em TCA 12%, em razão dos tipos de acidificação (A), das concentrações (C) e do período de estocagem, em dias (D)

FV	GL	Quadrados Médios			
		PH	Acidez	% NS a pH 4,6	% NS em TCA 12%
Acidificação (A)	1	8,457868**	5,083262**	19,017810**	102,6610**
Concentração (C)	2	0,056023 ^{ns}	0,032951 ^{ns}	2,480796 ^{ns}	0,439271 ^{ns}
C*A	2	0,018254 ^{ns}	0,012296 ^{ns}	0,669516 ^{ns}	0,295182 ^{ns}
Res (a)	12	0,081778	0,012610	0,967965	0,916749
Dias (D)	4	3,572412**	1,106178**	225,0573**	41,63293**
D*A	4	0,392773**	0,284725**	11,334350**	12,79924**
D*C	8	0,009283 ^{ns}	0,004244 ^{ns}	0,645750 ^{ns}	0,405241 ^{ns}
D*C*A	8	0,012547 ^{ns}	0,003087 ^{ns}	1,574364**	0,102773 ^{ns}
Res (b)	48	0,026788	0,004205	0,383653	0,371177
CV (%) parcela		4,91	22,49	5,33	16,02
CV (%) subparcela		2,81	12,99	3,35	10,19

** F significativo a 1% de probabilidade.

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade.

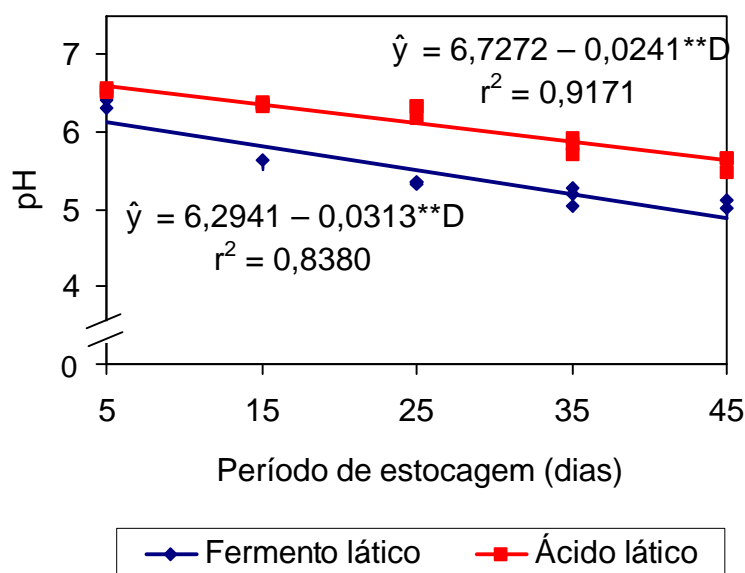


Figura 5 – Estimativa do pH (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) do queijo Minas Frescal, nos respectivos tipos de acidificação.

Os valores de pH encontrados nos queijos fabricados com concentrado protéico do leite são mais altos do que os valores esperados nos queijos tradicionais, que, segundo FURTADO e LOURENÇO NETO (1994), estão na faixa de 5,0-5,3 para queijos com fermento láctico e de 6,1-6,3 para queijos com ácido láctico. De acordo com VAN DENDER (1999), esse comportamento ocorreu também nos queijos de ultrafiltração.

O pH mais alto e a sua redução menos acentuada nos queijos fabricados com concentrado protéico do leite e por ultrafiltração do leite são atribuídos ao maior poder tamponante, respectivamente, do concentrado e do retentato final em relação ao leite, devido à concentração de proteínas e de sais insolúveis que ocorre com os processos de concentração e ultrafiltração. Citação a respeito dessa capacidade tamponante pode ser encontrada em vários trabalhos, por exemplo em LAWRENCE (1989) e BUIJSSE (2001).

4.3.1.2. Acidez

Verifica-se, no Quadro 5, que houve efeito do tipo de acidificação, do período de estocagem e da interação período de estocagem e tipo de acidificação ($P < 0,01$).

O teor de ácido láctico variou também em razão do período de estocagem para cada tipo de acidificação, como pode ser observado na Figura 6. À medida que aumentou o período de estocagem, elevou-se o teor de ácido láctico. Tal comportamento tem estreita relação com os observados na variação da acidez titulável. Apesar de não existir perfeita relação entre acidez e pH, a inversa proporcionalidade entre eles é conhecida.

Observa-se que a cada dia de estocagem, tanto para fermento láctico quanto para ácido láctico, ocorreram aumentos de 0,0223% e 0,0088%, respectivamente.

O teor de acidez encontrado nos queijos fabricados com concentrado protéico do leite foi consideravelmente mais baixo do que os dos queijos de ultrafiltração obtidos por VAN DENDER et al. (1999) e VIEIRA et al. (1984).

Essa diferença na acidez pode ser explicada pelas variações nos parâmetros tecnológicos, a exemplo da pré-maturação do fermento antes do acréscimo do restante dos ingredientes, que ocorre na fabricação citada por esses autores.

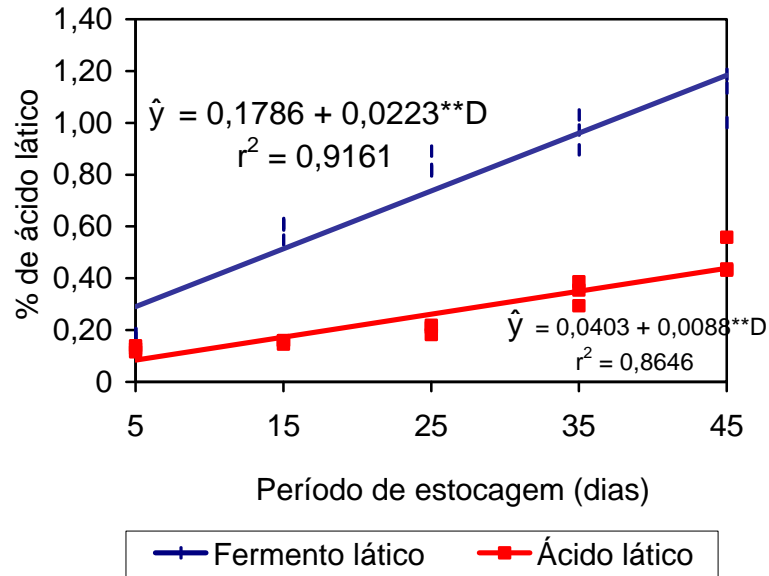


Figura 6 – Estimativa do teor de ácido láctico (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) do queijo Minas Frescal, nos respectivos tipos de acidificação.

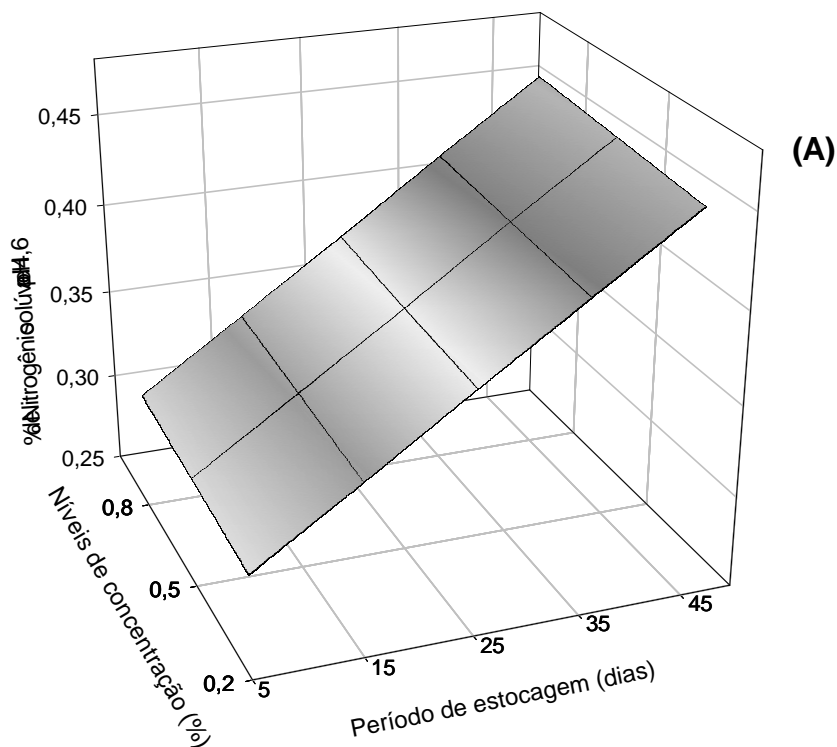
4.3.1.3. Nitrogênio solúvel a pH 4,6

Pela análise de variância dos resultados (Quadro 5), verificou-se que houve efeito do tipo de acidificação, do período de estocagem e das interações período de estocagem x tipo de acidificação e período de estocagem x níveis de concentração x tipo de acidificação ($P < 0,01$). Dessa forma, as equações de regressão ajustadas terão uma variável resposta em função de duas variáveis, como pode ser observado na Figura 7.

O percentual de nitrogênio solúvel a pH 4,6 é empregado no cálculo do índice de maturação ($\% NS_{4,6} / NT$).

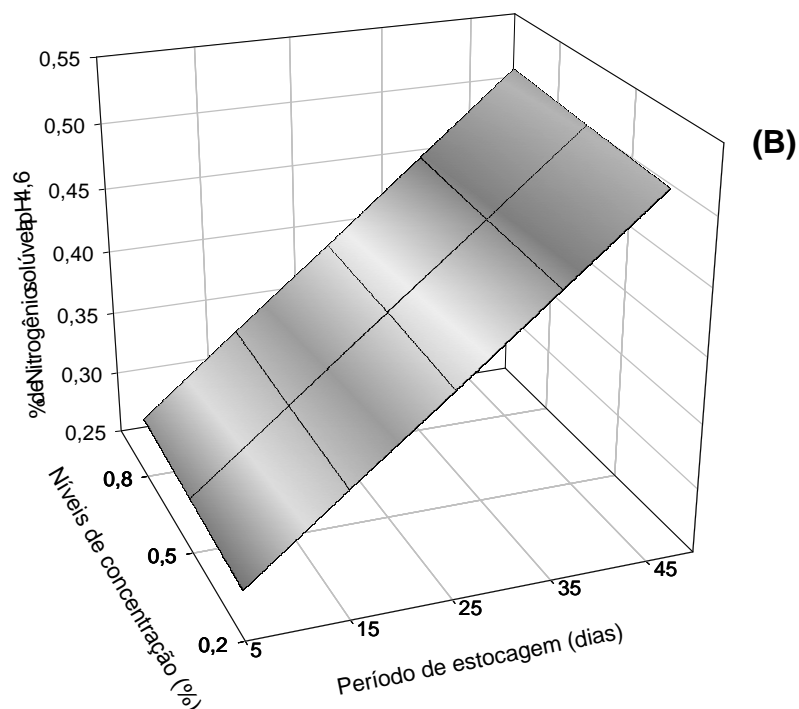
O índice de maturação refere-se à quantidade de substâncias nitrogenadas solúveis acumuladas no queijo durante o período de maturação, ou de armazenamento no caso do queijo Minas Frescal, principalmente devido à ação proteolítica das enzimas do coalho sobre a caseína, liberando peptídios de alto peso molecular (WOLFSCHOON-POMBO e LIMA, 1989).

Os valores da % de NS a pH 4,6, encontrados neste trabalho para ambos os tratamentos, estão um pouco abaixo daqueles obtidos por VAN DENDER et al. (1999) para os queijos de ultrafiltração, diferença que pode ser



$$\hat{y} = 0,2860 + 0,0130^{****}C + 0,0037^{**}D$$

$$R^2 = 0,892$$



$$\hat{y} = 0,2565 + 0,0151^{***}C + 0,0059^{**}D$$

$$R^2 = 0,9511$$

Figura 7 – Estimativa da percentagem de nitrogênio solúvel a pH 4,6 (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) e dos níveis de concentração (C), do queijo Minas Frescal, nos respectivos tipos de acidificação: ácido láctico (A) e fermento láctico (B).

proveniente das variações no processo de fabricação. Com relação ao queijo Minas Frescal tradicional, os valores percentuais de NS a pH 4,6, tanto para os queijos fabricados com concentrado protéico do leite quanto para os de ultrafiltração, situam-se acima daqueles conseguidos por VAN DENDER et al. (1999), NASCIMENTO (2001) e outros.

Fixando os tipos de acidificação, estudou-se a variável % de NS a pH 4,6, em função da concentração e do período de estocagem, e os modelos que melhor se ajustaram encontram-se na Figura 7.

Verifica-se que, tanto para fermento láctico quanto para ácido láctico, a variável tem um comportamento linear em função da concentração e do período de estocagem, e, à medida que aumenta o período de estocagem, a concentração também aumenta a % de NS a pH 4,6. Mantendo-se constante a concentração, à medida que varia um dia no período de estocagem há uma mudança na % de NS a pH 4,6 de 0,0059% para fermento láctico e de 0,0037% para ácido láctico.

As maiores % de NS a pH 4,6 encontram-se nas maiores combinações da concentração e no período de estocagem, em ambos os tipos de acidificação. Essa evolução de ambos os tratamentos na % NS a pH 4,6 indica a atividade residual do coalho sobre as caseínas.

4.3.1.4. Nitrogênio solúvel em TCA 12%

Pela análise de variância dos resultados (Quadro 5), verificou-se que houve efeito ($P < 0,01$) dos tipos de acidificação, do período de estocagem e da interação entre os tipos de acidificação x período de estocagem.

O percentual de nitrogênio solúvel em TCA 12% é empregado no cálculo do índice de profundidade da proteólise ($\% NS_{TCA} / NT$).

O índice de profundidade da proteólise refere-se à quantidade de substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular (aminoácidos, oligopeptídeos, aminas etc.) que são liberadas como resultado da ação proteolítica de enzimas bacterianas provenientes dos microrganismos que compõem o fermento láctico (WOLFSCHOON-POMBO e LIMA, 1989).

Observa-se na Figura 8 que, à medida que aumenta o período de estocagem, aumenta também a % NS em TCA 12% em ambos os tipos de acidificação.

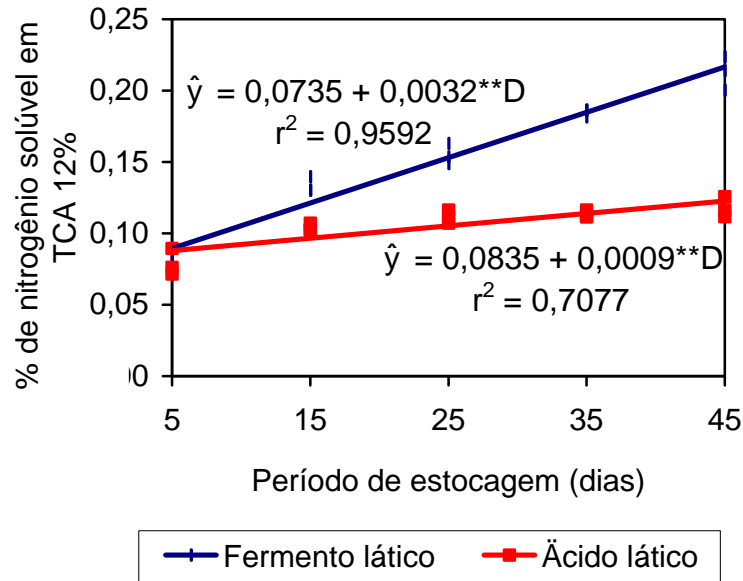


Figura 8 – Estimativa da porcentagem de nitrogênio solúvel em TCA 12% (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) do queijo Minas Frescal, nos respectivos tipos de acidificação.

De acordo com a Figura 8, houve acréscimo no índice de profundidade de proteólise, a cada período de armazenamento, de 0,0009% nos queijos AL e de 0,0032% nos queijos FL. Observa-se, nessa figura, que o aumento da % NS em TCA 12% é maior nos queijos FL devido à ação das enzimas do fermento láctico, as quais não se encontram nos queijos AL.

Quanto maiores a atividade dessas enzimas e o tempo de estabilização, mais intensa será a formação de aminoácidos e os compostos nitrogenados de baixo peso molecular e maior o índice de proteólise (MUKHERJEE e HUTKINS, 1994).

4.3.2. Análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas dos queijos do tratamento AL encontram-se no Quadro 6.

Para a microbiota de mesófilos aeróbios e psicotróficos, os valores encontrados no 5^o dia tiveram aumentos de 3,7 e 1,7 ciclos log, respectivamente, no 25^o dia. No caso dos microrganismos psicotróficos, esse aumento foi maior em relação aos queijos fabricados com fermento láctico.

Quadro 6 – Log decimal da contagem total de microrganismos mesófilos aeróbios, psicrotróficos, fungos filamentosos e leveduras e coliformes totais nos queijos fabricados com o concentrado protéico do leite e com a adição de ácido láctico

Período de Estocagem (dias)	Concentração	Microrganismos			
		Mesófilos Aeróbios (ufc/g)	Psicrotróficos (ufc/g)	Fungos e Leveduras (ufc/g)	Coliformes Totais (NMP/g)
5	0,2	3,46	3,93	2,75	0,47
5	0,5	3,74	4,20	2,70	0,78
5	0,8	3,63	4,07	2,82	1,23
25	0,2	6,92	5,90	3,00	2,52
25	0,5	6,98	5,92	3,01	2,64
25	0,8	8,01	5,44	3,46	2,50

* Valores médios de três repetições.

De acordo com a Portaria nº 146/96, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, os valores da contagem de coliformes totais no quinto dia estão abaixo do número mínimo de microrganismos e, no 25º dia, entre o número mínimo (m) e o número máximo (M) de microrganismos e, ainda, os valores de fungos e leveduras estão entre m e M. O resultado indica uma possível condição de higiene e sanitização insatisfatória. Dessa forma, os queijos fabricados com ácido láctico também estariam impróprios para consumo.

Os resultados das análises microbiológicas dos queijos do tratamento FL encontram-se no Quadro 7.

Os valores médios da contagem de psicrotróficos tiveram aumento de 0,5 ciclo log no 25º dia em relação ao quinto dia de estocagem.

De acordo com a Portaria nº 146/96, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a contagem de coliformes totais está abaixo do valor de “m” no quinto dia e, já no 25º dia, entre o valor de “m” e o limite marginal (M). Isso indica uma possível condição de higiene e sanitização insatisfatória e, ainda, uma pós-contaminação, tornando, dessa forma, o queijo fabricado com fermento láctico impróprio para o consumo, uma vez que existe a possibilidade de riscos à saúde do consumidor.

Quadro 7 – Log decimal da contagem total de microrganismos psicrotróficos, fungos filamentosos e leveduras e coliformes totais nos queijos fabricados com o concentrado protéico do leite e com a adição de fermento láctico

Período de Estocagem (dias)	Concentração	Microrganismos		
		Psicrotróficos (ufc/g)	Fungos e Leveduras (ufc/g)	Coliformes Totais (NMP/g)
5	0,2	3,46	2,70	1,08
5	0,5	3,00	3,00	1,70
5	0,8	3,41	2,91	1,67
25	0,2	3,85	2,75	2,40
25	0,5	3,81	2,65	2,73
25	0,8	3,77	2,70	2,68

* Valores médios de três repetições.

No quinto dia foi realizada a contagem de coliformes fecais dos queijos de ambos os tratamentos, e encontrou-se um valor de <3 NMP/g, estando, assim, de acordo com a Portaria nº 146/96, em relação a esse grupo microbiano.

Vários fatores podem ter contribuído para tal contaminação. O trabalho de pesquisa realizado em pequena escala e com um processo manual pode estar mais sujeito a contaminações do que em grande escala, em que normalmente existe um processo mais mecanizado, contínuo e fechado.

De acordo com os resultados obtidos por SALUSTIANO (2002), a respeito da microbiota do ar de ambientes de processamento na indústria de laticínios, as contagens médias de mesófilos aeróbios e fungos filamentosos e leveduras em todos os ambientes, inclusive na sala de processamento de queijos, estiveram acima da recomendação da APHA (American Public Health Association). Esses dados significam mais um fundamento que pode ter contribuído para a contaminação encontrada nos queijos deste experimento.

4.4. Análise sensorial dos queijos

A análise sensorial dos tipos de acidificação foi o teste de aceitação, no 10º dia após a fabricação dos queijos.

A análise de variância dos resultados (Quadro 8) indicou que houve efeito dos tipos de acidificação (A) e de concentração (C) ($P < 0,01$), mas não houve efeito da interação entre os tipos de acidificação e as concentrações.

Quadro 8 – Resumo da análise de variância do teste de aceitação

FV	GL	QM
Provador	49	5,0723
Acidificação (A)	1	22,4132 **
Concentração (C)	2	14,1033 **
A*C	2	4,7433 ^{ns}
Resíduo	245	2,2363
CV (%)		22,36

** F significativo a 1% de probabilidade.

ns F não-significativo a 5% de probabilidade.

Apesar de não haver efeito da interação, foi realizado o seu desdobramento para o teste de aceitação, independentemente de ser ou não-significativo devido ao interesse em estudo.

No Quadro 9, verifica-se que, à exceção da concentração de 0,2%, houve diferença em relação à aceitação entre os tipos de acidificação ($P < 0,05$), tendo sido encontradas as maiores notas para os queijos fabricados com ácido láctico, em que o queijo AL 0,5 obteve maior nota, correspondendo na escala hedônica ao intervalo "gostei moderadamente" a "gostei muito".

Em estudos com o queijo Minas Frescal tradicional, como o de CASAGRANDE e WOLFSCHOON-POMBO (1988), verificou-se que os queijos fabricados com ácido láctico tiveram maior aceitação do que aqueles com fermento láctico, o que foi observado também com relação aos queijos Minas Frescal fabricados com concentrado protéico do leite.

Quadro 9 – Valores médios da aceitabilidade sensorial dos tipos de acidificação e concentrações

C	AL	FL
0,2%	7,08 a	7,02 a
0,5%	7,16 a	6,26 a
0,8%	6,64 a	5,96 a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

De acordo com Casagrande e Wolfschoon-Pombo (1988), citados por NASCIMENTO (2001), a degradação mais branda da lactose confere um sabor mais suave aos queijos, devido ao menor acúmulo de ácido láctico e ao maior valor de pH, sendo parcialmente responsáveis pela maior preferência do consumidor pelos queijos fabricados com ácido láctico.

A degradação das proteínas é de grande importância para o desenvolvimento das características sensoriais dos queijos (SILVA e ISEPON, 1998), porém a alta umidade do queijo Minas Frescal impulsiona os fenômenos enzimáticos e bioquímicos, tornando o produto inaceitável para o consumo devido ao gosto acentuadamente ácido e à textura pastosa (Rossi et al., 1998, citados por NASCIMENTO, 2001).

No Quadro 10, encontram-se as equações de regressão do teste de média da aceitação em função das concentrações dos respectivos tipos de acidificação. Verifica-se, nesse quadro, que, à medida que aumentam os níveis de concentração, diminuem as notas para ambos os tipos de acidificação, em menor grau para o tratamento com ácido láctico.

Quadro 10 – Equações de regressão ajustadas da variável nota, em função da concentração dos respectivos tipos de acidificação e dos coeficientes de determinação

Tipos de Fermentação	Variável	Equações Ajustadas	r ²
AL	nota	$\hat{y} = 7,29667 - 1,7666^{**}C$	0,94
FL	nota	$\hat{y} = 7,32667 - 0,73333^{***}C$	0,62

*** significativo a 10% de probabilidade.

** significativo a 1% de probabilidade.

4.5. Rendimento

O rendimento dos queijos fabricados com o concentrado protéico do leite deveria ser de 100%, visto que não existe perda de soro no processo.

O rendimento médio de 95,65%, como demonstrado no Quadro 11, foi devido à perda de mistura que ficou aderida à superfície da máquina Stephan, utilizada para a mistura dos ingredientes, e de utensílios empregados durante o processo de fabricação do queijo.

Quadro 11 – Peso líquido médio por repetição dos queijos fabricados com concentrado protéico do leite

Repetição	Peso (g)	Rendimento (%)
1	14.435,15	96,23
2	14.245,50	94,23
3	14.362,20	95,74
\bar{X}	14.347,60	95,65

* Cada média é proveniente de 30 observações.

4.6. Custo de matéria-prima do queijo fabricado com o concentrado protéico do leite

Apresenta-se, no Quadro 12, o custo do quilo de queijo fabricado com concentrado protéico do leite, relativo à matéria-prima utilizada na formulação da mistura.

O preço encontrado por quilo de queijo foi de R\$5,40, já deduzidas as perdas ocorridas durante o processo de mistura dos ingredientes na máquina Stephan e no equipamento de pasteurização descontínuo. Supondo que para cobrir os custos operacionais e de comercialização o preço de venda fosse correspondente ao dobro do da matéria-prima dispendida, ou seja, R\$10,80/kg de queijo, esse valor estaria muito próximo do de venda ao consumidor do queijo fabricado pelo processo de ultrafiltração existente no mercado, que é de R\$16,00/kg, de acordo com pesquisa feita no mercado de Belo Horizonte.

Quadro 12 – Custo de matéria-prima do queijo fabricado com o concentrado protéico do leite

Ingredientes	%	R\$/kg	Preço dos Ingredientes (R\$)
Leite pasteurizado (3,4% G)	24,7	0,58	0,1433
Creme (34% G)	45,5	3,50	0,2320
Concentrado protéico do leite	17,6	18,07	3,18
Sal	1,3	0,44	0,0057
Cloreto de cálcio	0,02	1,36	0,00027
Coalho	0,007	93,40	0,0065
Ácido láctico	0,1	4,00	0,032
Água	10,773	0,00048	0,000052
Total			4,96
Preço real (deduzido de perdas)			5,40

Considerando-se uma margem de 30% de lucro auferido pelo varejista, o preço de venda no atacado do queijo fabricado por ultrafiltração seria em torno de R\$11,20.

Considerando-se que a utilização de concentrado protéico de leite na fabricação de queijos elimina uma série de etapas no processo (recepção e beneficiamento do leite pelas usinas), reduz custos com estocagem a frio, permite uma melhor utilização de equipamentos – aumentando a capacidade de processamento da usina – e diminui custos de mão-de-obra, seu uso poderia ser aproveitado por indústrias que não dispõem de capacidade de investimento para aquisição de equipamentos de ultrafiltração. Dessa forma, essas indústrias poderiam elaborar um queijo com características semelhantes às do elaborado pelo processo de ultrafiltração sem, contudo, investir em equipamentos de alto custo.

4.7. Análises do queijo Minas Frescal fabricado por ultrafiltração e coletado no mercado

4.7.1. Análise composicional

Os resultados da análise composicional dos queijos Minas Frescal de três diferentes marcas comerciais coletados no mercado estão dispostos no Quadro 13.

Quadro 13 – Valores médios e desvios-padrão da composição físico-química dos queijos Minas Frescal comerciais

Análises (%)	Marca A	Marca B	Marca C
Gordura	15,25 ± 0,35	16,25 ± 0,35	15,0 ± 0,00
GES *	43,98 ± 1,70	45,50 ± 0,93	45,80 ± 1,07
Umidade	65,45 ± 0,33	64,10 ± 0,29	67,24 ± 0,76
Sal	1,47 ± 0,35	1,40 ± 0,00	1,37 ± 0,35
Sal na umidade	2,25 ± 0,42	2,18 ± 0,10	2,04 ± 0,29

Análise em duplicata de três repetições.

* GES – Gordura no extrato seco.

As análises foram realizadas no quinto dia após a fabricação dos três queijos, uma vez suposto que tais características não variam durante o período de estocagem.

Os teores de gordura das três marcas situaram-se bem abaixo dos valores encontrados nos queijos Minas Frescal experimentais fabricados por ultrafiltração, obtidos por VIEIRA et al. (1984), e dos observados em dois produtos comerciais obtidos por VAN DENDER et al. (1999). Com relação aos queijos fabricados com concentrado protéico do leite em estudo no presente trabalho, os teores de gordura dos queijos comerciais, embora próximos, ficaram abaixo dos daqueles, bem como abaixo da faixa recomendada para o queijo Minas Frescal tradicional, que, segundo FURTADO e LOURENÇO NETO (1994), é de 17-19%.

O teor de umidade nas marcas A e B situou-se próximo ao valor encontrado (64,63%) por VAN DENDER et al. (1999) em queijos ultrafiltrados comerciais e acima do da marca C. As três marcas apresentaram teor de umidade superior aos teores encontrados por VIEIRA et al. (1984) e aos obtidos neste trabalho nos queijos fabricados com concentrado protéico do leite. Com relação ao queijo Minas Frescal tradicional, o teor de umidade nas três marcas apresentou-se bem acima da faixa esperada, segundo FURTADO e LOURENÇO NETO (1994), que é de 55% a 58%. O teor de umidade maior para os queijos ultrafiltrados é devido à retenção das soroproteínas nestes, o que aumenta sua capacidade de retenção de água.

O teor de sal foi abaixo do encontrado por VIEIRA et al. (1984) e dos valores obtidos neste trabalho nos queijos fabricados com concentrado protéico do leite.

4.7.2. Análises físico-químicas

Com o objetivo de analisar o comportamento da composição dos queijos coletados no mercado em função do período de estocagem, foi feita a análise de variância das seguintes variáveis: pH, acidez titulável, % de nitrogênio solúvel a pH 4,6 e % de nitrogênio solúvel em TCA 12%.

O resumo da análise de variância encontra-se no Quadro 14.

Quadro 14 – Resumo da análise de variância das variáveis pH, acidez titulável, % de NS a pH 4,6 e % de NS em TCA 12%, em função das marcas (M) e do período de estocagem em dias (D)

FV	GL	Quadrados Médios			
		pH	Acidez	% NS a pH 4,6	% NS em TCA 12%
Marcas (M)	2	0,021720**	0,001375 ^{ns}	0,046479**	0,001082 ^{ns}
Res (a)	3	0,003040	0,000448	0,000132	0,000281
Dias (D)	4	0,007921**	0,001066**	0,005361**	0,003164**
M x D	8	0,000599*	0,000652**	0,000677**	0,000108 ^{ns}
Res (b)	12	0,000140	0,000052	0,000045	0,000114
CV (%) parcela		0,80	14,91	5,13	16,88
CV (%) subparcela		0,17	5,12	3,01	10,75

** F significativo a 1% de probabilidade.

ns F não-significativo a 5% de probabilidade.

Independentemente de a interação ser ou não significativa, optou-se pelo seu desdobramento. Os resultados do estudo das variáveis em função do período de estocagem (dias) das respectivas marcas encontram-se no Quadro 15.

Quadro 15 – Equações de regressão ajustadas das variáveis pH, acidez titulável, % de NS a pH 4,6 e % de NS em TCA 12%, em função do período de estocagem em dias (D), das respectivas marcas e dos coeficientes de determinação

Marca	Variáveis	Equações Ajustadas	r ²
A	pH	$\hat{y} = 6,8632 - 0,00205^{**} D$	0,95
	Acidez	$\hat{y} = 0,071301 + 0,005832^{**} D + 0,000082^{**} D^2$	0,83
	% de NS a pH 4,6	$\hat{y} = 0,184565 + 0,002337^{**} D$	0,93
	% de NS em TCA 12%	$\hat{y} = 0,052847 + 0,001386^{**} D$	0,99
B	pH	$\hat{y} = 6,91175 - 0,00135^{**} D$	0,86
	Acidez	$\hat{y} = 0,1284$	-
	% de NS a pH 4,6	$\hat{y} = 0,220065 + 0,002395^{**} D$	0,83
	% de NS em TCA 12%	$\hat{y} = 0,073665 + 0,001177^{**} D$	0,80
C	pH	$\hat{y} = 6,97825 - 0,00305^{**} D$	0,80
	Acidez	$\hat{y} = 0,1485$	-
	% de NS a pH 4,6	$\hat{y} = 0,12735 + 0,000881^{**} D$	0,97
	% de NS em TCA 12%	$\hat{y} = 0,064277 + 0,001718^{**} D$	0,95

4.7.2.1. pH

Na Figura 9, verifica-se uma pequena redução nos valores de pH com o aumento do período de estocagem do produto (dias). Verifica-se, também, que a cada dia de estocagem das marcas A, B e C ocorreram diminuições de 0,00205%, 0,00135% e 0,00305%, respectivamente (Quadro 15).

Os valores de pH encontrados nos queijos das marcas A, B e C até 45 dias de estocagem foram maiores do que os de pH após cinco dias de estocagem dos queijos fabricados com concentrado protéico do leite e do valor encontrado por VAN DENDER et al. (1999) no queijo ultrafiltrado comercial e também por VIEIRA et al. (1984) no queijo ultrafiltrado.

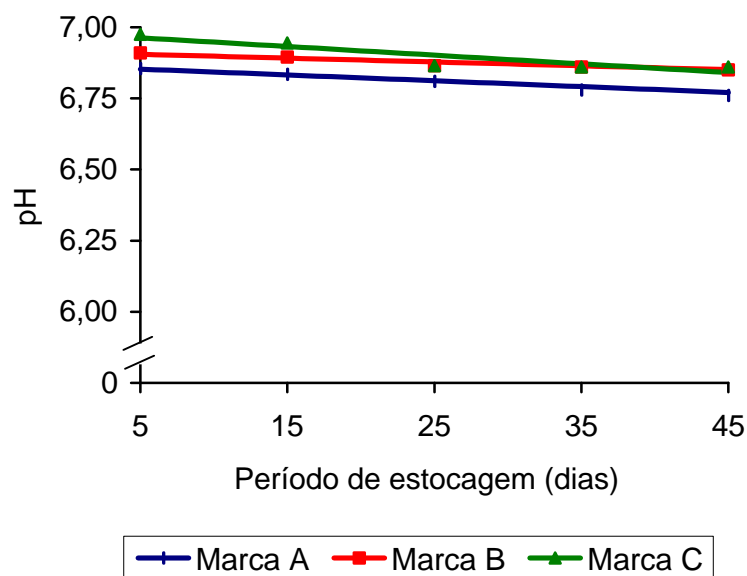


Figura 9 – Estimativa do pH (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) do queijo Minas Frescal, das respectivas marcas.

4.7.2.2. Acidez

Não se verificou efeito do período de estocagem (dias) na acidez das marcas B e C, tendo apenas observado efeito sobre a marca A, como pode ser visto na Figura 10.

A acidez, expressa em % de ácido láctico, apresentou valores até o 45^o dia de estocagem inferiores ao quinto dia de estocagem dos queijos fabricados com concentrado protéico do leite e também inferiores aos encontrados por VIEIRA et al. (1984). Apenas a marca A obteve um valor de acidez no quinto dia de estocagem mais próximo do encontrado por VAN DENDER et al. (1999) no queijo ultrafiltrado comercial.

Essa acidez constante durante o período de estocagem dos queijos Minas Frescal pode ser atribuída a um possível tratamento térmico aplicado após a embalagem do queijo hermeticamente, quando ocorreu a inativação de enzimas do coalho e das enzimas naturais do leite, diminuindo, dessa forma, a decomposição da lactose.

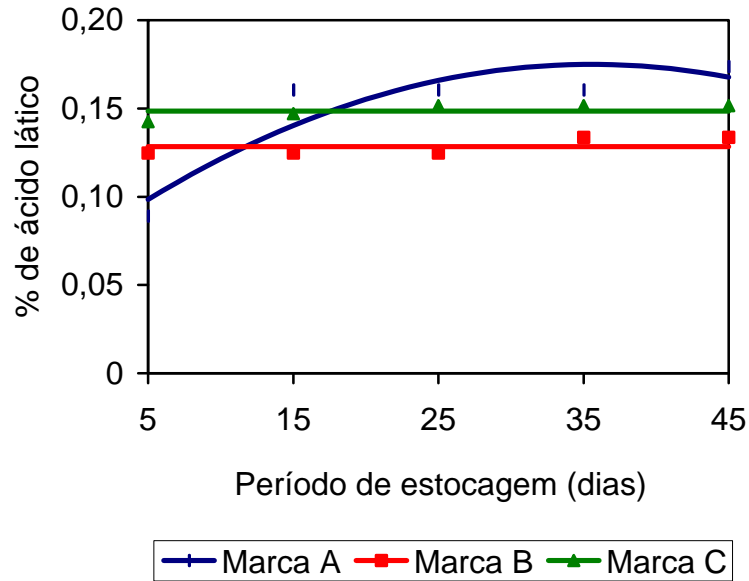


Figura 10 – Estimativa do teor de ácido láctico (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) do queijo Minas Frescal, das respectivas marcas.

4.7.2.3. Percentagem de nitrogênio solúvel a pH 4,6

O percentual de nitrogênio solúvel a pH 4,6 é empregado no cálculo do índice de maturação (% de NS a pH 4,6/NT). Esse percentual se elevou muito pouco com o aumento do período de estocagem do queijo, como pode ser observado na Figura 9. Essa pequena variação pode ser explicada pela inativação de enzimas do coalho e das enzimas naturais do leite, proveniente de um possível tratamento térmico aplicado ao queijo após a sua embalagem hermeticamente.

Observou-se que a cada dia de estocagem das marcas A, B e C ocorreram aumentos de 0,002337%, 0,002395% e 0,000881%, respectivamente, de nitrogênio solúvel nesses queijos (Quadro 15).

Os valores encontrados nos queijos das marcas A, B e C estavam bem abaixo daqueles obtidos por VAN DENDER et al. (1999) nos queijos ultrafiltrados, e os valores no 45^o dia de estocagem se aproximaram dos do quinto dia de estocagem dos queijos fabricados com concentrado protéico do leite, relação essa que evidencia a baixa percentagem de nitrogênio solúvel a pH 4,6 nos queijos do mercado.

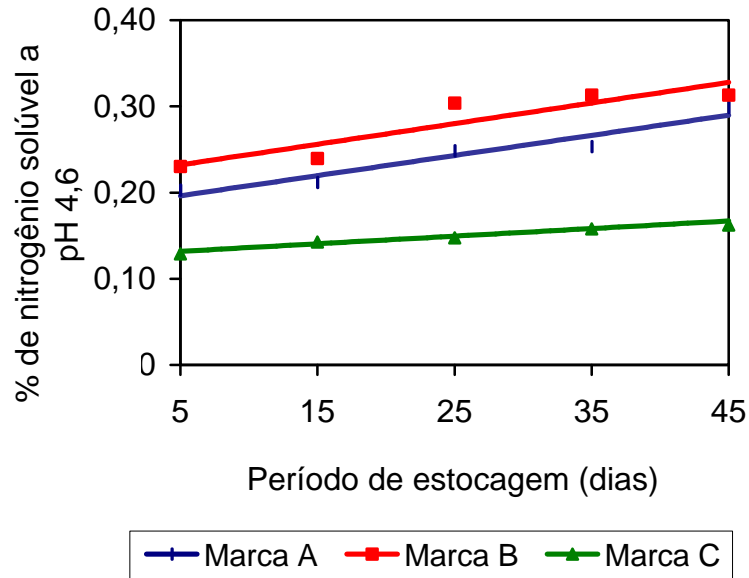


Figura 11 – Estimativa da porcentagem de nitrogênio solúvel a pH 4,6 (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) do queijo Minas Frescal, das respectivas marcas.

4.7.2.4. Percentagem de nitrogênio solúvel em TCA 12%

O percentual de nitrogênio solúvel em TCA 12% é empregado no cálculo do índice de profundidade da proteólise (% de NS em TCA 12%/NT). De acordo com a Figura 12, esse percentual se elevou pouco com o aumento do período de estocagem do queijo. Isso pode ser explicado pela ausência de fermento láctico nesses queijos do mercado, pois são as enzimas do fermento as maiores responsáveis pela liberação de substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular.

Os valores encontrados estão abaixo daqueles dos queijos de ultrafiltração e acima de um valor do queijo comercial, segundo dados obtidos por VAN DENDER et al. (1999).

Com relação aos queijos fabricados com concentrado protéico do leite do presente trabalho, os valores obtidos estão abaixo dos dos queijos fabricados com fermento láctico e próximos daqueles dos fabricados com ácido láctico.

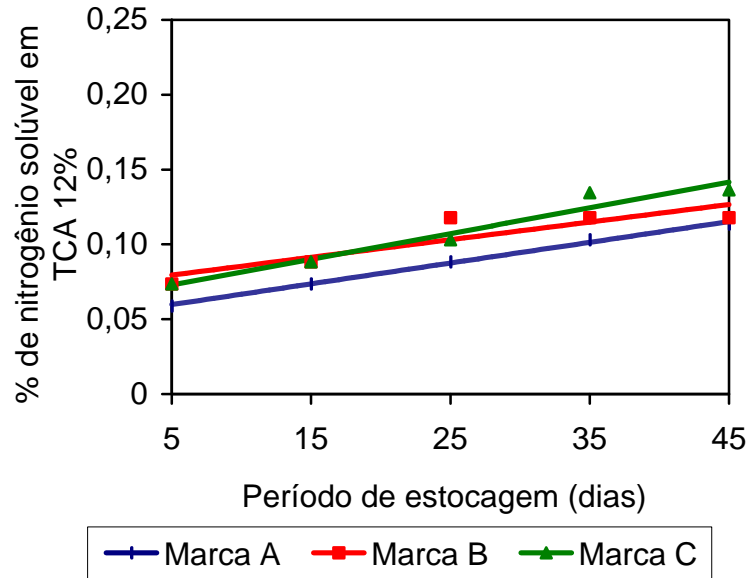


Figura 12 – Estimativa da porcentagem de nitrogênio solúvel em TCA 12% (\hat{y}), em função do período de estocagem (dias) do queijo Minas Frescal, das respectivas marcas.

4.7.3. Análises microbiológicas

A contagem de psicotrópicos e coliformes totais foi de $< 2,0$ ufc/g e < 3 NMP/g, respectivamente, durante o período de estocagem (5, 15, 25, 35 e 45 dias) das marcas A, B e C. No quinto dia foi realizada a contagem de coliformes fecais, quanto se encontrou um valor de < 3 NMP/g em todos os queijos analisados.

Com relação aos microrganismos mesófilos aeróbios, aos fungos filamentosos e às leveduras, a contagem foi de $< 1,0$ ufc/g e $< 2,0$ ufc/g, respectivamente, até o 25^o dia de estocagem das três marcas. Quanto à contagem de fungos filamentosos e leveduras, houve aumento progressivo no 35^o e 45^o dia e também na contagem de mesófilos aeróbios, nesses tempos, nas marcas A e C.

Esses resultados microbiológicos indicam que os queijos fabricados por ultrafiltração das três diferentes marcas (A, B e C) se apresentaram em condições higiênicas satisfatórias, não oferecendo, portanto, risco à saúde do consumidor.

4.7.4. Análise sensorial dos queijos

Esta análise foi realizada para verificar a aceitação do consumidor quando colocadas juntas as amostras dos queijos das marcas A, B e C, bem como as amostras que obtiveram maior nota para os queijos fabricados com concentrado protéico do leite, ou seja, uma com fermento láctico e outra com ácido láctico. Para isso foi empregado o teste de aceitação, aplicado no 10º dia após a data de fabricação dos queijos.

Pela análise de variância dos resultados (Quadro 16), verificou-se efeito sobre os queijos avaliados (A, B, C, AL 0,5 e FL 0,2) ($P < 0,01$).

Quadro 16 – Resumo da análise de variância do teste de aceitação dos queijos avaliados (A, B, C, AL 0,5 e FL 0,2)

FV	GL	QM
Provador	49	4,8542
Queijos	4	10,4340 **
Resíduo	196	1,9707
CV (%)		19,98

** F significativo a 1% de probabilidade.

O queijo da marca B obteve maior aceitação que o com ácido láctico (AL 0,5), o da marca A e o com fermento láctico (FL 0,2) (Quadro 17). Os queijos que obtiveram maior nota foram das marcas B e C, ressaltando-se que o da marca C não diferiu estatisticamente dos queijos FL 0,2, AL 0,5 e da marca A. A pontuação média dos queijos das marcas B e C equivaleu, na ficha do teste de aceitação, ao intervalo da escala hedônica de “gostei moderadamente” a “gostei muito”.

Quadro 17 – Valores médios das notas do teste de aceitação dos queijos fabricados com ácido láctico e fermento láctico e coletados no mercado (A, B e C)

Queijos	Médias
B	7,66 a
C	7,36 a b
AL 0,5 *	6,72 b
A	6,72 b
FL 0,2 *	6,66 b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

* Escolhido pela melhor nota no teste de aceitação de cada tipo de acidificação.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Neste trabalho, apresentou-se uma nova alternativa de fabricação do queijo Minas Frescal com a utilização de um concentrado protéico do leite, quando foi avaliado também o efeito de dois tipos de acidificação (fermento láctico e ácido láctico – tratamentos) com três níveis de concentração para cada tratamento. Foram analisados, ainda, os queijos de três marcas comerciais (A, B e C) fabricados por ultrafiltração.

O experimento foi conduzido com três repetições, sendo cada análise realizada em duplicata. Todos os queijos, armazenados à temperatura de refrigeração, foram submetidos às análises físico-químicas no 5^o, 15^o, 25^o, 35^o e 45^o dia de estocagem e às análises da composição físico-química e de coliformes fecais apenas no quinto dia após a fabricação. As análises microbiológicas foram realizadas no 5^o e 25^o dia nos queijos experimentais e nos cinco tempos nos queijos ultrafiltrados coletados no mercado. Também, realizou-se a análise sensorial dos queijos fabricados com fermento láctico e ácido láctico e, depois, do queijo que obteve maior nota em cada tipo de acidificação, juntamente com os queijos das três marcas no 10^o dia após a fabricação, utilizando-se a escala hedônica.

Pelos resultados dessas avaliações, conclui-se que:

- Não houve efeito ($P < 0,01$) dos três níveis de concentração nos tratamentos com fermento láctico e ácido láctico.

- Os queijos experimentais fabricados tanto com fermento láctico quanto com ácido láctico apresentaram composição físico-química (gordura, GES, umidade, sal e sal na umidade) semelhante nas três concentrações avaliadas. Com referência aos queijos do mercado, observou-se uma variação na sua composição físico-química das marcas A, B e C.

- Os valores de pH dos queijos fabricados com concentrado protéico do leite foram mais altos e tiveram redução menor no decorrer do período de estocagem, comparados com os dos queijos tradicionais, o que se deve ao maior poder tamponante do concentrado protéico do leite. O pH dos queijos ultrafiltrados comerciais tiveram diminuição bem menor do que o dos queijos experimentais.

- A acidez dos queijos experimentais aumentou durante o período de estocagem. Como era esperado, a acidez foi maior nos queijos com fermento láctico do que com ácido láctico, ocorrendo o inverso com os valores de pH. Em relação aos queijos do mercado, a acidez variou apenas nos queijos da marca A, o que pode ter sido devido a um possível tratamento térmico após a embalagem dos queijos.

- A percentagem de nitrogênio solúvel a pH 4,6 dos queijos experimentais se elevou à medida que aumentaram o período de estocagem e a concentração. Essa evolução ocorreu em ambos os tratamentos, sendo maior nos queijos com ácido láctico. A % de NS a pH 4,6 situou-se acima dos valores encontrados no queijo Minas Frescal tradicional, visto aqueles possuírem maior concentração de proteínas, levando à liberação de mais substâncias nitrogenadas solúveis. Essa percentagem aumentou muito pouco nos queijos do mercado com o decorrer da estocagem, podendo ser proveniente da inativação de enzimas por um possível tratamento térmico.

- À medida que aumentou o período de estocagem, aumentou também a % de NS em TCA 12% em ambos os tratamentos, com maior intensidade nos queijos com fermento láctico, já que a ação das enzimas do fermento é de maior importância na liberação das substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular. Esse percentual se elevou muito pouco nos queijos do mercado, o que pode ter sido devido à ausência de fermento láctico nesses queijos.

- Os resultados da análise microbiológica indicaram condições de higiene e sanitização insatisfatórias dos queijos experimentais no 25^o dia de estocagem, o que impossibilitou um aumento maior na vida útil do produto. Com relação aos queijos do mercado, estes se apresentaram em condições higiênicas satisfatórias no 45^o dia de estocagem, mesmo as marcas com o prazo de validade vencido.

- Os queijos fabricados com ácido láctico obtiveram as maiores notas de aceitação, não havendo diferença entre os tipos de acidificação apenas na concentração de 0,2%. Verificou-se também que, à medida que aumentaram os níveis de concentração, diminuíram as notas hedônicas. Com base no teste de aceitação, ficou constatado ainda que os queijos com concentrado protéico do leite e os ultrafiltrados das marcas A e C não diferiram estatisticamente entre si ($P > 0,05$).

- O rendimento dos queijos fabricados com concentrado protéico do leite foi elevado, como era esperado, visto não haver perda do soro como no processo tradicional de fabricação do queijo Minas Frescal. A perda que justifica o rendimento médio de 95,65% foi devida à mistura que ficou aderida à superfície dos equipamentos e utensílios utilizados durante o processo de fabricação. O rendimento desse processo alternativo de fabricação do queijo Minas Frescal apresentado neste trabalho é um ponto de grande importância para se avaliar a viabilidade da inserção de um novo produto no mercado. Portanto, esse rendimento torna-se um fator favorável a esse novo processo.

- O custo de matéria-prima de R\$5,40/kg de queijo torna viável a fabricação do Minas Frescal com a utilização do concentrado protéico do leite, pois, mesmo dobrando esse valor para cobrir os demais custos e a margem de lucro, o preço desse queijo aproxima-se do preço do queijo ultrafiltrado existente no mercado, eliminando ainda o investimento elevado em equipamento, como o de ultrafiltração.

Portanto, observa-se que, com relação às características físico-químicas e sensoriais, os queijos experimentais obtiveram uma boa relação com os queijos ultrafiltrados do mercado, e, ainda, o rendimento e o custo da matéria-prima evidenciaram ser viável tal processo de fabricação.

Com base nessas conclusões, sugere-se avaliar esse processo num sistema contínuo e fechado, utilizando embalagem com um lacre de alumínio que impossibilite a entrada de possíveis contaminantes e, também, a aplicação de um tratamento térmico após a embalagem do produto, pois, para viabilizar totalmente esse novo processo, o produto precisa alcançar um padrão de qualidade microbiológica que garanta segurança para a saúde do consumidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, J.M. Gelation of whey proteins. **Food Technology**, october, p. 83-89, 1995.

ALVIM, I.; VALENTINO, C.; RODIGUES, W. S.; FERREIRA, C. L. L. F. Desempenho de bactérias lácticas em leite concentrado por ultrafiltração. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 1998, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, MG, v. 43, n. 258, p. 46-49, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJOS – ABIQ. **Produção brasileira de produtos lácteos em estabelecimentos sob inspeção federal**. São Paulo: ABIQ, 2003.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 16. ed. Gaithersburg, Maryland: Patricia Cunniff, 1998.

BANKS, J.M. Cheese. In: EARLY, R. (Ed.). **The technology of dairy products**. 2. ed. [S. l.]: Ed. Chapman & Hall, 1998. 446 p.

BARBANO, D.H.; RASMUSSEN, R. R. Cheese yield performance of fermentation produced chymosin and other milk coagulants. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 1, p. 1-2, jan. 1992.

BEATON, N.C. Ultrafiltration and reverse osmosis in the dairy industry – An introduction to sanitary considerations. **Journal of Food Protection**, v. 42, n. 7, p. 584-590, 1979.

BIRD, J. The application of membrane systems in the dairy industry. **Journal of the Society of Dairy Technology**, v. 49, n. 1, p. 16-22, 1996.

BOGHOSSIAN, A.R. **Uso de carragenas na fabricação de queijo tipo Minas Frescal**. Piracicaba, SP: USP, 1995. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes, II. Métodos físicos e químicos**. Brasília: M.A., 1981.

BUIJSSE, C.A.P. **Cheese from ultrafiltered milk** – Whey proteins and chymosin activity. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 1999. 163 f. Tese (Doutorado) – Wageningen Agricultural University, Wageningen.

CAMPOS, A.C.; VIOTTO, W.H. Rendimento de queijo Minas Frescal fabricado com ácido láctico e diferentes proporções de fermento láctico. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 1999, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, MG, v. 54, n. 309, 1999.

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1993. 81 p.

CHAVES, J.B.P. A análise sensorial na indústria de laticínios. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, n. 45, p. 38-52, 1990.

CORTEZ, M.A.S. **Uma alternativa tecnológica para evitar o escurecimento não-enzimático em queijo Mussarela**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1998. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CRUZ, C.D.; GOMES, M.I.F.V. Avaliação do teor de lipídios em queijos Minas Frescal industrializados e artesanais e em ricotas comercializados na região de Botucatu/SP. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 60, n. 2, p. 109-112, 2001.

DE CASTRO, M.; HARPER, W.J. Effect of drying on characteristics of 70% milk protein concentrate. **Milchwissenschaft**, v. 56, n. 5, 2001.

EL-GAZZAR, F.E.; MARTH, E.H. Ultrafiltration and reverse osmosis in dairy technology: a review. **Journal of Food Protection**, v. 54, n. 10, p. 801-809, 1991.

EARLE, M. D. Innovation in the food industry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 8, p. 166-175, 1997.

FURTADO, M.M.; NETO, J. P. M. L. **Tecnologia de queijos**: manual técnico para a produção industrial de queijos. São Paulo: Dipemar, 1994. 118 p.

FURTADO, M.M.; WOLFCHOON-POMBO, A.F.; MUNCK, A.V.; SOUZA, H.M. Estudo conclusivo à respeito da fabricação do queijo Minas Frescal por diferentes processos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, n. 45, p. 13-16, 1980.

FURTADO, M.M. Queijo Minas: breve histórico e atual situação. **Boletim do Leite**, n. 662, p. 14-22, 1983.

FOX, P. F. **Cheese**: chemistry, physics and microbiology. 2. ed. [S. l.]: Ed. Chapman & Hall, 1993. v. 1, 601 p.

FURTADO, M.M. **A arte e a ciência do queijo**. 2. ed. São Paulo: Globo, 1990. 295 p.

FURTADO, M. M.; PARTRIDGE, J. A. Characterization of nitrogen fractions during ripening of soft cheese made from ultrafiltration retentates. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 2877-2884, 1988.

GETLER, J.; NIELSEN, A.; SPROGO, J. Functional process for MPC. **Dairy Industries International**, v. 62, n. 3, p. 25,27, 1997.

GETLER, J.; NIELSEN, A.; SPROGO, J. Powdered milk protein concentrate. **Scandinavian Dairy information**, v. 10, n. 1, p. 42-43, 1996.

GREEN, M. L.; SCOTT, K. J.; ANDERSON, M.; GRIFFIN, M. C. A.; GLOVER, F. A. Chemical characterization of milk concentrated by ultrafiltration. **Journal of Dairy Research**., v. 51, p. 267-278, 1984.

GURGEL, M.S. de C.C.do A. **Efeito na radiação gama na resistência do *Staphylococcus aureus* (Rosembach, 1884) e nas propriedades físico-químicas e sensoriais do queijo Minas Frescal**. Piracicaba, SP: USP, 2000. 81 f. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

HUFFMAN, L.M.; HARPER, J. Symposium: marketing dairy value through technology. Maximizing the value of milk through separation technologies. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 2238-2244, 1999.

INFORMATIVO CHR HANSEN. **HA-LA Biotec**, v. 9, n. 54, nov./dez. 1999.

INFORMATIVO CHR HANSEN. **HA-LA Biotec**, v. 9, n. 50, mar. 1999.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of pH**. Bruxelles: FIL – IDF, 1989. (FIL – IDF, 115 a).

JAMESON, G.W. Some recent advances in cheese technology. **Food Research Q.**, v. 43, p. 57-66, 1983.

JELLEN, P. Industrial whey processing technology and overview. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 27, n. 4, p. 658-661, 1979.

KOSIKOWSKI, F.V. **Cheese and fermented milk foods**. 2. ed. Ann Arbor: Edwards Brothers, 1977. 771 p.

KOSIKOWSKI, F. New cheese-making procedures utilizing ultrafiltration. **Food Technology**, p. 71-77, 1986.

LAWRENCE, R.C. **The use of ultrafiltration technology in cheesemaking**. [S. l.: s. n.], 1989. (Bulletin of the International Dairy Federation, 240).

LELIEVRE, J.; LAWRENCE, R.C. Manufacture of cheese from milk concentrated by ultrafiltration. **Journal of Dairy Research**., v. 55, p. 465-478, 1988.

LOURENÇO NETO, J.P. DE M. Minas Frescal: uso de culturas lácticas como alternativa de melhoria de qualidade. **Revista Indústria de Laticínios**, n. 22, p. 76-79, jul./ago. 1999.

LOURENÇO NETO, J.P. DE M.; SOBRAL, M.L. Uso de culturas termofílicas na fabricação de queijo Minas Frescal. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 9., 1986, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, MG: [s. n.], 1986.

MARSHALL, R.T. **For the examination of dairy products**. 16. ed. Washington, D.C.: A.P.H.A., 1992.

MARTINS, J.M. **Mussarela semi-fundida: uma nova alternativa de produção**. Viçosa, MG: UFV, DGU, 2001. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MAUBOIS, J.L.; MOCQUOT, G. Application of membrane ultrafiltration to preparation of various types of cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 58, n. 7, p. 1001-1007, 1975.

MORENO, I.; VAN DENDER, A. G. F.; VIALTA, A.; LERAYER, A. L. S.; MEGIAS, L. Crescimento e inibição de *Staphylococcus aureus* em leite ultrafiltrado fermentado para processamento de queijo Minas Frescal. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 1999, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, MG, v. 54, n. 309, p. 266-271, 1999.

MORETTI, R.H. Utilização de proteína de soro de queijo. Catálogo brasileiro de produtos e serviços. **Leite e Derivados**, 1995.

MORTENSEN, H. MD Foods do Brasil – a threshold to South America. **Scandinavian Dairy Information**, v. 6, n. 2, p. 26-27, 1992.

MUDHERJEE, K. K.; HUTKINS, R. W. Isolation of galactose-fermenting thermophilic cultures and their use in the manufacture of low browning Mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 10, p. 2839-2849, 1994.

NASCIMENTO, W. C. A. **Lactobacillus acidophilus no controle de Escherichia coli e seu efeito nas características físico-químicas e sensoriais do queijo Minas Frescal**. Viçosa, MG: UFV, DGU, 2001. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NOVAK, A. Internacional dairy federation. New Applications of Membrane Processes. **Milk Protein Concentrate**, p. 51-56, 1992. (Special Issue, 9201).

OLIVEIRA, L.L. **O índice 5-Hidroximetil na avaliação do escurecimento não-enzimático em queijo Mussarela para pizza produzido com diferentes culturas lácticas**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1998. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OLIVEIRA, J.S. de. Fabricação dos principais queijos. In: —. Queijo: fundamentos tecnológicas. São Paulo: Ícone, 1986. Cap. 6, p. 105-45.

OSTERLAND, N. Concentration and separation of milk proteins by means of membrane filtration. **Scandinavian Dairy Information**, v. 8, n. 2, p. 29-31, 1994.

PADULA, D. A.; CASTRO, C. C.; SZUHANSZKY, L.; SETUBAL, J. B. O processo de inovação tecnológica na cadeia agroindustrial do leite. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 20., 1998. **Anais...** [S. l.: s. n.], 1998. p. 345-361.

PEREIRA, D.B.C.; OLIVEIRA, L.L.; VALIM, M.B.R.; SILVA, P.H.F. **Curso sobre crioscopia do leite**. Juiz de Fora, MG: EPAMIG/CEPE/ILCT, 1993. 37 p.

PINHEIRO, A.J.R.; MOSQUIM, M.C.A.V. **Processamento de leite de consumo**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1991.

PRIMO, M.W. Restrições ao desenvolvimento da indústria brasileira de laticínio. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A.L. (Eds.). **Restrições técnicas, econômicas e institucionais ao desenvolvimento da cadeia produtiva do leite no Brasil**. Juiz de Fora, MG: [s. n.], 1999. p. 71-127.

RALPH, W. Profits in Whey. **Rural Research**, v. 116, p. 22-27, 1982.

RATTRAY, W.; JELEN, P. Protein standardization of milk and dairy products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 7, p. 227-234, 1996.

REAL DEL SOL, E. R.; CARDOSO CASTAÑEDA, F.; CABRERA SANTOS, M. C.; ORTEGA FLEITAS, O. Empleo de la ultrafiltración en la elaboración de queso Blanco. **Alimentaria**, p. 77-79, 1993.

RIBEIRO, E. P. **Aplicação de ultrafiltração de leite no processo de fabricação de iogurte**. Campinas, SP: UNICAMP, 1989. 187 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

RICHARDSON, G.H. **Standard methods for the examination of dairy products**. 15. ed. Washington: A.P.H.A., 1985.

ROBINSON, R.K. **Modern dairy technology** – Advances in milk processing. 2. ed. [S. l.]: Ed. Chapman & Hall, 1994. v. 1, 485 p.

RODRIGUES, I.P.F.; CAMARGOS, S.P.; OLIVEIRA, I.M.; GARCIA, P.C.F. Condições para inovação (estudo em quatro setores industriais). In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 1996. **Anais...** [S. l.: s. n.], 1996. p. 209-218.

ROSENBERG, M. Current and future applications for membrane processes in the dairy industry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 6, p. 12-19, 1995.

ROSSI, D.A.; ABREU, L.R.; FURTADO, M.M.; MOURA, C.J.; MAGALHÃES, F.A.R. Utilização do coalho bovino e coagulantes microbiano e genético na proteólise e durabilidade do queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 53, n. 301-302-303, p. 75-84, 1998.

SALUSTIANO, V. C. **Avaliação da microbiota do ar de ambientes de processamento em uma indústria de laticínios e seu controle por agentes químicos**. Viçosa, MG: UFV, DGU, 2002. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SARKAR, S.; MISRA, A.K. Ultrafiltration as a process in the manufacture of dairy products – a review. **Indian Journal Dairy Science**, v. 47, n. 2, p. 80-93, 1994.

SBRAGIA, R.; BARRA, M. C. O comportamento inovador de pequenas, médias e grandes empresas latino-americanas. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 18., 1996. **Anais...** [S. l.: s. n.], 1996. p. 219-234.

SEBRAE-MG. **Diagnóstico da indústria de laticínios do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: SEBRAE, 1997. 270 p.

SILVA, C.A.B. da; ISEPON, J. dos S. Influência do tipo de salga nas características físico-químicas e aceitabilidade do queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 53, n. 301-302-303, p. 57-63, 1998.

SILVA, N. da; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. 295 p.

SILVA, P.H.F.; PEREIRA, D.B.C.; OLIVEIRA, L.L.; COSTA JÚNIOR, L.C.G. **Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos**. Juiz de Fora, MG: [s. n.], 2001. 234 p.

ST-GELAIS, D.; ROY, D.; AUDET, P. Manufacture and composition of low fat cheddar cheese from milk enriched with different protein concentrate powders. **Food Research International**, v. 31, n. 2, p. 137-145, 1998.

TADINI, C.C.; CURI, F.; CARDOSO, A.M. Queso Minas Frescal con caseinato de calcio: una elaboracion alternativa de production de queso con menos grasa. **Alimentaria**, p. 83-88, 1997.

UNITED STATE DAIRY EXPORT COUNCIL – USDEC. **Manual de referência para produtos de soro dos E.U.A.** [S. I.]: Arlington, 1997. Não paginado.

VAN DENDER, A.G.F.; MASSAGUER-ROIG, S.; CAMPOS, S.D. da S. Alterações físico-químicas e vida de prateleira do queijo Minas Frescal tradicional e fabricado pelo método MMV. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 1999, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, MG, v. 54, n. 309, p. 67-82, 1999.

VARNAM, A.H.; SUTHERLAND, J.P. **Milk and milk products** – Technology, chemistry and microbiology. [S. I.]: Ed. Chapman & Hall, 1996. v. 1, 451 p.

VIEIRA, S.D.A.; GOUDEDRANCHE, H.; DUCRUET, P.; MAUBOIS, J.L. Parâmetros para a fabricação de queijo Minas Frescal por meio de ultrafiltração. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 39, n. 235, p. 53-58, 1984.

ZWIJGERS, A. Outline of milk protein. **International Food Ingredients**, n. 3, p. 18-23, 1992.

WAUNGANA, A.; SINGH, H.; BENNETT, R.J. Rennet coagulation properties of skim milk concentrated by ultrafiltration: effects of heat treatment and pH adjustment. **Food Research International**, v. 31, n. 22, p. 645-651, 1998.

WOLFSCHOON-POMBO, A.F. Índices de proteólise de alguns queijos brasileiros. **Boletim do Leite**, n. 661, p. 1-8, 1983.

WOLFSCHOON-POMBO, A.F.; LIMA, A. de. Extensão e profundidade de proteólise em queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 44, n. 261-266, p. 50-54, 1989.