

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**INFLUÊNCIA DO USO DE SORO EM PÓ NAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DO
QUEIJO TIPO MINAS FRESCAL.**

PRISCILA ALONSO DOS SANTOS

1210001416



**ILHA SOLTEIRA/SP
2003**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

INFLUÊNCIA DO USO DE SORO EM PÓ NAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DO
QUEIJO TIPO MINAS FRESCAL.

AUTORA: PRISCILA ALONSO DOS SANTOS

ORIENTADORA: Profª Dra. JACIRA DOS SANTOS ISEPON

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia – UNESP/Campus de Ilha Solteira, para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia - Área de Concentração: Sistema de Produção Animal.

1210001416



ILHA SOLTEIRA - SP
2003.

Proc. 053/2003 - NPD 158

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"	
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMBO
02.09.03	30.09.03
REGISTRADO POR	TOMBO
Olivia	Te. 1416
AQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Ilustração Autor R\$ 10,00	S237i

BCplS - FEIS - UNESP

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação/Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da FEIS/UNESP

Santos, Priscila Alonso dos

S237i Influência do uso de soro em pó nas características físico-químicas e sensoriais do queijo tipo minas frescal / Priscila Alonso dos Santos. – Ilha Solteira : [s.n.], 2003

xiii, 61 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de concentração: Sistemas de Produção Animal, 2003.

Orientador: Jacira dos Santos Isepon

Bibliografia: p. 49-61

1. Queijo-de-minas. 2. Soro de queijo 3. Leite – Pasteurizado. 4. Leite.
5. Soro em pó.

INFLUÊNCIA DO USO DE SORO EM PÓ NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DO QUEIJO TIPO MINAS FRESCAL

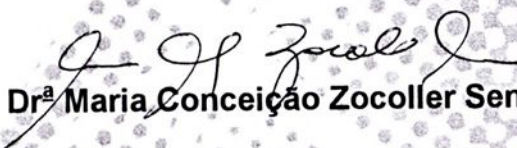
Priscila Alonso dos Santos

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNESP - CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA
COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM ZOOTECNIA

COMISSÃO EXAMINADORA:


Profª Drª Jacira dos Santos Isepon - Orientadora


Profª Drª Carmen Cecilia Tadini


Profª Drª Maria Conceição Zocoller Seno

**Ilha Solteira – SP
Julho de 2003**

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Cursos: Agronomia, Ciências Biológicas, Eng. Civil, Eng. Elétrica Eng. Mecânica, Física, Matemática e Zootecnia.
Avenida Brasil Centro, 56 Caixa Postal 31 CEP 15385-000 Ilha Solteira São Paulo Brasil
pabx 18 3743 1000 fax 18 3742 2735 scom@adm.feis.unesp.br www.feis.unesp.br

BCplS - FEIS - UNESP

Aos meus pais,
Hamilton e Ermínia,
por seus sonhos abdicados por mim,
pelo amor, exemplo de vida e principalmente pela minha formação moral.

Aos meus sobrinhos,
pelo carinho e alegria que sempre me proporcionaram.

Aos meus irmãos e cunhado,
pelo carinho, estímulo e apoio em todos os momentos transcorridos.

A mim,
por mérito e a Deus, por tudo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual Paulista – UNESP/Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira, em especial ao Departamento de Biologia e Zootecnia, pela oportunidade que tive de cursar a pós-graduação e pelos recursos oferecidos (instalação e equipamentos), sem os quais não seria possível a realização do presente trabalho.

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a Jacira dos Santos Isepon, pela orientação, amizade, apoio e sobretudo pela confiança e incentivo demonstrados durante esses anos de convivência, agradeço pelos preciosos ensinamentos, dando-me exemplo de dedicação e inspiração à pesquisa.

Ao meu namorado Luis Augusto da Silva Domingues, pela paciência, apoio e companheirismo durante todo este período transcorrido.

À Antonia Cambuin, ao Valdecir e ao Sidival pelo auxílio nas horas e dias mais imprevisíveis.

Ao Prof.^o Walter Veriano Valério Filho, pelo auxílio nas análises estatísticas, bem como ao Prof.^o João Francisco Pereira Bastos, pela paciência e atenção ao meu trabalho, bem como pelas dicas e valiosas sugestões de vida.

Aos professores do departamento de Biologia e Zootecnia, Antônio Fernando Bergamaschine, Edson Guilherme Vieira, Hélio Takachi Okuda, João Batista Alves, João Francisco Pereira Bastos, Maria Conceição Zocoller Seno, Milton Passipieri, Luiz



de Carvalho Landell Filho, Olair José Isepon, Wilma Aparecida Starke Buzetti, pelo carinho, respeito e conhecimentos doados a qualquer momento.

À Meiri Sayuri Cruz por sua atenção a nós pós-graduandos e pelos serviços prestados.

À Cleuza Nozela Beltrano, zeladora do Departamento, por sua alegria e boa disposição diária.

Aos colegas de curso de pós-graduação pelos momentos que passamos juntos.

Em especial aos meus grandes amigos Marco Antônio Pereira da Silva, Silvia Helena Silvestre de Paula e Antônio Carlos de Noronha Junior pela dedicação, carinho, apoio e amizade concedidos nas horas boas e ruins que passamos juntos, agradeço a Deus por tê-los colocado em meu caminho...

A minhas amigas Hellen, Érica, Dani, Sueli, Rafaela, Flávia, Isabela, Karina, pelos momentos que passamos juntos, pela união e auxílio nessa jornada e a minha amiga Luciane, pela ajuda em algumas horas de desespero.

Aos meus familiares.

E a todos que contribuíram, direta e indiretamente, para a execução e conclusão deste trabalho, os meus mais sinceros agradecimentos...

À Deus por tudo.



SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÕES.....	48
REFERÊNCIAS.....	49



LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 – Valores de F e respectivos níveis de significância obtidos pela análise de variância dos resultados obtidos pelas análises físico-químicas.....	23
TABELA 2 – Umidade expressa em gramas/100 g de queijo. Média de 3 repetições.....	24
TABELA 3 – Matéria-seca expressa em gramas/100 g de queijo. Média de 3 repetições.....	27
TABELA 4 – Valores de pH. Média de 3 repetições.....	29
TABELA 5 – Valores médios de acidez titulável expressa em gramas de ácido láctico/100 g de queijo. Média de 3 repetições.....	31
TABELA 6 – Nitrogênio Solúvel expresso em gramas/100g de queijo. Média de 3 repetições.....	34
TABELA 7 – Proteína solúvel expressa em gramas/100 g de queijo. Média de 3 repetições.....	36
TABELA 8 – Nitrogênio total expresso em gramas/100g de queijo. Média de 3 repetições.....	37



TABELA 9 – Proteína total expressa em gramas/100g de queijo. Média de 3 repetições.....	39
TABELA 10 – Tirosina expressa em gramas/100g de queijo. Média de 3 repetições.....	40
TABELA 11 – Índice de proteólise dos queijos. Média de 3 repetições.....	42
TABELA 12 – Valores de F e respectivos níveis de significância obtidos pela análise de variância da análise sensorial.....	45
TABELA 13 – Valores médios das características sensoriais do queijo Minas Frescal.....	46
TABELA 14 – Rendimento dos queijos expresso em litros/Kg de queijo Minas Frescal.....	46



LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 – Análise de regressão do teor de umidade dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.....	24
FIGURA 2 – Análise de regressão do teor de matéria-seca dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.....	27
FIGURA 3 – Análise de regressão do teor de pH dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.....	29
FIGURA 4 – Análise de regressão da acidez titulável dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.....	32
FIGURA 5 – Análise de regressão do nitrogênio solúvel dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.....	34
FIGURA 6 – Análise de regressão da proteína solúvel dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.....	36
FIGURA 7 – Análise de regressão do nitrogênio total dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.....	38
FIGURA 8 – Análise de regressão da proteína total dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.....	39



FIGURA 9 – Análise de regressão da tirosina dos queijos nos
tratamentos em relação ao tempo de armazenamento..... 41

FIGURA 10 – Análise de regressão do índice de proteólise dos queijos
nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento..... 42

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito de soro de leite em pó nas características físico-químicas do queijo Tipo Minas Frescal. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Biotecnologia da Faculdade de Engenharia/UNESP – Campus de Ilha Solteira. Como matéria-prima foi utilizado leite *in natura* e soro de leite em pó constituindo os seguintes tratamentos: T1 - Leite pasteurizado, T2 - Leite pasteurizado adicionado com 2,5% de soro de leite em pó não reconstituído, T3 - Leite pasteurizado adicionado com 2,5% de soro de leite em pó reconstituído, T4 - Leite pasteurizado adicionado com 5% de soro de leite em pó não reconstituído e T5 - Leite pasteurizado adicionado com 5% de soro de leite em pó reconstituído. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com os fatores tratamento e tempo de armazenamento no esquema parcela subdividida com tratamentos nas parcelas e tempo como subparcelas. Para verificar a qualidade dos queijos aos dias 1, 5 e 9 de armazenamento foram realizadas as seguintes análises: pH, acidez titulável, matéria seca, proteínas, determinação de tirosina, nitrogênio solúvel em água, cálculo do índice de extensão da proteólise do queijo, índice de extensão e cálculo de rendimento de fabricação. Para verificar a aceitabilidade do produto, adotou-se o teste do perfil de características, este foi avaliado quanto: sabor, aroma, textura e coloração, por uma equipe de 10 degustadores não treinados. Considerando as análises físico-químicas e sensoriais pôde-se concluir que: a elaboração de queijos Minas Frescal com uso de soro de leite em pó não necessita de grandes mudanças na rotina de fabricação; o método convencional, mediante os resultados encontrados é o mais adequado; a adição de soro de leite em pó foi satisfatória, aumentando o rendimento do produto, quando este não era reconstituído antes do processamento; o queijo tradicional, processado sem adição de soro em pó,



foi considerado mais estável do ponto de vista físico-químico e aceito durante o período de armazenamento a 5°C; o queijo processado com 2,5% de soro de leite em pó não reconstituído obteve boa aceitabilidade e bom rendimento; o aproveitamento tecnológico do soro de leite pode contribuir com a agroindústria e diminuir a poluição ambiental, uma vez que este é despejado nos rios sem nenhum tratamento pelas indústrias.

Palavras-chave: Queijo Minas Frescal, análise sensorial, soro de leite em pó.



ABSTRACT

The objective of the present work was to study the effect of powdered milk whey on physical - chemistries characteristics of Minas Frescal cheese. The experiment was carried out at UNESP–Campus de Ilha Solteira on Laboratório de Biotecnologia de Alimentos. It was used natural milk and powdered milk whey composing the following treatments: T1 - pasteurized milk, T2 - pasteurized milk added with 2,5% of powdered milk whey not reconstituted, T3 - pasteurized milk added with 2,5% of powdered milk whey reconstituted, T4 - pasteurized milk added with 5% of powdered milk whey not reconstituted and T5 - pasteurized milk added with 5% of powdered milk whey reconstituted. It was adopted an entirely randomly experimental delineation, with the variables treatment and storage period on a subdivided plots with the treatments as the plots and the storage periods as the subplots. To verify cheeses' quality at the days 1, 5 and 9 of storage it was accomplished the following determinations: pH, acidity, dry matter, proteins, tyrosin, water soluble nitrogen, calculation of cheese's proteolyses index extension and production revenue. To verify the product acceptability, it was utilized the characteristics profile by determining: flavor, taste, texture and coloration, for 10 tasters previously trained. Considering sensorial and physical-chemistries analyses it could be concluded that: the elaboration of Minas Frescal cheese using whey of powdered milk does not need great changes on its fabricates procedures; the conventional method according to the results is the most adequate; the addition of powdered milk whey was satisfactory, increasing the product revenue when this was not reconstituted before processing; the traditional cheese, processed without the addition of powdered milk whey, was the most stable; considering physical – chemistry properties and accepted during the storage period at 5⁰ C, considering the physical – chemistries analyses, sensorial and the revenue, the technologic use of powdered milk whey



contribute for the agro industry and to reduce pollution, once this is no a treated waste spilled by the industries into the rivers.

Key words: Minas Frescal cheese, sensorial analysis, powdered milk whey

INTRODUÇÃO

Aplicações de soro de leite como ingredientes alimentícios têm sido utilizadas principalmente ao longo dos últimos 20 anos, mas o uso do soro do leite é muito antigo, e vem desde a Grécia antiga: Hipócrates já prescrevia soro de leite como fonte nutricional há 2000 anos atrás (USDEC, 1998).

O soro é um subproduto da indústria de leite, resultante da fabricação de queijos, que se separa do coágulo durante a fabricação, retendo 55% dos nutrientes do leite. Cada litro de leite dá origem de 0,6 a 0,9 L de soro (SIQUEIRA et al., 2002).

No Brasil, a disponibilidade de soro tem aumentado significativamente. Entretanto, o seu aproveitamento está aquém do desejável.

O soro possui na sua composição: água 93-94%, lactose 4,5-5%, proteínas solúveis 0,6-0,8% e sais minerais 0,6-1,0%. Este contém ainda quantidades consideráveis de outros componentes como o ácido láctico, ácido cítrico, compostos nitrogenados não protéicos e vitaminas do grupo B (USDEC, 1997). A lactose e proteínas solúveis são os componentes mais importantes do ponto de vista nutricional, tecnológico e ambiental. As proteínas possuem alto valor nutricional e a lactose é fonte de material energético para diversos processos biotecnológicos e como componente utilizado na indústria farmacêutica e alimentícia (GIROTO & PAWLOWSKY, 2002).

O soro de leite é um potente agente poluidor (PRIMO, 2001) e não existe levantamentos precisos do total do soro produzido pela indústria de laticínios. Estima-se que no Brasil 50% do soro seja despejado diretamente nos rios, sem nenhum tipo de tratamento causando poluição devido ao seu alto teor de matéria orgânica (PETRUS, 2003).

Dentre as técnicas para sua valorização enquanto produto alimentício, o soro de leite pode ser utilizado na fabricação de ricota, bebida láctea, ser concentrado, transformado em pó, obtenção de seus componentes, sendo que para cada alternativa deve ser precedida de uma análise técnica e econômica (GIROTO & PAWLOWSKY, 2002).

De acordo com a legislação do MERCOSUL são permitidos o uso de soros lácteos e concentrados protéicos de soro como ingredientes opcionais em formulações de alimentos, o que não só permite ao fabricante reduzir o custo total dos ingredientes como também melhorar a qualidade nutricional do produto, sobretudo no caso de proteínas e cálcio (USDEC, 1999).

Na Comunidade Econômica Européia, aproximadamente 45% do soro de leite gerado tem sido utilizado na forma líquida, 30% na forma de soro de leite em pó, 15% como lactose e derivados desta e 10% usado na produção de proteína concentrada. Os Estados Unidos da América são os maiores produtores mundial de soro em pó e derivados (DALLAS, 1999). No Brasil, entre os anos de 1995 e 2000, houve um aumento considerável na importação desse derivado lácteo passando de 9,6 para 43,1 mil t, o que transformado em valores financeiros corresponde a um desembolso de 5,1 para 28,5 milhões de dólares (PRIMO, 2001). Este produto tem como um dos principais empecilhos, o fato de ser visto como rejeito, recebendo assim tratamento inadequado, facilitando a contaminação e o crescimento microbiano (CUSTÓDIO et al., 2002). No estado do Paraná, no ano de 1999, do soro de leite gerado no conjunto das indústrias de laticínios, 4,8% foi utilizado na produção de bebida láctea e 19,6% na produção de soro de leite em pó, o que corresponde a uma utilização de apenas 24,4% do total, tendo ainda uma quantidade de 198,4 milhões de litros que pode ser aproveitado enquanto componente alimentício (GIROTO, 2001).

Este trabalho teve como objetivo estudar o efeito de soro de leite em pó sobre as características físico-químicas e sensoriais do queijo Minas Frescal: pH, acidez titulável, matéria seca, proteínas, determinação de tirosina, nitrogênio solúvel em água, cálculo do índice de extensão da proteólise do queijo, índice de extensão, cálculo de rendimento de fabricação.



REVISÃO DE LITERATURA

O consumo de leite e derivados lácteos é expressivo no Brasil, sendo que o consumo de queijo é de 2,3 quilos *per capita* ao ano (FARIA et al., 2002).

Dentre as variedades de queijos produzidos, o tipo Minas destaca-se pela sua grande produção e comercialização, sendo que o seu consumo representa 16% em relação às outras variedades de queijo no Brasil (ADIC, 1996, citado por VILELA et al., 2001).

A fabricação do queijo nasceu com a domesticação de animais produtores de leite (BEHMER, 1984), sendo sem dúvida uma das modalidades mais antigas de industrialização do leite (SPREER, 1975). Como muitas vezes o leite ordenhado não era totalmente consumido na hora, ele era armazenado para consumo posterior. Este excedente muitas vezes sofria a ação de bactérias lácticas, vindo a fermentar. Aprendeu-se com o tempo que o soro e a coalhada resultantes eram perfeitamente aproveitáveis. Assim, após a salga, obteve-se o queijo primitivo (BEHMER, 1984). Descobertas arqueológicas mostram que este tipo de alimento já era elaborado entre 3000 e 4000 a.c. (SALINAS, 2002).

O Queijo Minas "Fresco" caracteriza-se por possuir massa de consistência mole, não cozida, ligeiramente compactada e com alta umidade. Trata-se, como o próprio nome diz, de um queijo fresco para rápido consumo e com curto prazo de validade. Por apresentar processamento simples, breve período de maturação e alto rendimento, este queijo é bastante produzido em todo Brasil, tanto em fábricas de pequeno e médio porte quanto nas grandes unidades. Estas características o torna um dos queijos mais

populares, sendo consumido por pessoas de camadas sociais distintas, acompanhando variadas refeições (FURTADO, 1999).

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. As principais transformações ocorrem a nível de carboidratos, lipídios e proteínas, e são juntamente com as transformações físico-químicas (pH) e teor de umidade decisivas para o corpo (consistência) e textura (estrutura) do produto (WOLFSCHICON-FOMBO, 1983).

Essas transformações começam muito antes da fabricação do produto, e são o resultado da ação e atividade de microrganismos através de suas enzimas e das enzimas presentes naturalmente (ou não) no leite cru e/ou pasteurizado (plasmina, trombina, aminopeptidase, proteinase ácida tipo catepsina), que levam à degradação da proteína ou proteólise (ISEPON, 1994). Segundo a mesma autora, a hidrólise das proteínas dos queijos, é de importância primária para o desenvolvimento apropriado da textura, caracteres organolépticas e o amadurecimento dos queijos. A proteólise em queijos é afetada por inúmeros fatores, incluindo atividade residual do coagulante, proteases próprias do leite, proteinases da cultura, peptidases, pH, caseína, sal na umidade, taxas de umidade e temperatura de maturação.

O queijo Minas Frescal é um produto bastante perecível e deve ser armazenado sob refrigeração para retardar a ocorrência de acidificação e de proteólise, que são as principais modificações que afetam sua durabilidade (LOURENÇO NETO & SOBRAL, 1986).

A proteólise é provavelmente o fenômeno mais importante na maturação da maioria dos tipos de queijos e influencia fortemente suas características de textura e "flavor" (RANK et al., 1985).

Durante a proteólise, a formação de nitrogênio solúvel se deve principalmente à ação do coágulo residual especialmente sobre a caseína alfa e, em menor escala, sobre a beta dando origem a peptídeos de alto peso molecular. Por outro lado, o nitrogênio não-proteico é proveniente da ação de exopeptidases dos microrganismos presentes sobre os peptídeos formados pela hidrólise da caseína pelo coágulo (CHOISY et al., 1984). Sendo assim, quanto maiores forem tais valores maior terá sido o grau de proteólise (maturação) dos queijos e menor sua vida útil. Isto porque a proteólise tem influência direta no sabor e na consistência dos queijos, sendo que quanto menores forem os

índices de nitrogênio, mais firme será a consistência dos mesmos (FARKYE & FOX, 1990).

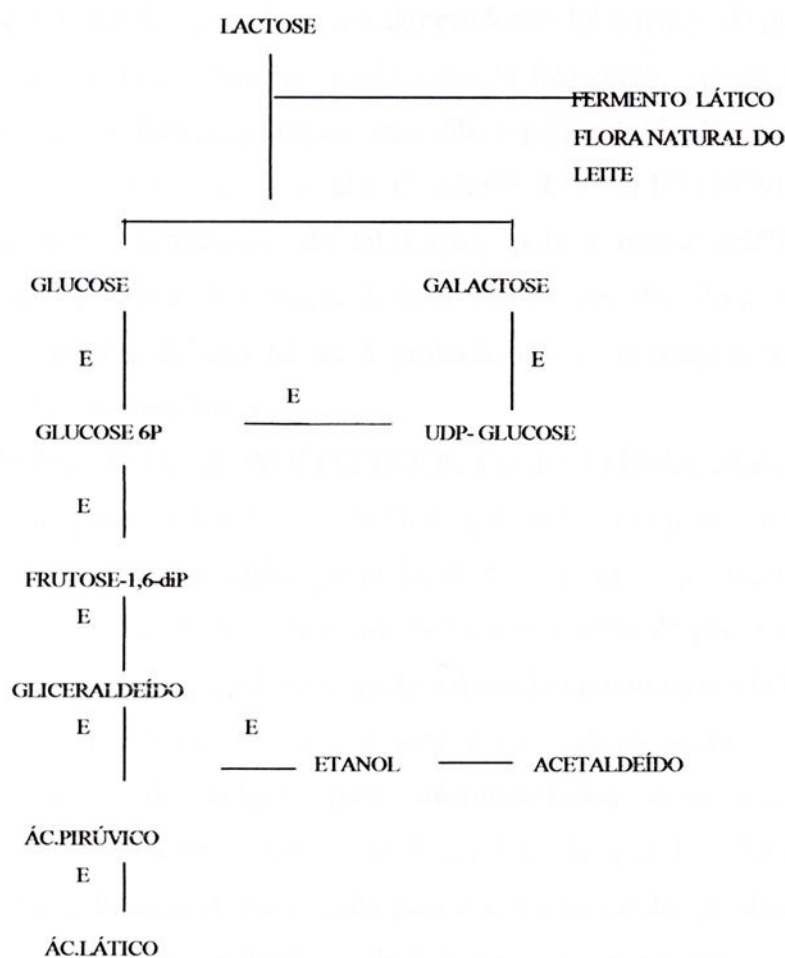
De modo geral, pode-se dizer que a presença de proteínas do soro no queijo tende a mudar suas propriedades de textura e também seu padrão de maturação (VAN DENDER et al., 1999).

A composição do leite é fundamental e não somente no que se refere ao teor de gordura do leite, como se pensa com frequência. É claro que quanto mais gordo for o leite, maior é a probabilidade de se obter um melhor rendimento na fabricação. Afinal, os glóbulos, em sua grande maioria, são aprisionados pela coalhada, no momento em que o leite coagula. Entretanto, a coalhada é formada por uma rede ou um entrelaçado protéico, constituído basicamente de caseína e cálcio, o que implica dizer que se o teor de caseína (proteína) do leite for baixo mesmo que o teor de gordura seja alto o rendimento será menor do que o esperado. Isso acontecerá porque não somente haveria menor quantidade de caseína a se incorporar no queijo, como também ocorreria uma maior perda de gordura no soro. A maioria dos queijeiros ou desconhece ou não prestam tanta atenção a este fato e entendem que a gordura seria o principal fator determinante do rendimento. Pouquíssimas fábricas de queijo no país determinam o teor de proteínas do leite, enquanto que o teor de gordura é feito quase diariamente. Assim, em regiões onde a produtividade do rebanho é elevada, o teor de sólidos não gordurosos do leite (com destaque para a caseína) é menor (cerca de 3,5 %) do que em regiões de baixa produtividade (em torno de 9,0 %) que aliás, respondem pela maior parte da produção leiteira do país. Assim, naquelas regiões com alta produção por animal, consome-se mais leite por quilo fabricado, independente do teor de gordura da matéria-prima (FURTADO, 2000).

A caseína representa parte importante das proteínas do leite, distinguindo-se por uma série de propriedades estruturais que lhes são próprias e que tem importância em relação a alguns comportamentos químicos e tecnológicos. A aptidão do leite à coagulação, a reologia da coalhada, o comportamento da maturação dos queijos estão diretamente ligados à estrutura e comportamento da micela de caseína (BONASSI et al., 1996).

Conforme SWAISGOOD & BRUNNER (1962) as frações lactoalbumina e lactoglobulina são perdidas parcialmente no soro.

O teor residual de lactose no queijo tem um papel importante na sua qualidade, visto que mudanças na acidez titulável e no pH estão diretamente ligadas à quantidade de ácido láctico produzido pela fermentação da lactose. A lactose, o principal carboidrato do leite e do leite coagulado (coalhada) é convertida em ácido láctico por processo enzimático que requer numerosas enzimas e que é conhecido como glicólise.



E = ENZIMAS

(BISSET & ANDERSON, 1974).

CASAGRANDE & POMBO (1983), afirmam que a formação do ácido láctico é essencial para o “flavor” adequado do queijo Minas Frescal, bem como para sua qualidade e vida de prateleira, na redução do piruvato diminui o pH do queijo, inibindo o crescimento de muitos patógenos potenciais, que de outra forma poderiam deteriorar o produto durante a sua vida útil e um excesso na produção de ácido láctico pode conduzir a um sabor muito ácido no queijo, como foi verificado em estudos realizados. Os mesmos autores, descrevem que queijos fabricados com ácido láctico um sabor mais

suave poderá ser obtido pois, a degradação da lactose ocorre mais devagar o que poderia ser atribuído à ação das enzimas da flora natural do leite .

PEREIRA (1999), relata que os queijos frescais processados com ácido láctico apresentaram uma porcentagem de umidade significativamente maior do que os queijos produzidos com cultura láctica , assim como o tempo de armazenamento interferiu na porcentagem de umidade, sendo esta maior conforme foi o tempo de prateleira.

Em razão do aumento no rendimento da fabricação, grande parte das fábricas tem substituído o fermento láctico mesofílico pelo ácido láctico no processo de fabricação do Minas Frescal. Segundo CAMPOS & VIOTTO (1999), essa substituição implica um maior rendimento da fabricação, pois a menor acidificação do queijo aumenta sua capacidade de retenção de água. Entretanto, além do aumento da atividade de água, os queijos deixam de ter a proteção contra microrganismos contaminantes conferida pelo fermento láctico.

CASAGRANDE & WOLFSCHOON-POMBO (1988), observaram que queijo Minas Frescal, processados com ácido láctico, a preferência pelo consumidor foi maior. Este resultado pode ser parcialmente atribuído à sua fermentação mais branda, isto é, ao sabor mais suave, devido ao maior teor de lactose e valor de pH, e menor acúmulo de ácido láctico quando comparado com queijo fabricado com fermento láctico.

Devido a sua constituição, o leite e conseqüentemente seus derivados, são excelentes meios de cultura para microrganismos desejáveis, patogênicos e deteriorantes. Sendo assim, a fabricação de produtos lácteos deverá seguir as normas do Manual de Boas Práticas de Fabricação para evitar a contaminação dos produtos lácteos. Um dos microrganismos indicadores de falhas higiênicas durante o processamento são as bactérias do grupo coliformes que são consideradas como os principais agentes contaminantes. Quando estão presentes em queijos, podem determinar alterações sensoriais, estufamento precoce e diminuição da vida de prateleira. Além destes problemas, podem constituir uma ameaça à segurança alimentar, levando a quadros de gastroenterite (SILVA et al., 2002).

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) (BRASIL, 1952) para a produção de queijo fresco é permitido a utilização de leite pasteurizado. Esta medida visa evitar que o queijo adquira os microrganismos patogênicos que possam estar presentes no leite, uma vez que, todo produto elaborado a partir dele está sujeito a conservar a contaminação do leite, além da contaminação adquirida durante o seu próprio processamento (FRAZIER, 1981).



Vários estudos revelam que os consumidores têm apresentado, atualmente, maior exigência em relação aos produtos industrializados. Essas exigências abrangem características do produto que irão satisfazer as necessidades dos consumidores, mas antes de tudo, aspectos relacionados à manipulação dos mesmos (MIYAJI & SOARES, 2002).

De acordo com TOLEDO (1997), segurança e qualidade são duas dimensões inseparáveis em todas as fases da cadeia agroalimentar que dependem da conscientização e da capacitação para aplicação de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e de higiene.

O soro de queijo não é uma exceção. AMIEVA (1974), afirma que as operações normais de elaboração do queijo dão como resultado um soro carregado de microrganismos. A pasteurização, afirma OTTOGALLI (1986), efetuada a 72° C x 15 segundos ou a 60° C x 10 – 20 minutos, reduz a carga total de microrganismos e provoca a inativação dos organismos patogênicos do leite para a fabricação do queijo.

Devido ao crescimento cada vez maior do emprego do soro como ingrediente em produtos alimentícios, se faça necessário o controle higiênico e sanitário desse produto para que ele não se torne, além de um carreador de nutrientes, um veiculador de microrganismos nocivos à saúde do consumidor (CHIAPPINI et al., 1995).

Isto foi muito bem observado por OTTOGALLI (1986), em seu trabalho, onde ele descreve a dinâmica da microbiota durante a fabricação do queijo e relaciona os inúmeros fatores que são fundamentais para influir quantitativamente nessa microbiota. Desde o momento da pasteurização do leite até a fase de separação da coalhada e do soro, uma série de condições podem influenciar na quantidade de microrganismos do soro, principalmente nesta fase final, quando parte da microbiota permanece na coalhada que dará origem ao queijo e parte permanece no soro.

Nesta dinâmica certamente estão incluídos os fatores de contaminação relacionados por FRAZIER (1981), e que são representados pelo ar, pelo tanque e demais utensílios de fabricação.

Devido ao seu alto valor nutritivo (VIEIRA et al., 1985) e as suas condições de umidade (MADRID, 1979) temperatura e pH (AMIEVA, 1974) favoráveis ao crescimento microbiano, a vida útil do soro como produto inalterado é extremamente curta (VIEIRA et al., 1985).

Para HUIJIN et al. (1980) a qualidade e a durabilidade de um produto dependem, em grande parte, da qualidade da matéria-prima usada na sua fabricação. É praticamente

impossível melhorar as propriedades de um produto derivado, se o número de microrganismos inicialmente é elevado.

Sabe-se que os tratamentos térmicos destroem a maioria dos microrganismos, porém as enterotoxinas produzidas pelos mesmos apresentam termoc estabilidade e permanecem ativas no alimento por um longo período de tempo (CARMO et al., 2001) tornando-se um risco em potencial à saúde dos consumidores e um problema de saúde pública.

As proteínas do leite, quando isoladas, constituem produtos de excelentes propriedades funcionais (FURTADO, 2000). O início da comercialização destes produtos ocorreu em 1970, com um pequeno número de produtos comercializados, existindo hoje no mercado mundial centenas de produtos à base de proteínas lácteas disponíveis (LAWSON, 1994).

Atualmente existe no mundo, uma deficiência calórico-protéica muito grande, especialmente nos países do terceiro mundo onde proteínas de origem animal são particularmente caras, e seu suprimento para a população é um dos maiores problemas. Na fabricação de queijo cerca de 85 – 90% do volume do leite utilizado resultam em soro (MELLO, 1989).

O soro de queijo é um subproduto da indústria de queijos, de cor amarelado-esverdeada, obtido pela coagulação do leite. O seu sabor, ligeiramente ácido ou doce, e a sua composição dependem do tipo e do processo de fabricação do queijo, respectivamente. A composição do soro é de aproximadamente 93% de água, 5% de lactose, 0,9% de proteínas, 0,3% de gordura, 0,2% de ácido láctico e pequenas quantidades de vitaminas (BEM-HASSAN & GHALY, 1994).

As características nutricionais e funcionais das proteínas do soro de queijo estão relacionadas com a sua estrutura e função biológica. Nas últimas décadas observou-se um crescente interesse pela qualidade nutricional destas proteínas, visando o uso do soro na formulação de alimentos infantis e alimentos dietéticos (DE WITH, 1998).

A presença de proteínas no soro, as quais são compostas por aminoácidos em quantidades equilibradas, torna-o um material adequado para uso na alimentação humana. Embora o soro de queijo concentrado seja empregado comumente na alimentação de animais, pode ser processado industrialmente visando isolar suas proteínas, como a α -lactoalbumina (α -la) e a β -lactoglobulina (β -lg) (ZUÑIGA et al., 2000).



As duas proteínas presentes em maior quantidade no soro de queijo, a α -la e a β -lg, são globulares, possuem elevadas propriedades nutricionais, funcionais, fisiológicas e terapêuticas, são eficazes na estabilização de emulsões, têm boa capacidade de retenção de água e são ingredientes alimentícios com potencial para substituir outros de maior custo (HALL & IGLESIA, 1997).

A comparação da composição aproximada em aminoácidos essenciais do soro de leite e da lactalbumina com as proteínas padrão da F.A.O. (Food Agricultural Organization), do ovo, do leite e com a caseína indica que, a lactalbumina possui apenas os valores de fenilalanina, metionina e valina menores que os valores da proteína do ovo, e todos os aminoácidos essenciais em quantidades superiores a proteína padrão da F.A.O. (DELANEY, 1976).

LORENZEN (1987), declara que as proteínas do soro de leite possuem Valor Biológico tão elevado quanto as proteínas do ovo e os valores de Razão de Eficiência Protéica e Utilização Protéica Líquida ligeiramente menores, de forma que, quando combinadas com proteínas vegetais, a mistura resulta em um produto com alto valor biológico particularmente quanto ao conteúdo de lisina e metionina. A lisina é sabidamente o aminoácido limitante em proteínas de cereais.

A lactose pode atingir até 80% dos sólidos totais do soro (HOBMAN, 1984) e desempenha a função de fornecedora de galactose, açúcar essencial para a formação dos tecidos nervosos (AMIEVA, 1974) além de facilitar a absorção intestinal de cálcio dos alimentos (ANDERSON et al., 1988).

Os produtos do soro, incluindo a lactose, melhoram a textura, realçam o sabor (isto é, gosto e aroma) e a cor, emulsificam e estabilizam, melhoram as propriedades de fluxo e a dispersabilidade em misturas secas, ajudam a aumentar a vida-útil, além de apresentarem uma série de outras propriedades funcionais que aumentam a qualidade dos produtos alimentícios (LAGRANGE & DALLAS, 1997).

Dentre os sais presentes no soro, destacam-se o cálcio e o fósforo, que são constituintes dos ossos e dos dentes e desempenham inúmeras funções no organismo humano (CHIAPPINI et al., 1995).

A adição de cloreto de sódio no queijo é feita para conferir gosto característico, favorecer a dessoragem, participar na formação da casca e inibir culturas que podem provocar defeito nos queijos. Entretanto, um excesso pode alterar as características sensoriais do soro, limitando seu uso a produtos salgados (CUSTÓDIO et al., 2002).



O objetivo da utilização de leite reconstituído na fabricação de queijos é satisfazer a demanda desse produto durante o inverno, na entressafra, em regiões de criação de gado leiteiro extensiva, onde registram-se variações importantes da quantidade de leite coletada pelas usinas e, dessa forma, manter constante a produção de queijos. A utilização de leite reconstituído é também interessante para regiões onde há pouca produção de leite *in natura* (AL-TAHIRI, 1987).

No Brasil, a produção de leite caracteriza-se por ser de forma extensiva, implicando em oscilações de produção, marcadamente na entressafra (PRIMO, 1996), comprometendo a demanda por certos tipos de queijos, principalmente aqueles consumidos sem maturação. Assim, o emprego de leite reconstituído para a fabricação do queijo Minas Frescal é um meio alternativo de suprir a demanda do mercado podendo-se, dessa forma, produzir esse tipo de queijo o ano todo, minimizando as oscilações de oferta, sem prejuízos em sua qualidade ou durabilidade.

Em trabalho realizado por SABOYA et al. (1998), com adição de 10, 20 e 40% de leite reconstituído, empregados no processamento dos queijos, observou-se que os valores obtidos são semelhantes aos encontrados na literatura para o leite sem adição de leite reconstituído (FURTADO et al., 1980). Como a composição físico-química do leite influencia diretamente na composição final do queijo, as variações observadas no leite empregado nos diferentes dias de processamento foram também responsáveis, em parte, pelas variações na composição dos queijos dos diferentes tratamentos. No entanto, observa-se que mesmo com adição de leite reconstituído ao leite *in natura*, não ocorreram variações significativas quanto à composição físico-química do leite fresco (SABOYA et al., 1998).

O principal problema das fabricações de queijos com leite reconstituído consiste, na falta de coesão da massa, apesar da melhora pelo emprego do fosfato monocálcico. Com efeito, a coesão do coágulo é insuficiente para permitir uma certa mecanização da fabricação conforme a tecnologia clássica (em particular formação de "grãos da massa") (CHERREY, 1978).

O soro de leite apresenta baixo teor de gordura e portanto baixo teor de colesterol, podendo substituir parcialmente o leite em pó desnatado (USDEC, 1999).

As proteínas do soro são separadas da caseína por precipitação isoclétrica a pH 4,6 ou pela ação do coalho usado no processo de fabricação de queijo. O isolado de proteína de soro contém aproximadamente 92% de proteína e 4% de umidade. O sabor é geralmente descrito como suave, porém diferente do sabor do leite devido ao fato que

lactose e gordura estão presentes no isolado em quantidades extremamente reduzidas. As proteínas do soro possuem um dos mais altos índices de valor biológico em comparação a outras fontes de proteína, tais como ovos, leite, carne bovina, soja e caseína, quando avaliadas pelo método chamado Taxa de Eficiência Protéica (PER, sigla em inglês para Protein Efficiency Ratio). O teor de aminoácidos essenciais das proteínas do soro é maior do que os de quaisquer outras fontes, tais como ovos, caseína e soja. Os aminoácidos essenciais respondem por aproximadamente 60% do teor protéico total do soro. O soro contém níveis extraordinariamente elevados de leucina e lisina em comparação ao isolado de proteína de soja ou clara de ovo desidratada, além de constituir uma boa fonte de aminoácidos contendo enxofre, tais como cisteína e metionina. Estes aminoácidos controlam os níveis de antioxidantes no organismo e acredita-se que eles também estabilizam o DNA durante a divisão das células (USDEC, 2000).

Estudos com animais que tomaram suplementos de proteína de soro integral mostraram efeitos benéficos sobre a evolução de vários tipos de câncer induzidos quimicamente, estimularam o funcionamento do sistema imunológico e aumentaram a expectativa de vida. Em outros estudos conduzidos com animais, as proteínas do soro foram capazes de reduzir o nível de LDL colesterol (o colesterol "ruim"), além de promover a liberação de colesistoquinina, um hormônio supressor do apetite. As proteínas do soro são facilmente digeridas e têm ótima eficiência metabólica, dando às proteínas um alto valor biológico (USDEC, 2000).

Uma vantagem de empregar proteínas de soro na formulação de novos produtos consiste em seu elevado teor (quase 26%) de aminoácidos de cadeia ramificada (ACR). Este tipo de aminoácido incorpora um benefício significativo a bebidas para atletas ou outros produtos idealizados para fornecer energia a pessoas que se submetem a exercícios físicos intensos ou prolongados (USDEC, 2000).



MATERIAL E MÉTODOS

1. Materiais

1.1. Matéria-prima

O leite foi fornecido pela Fazenda de Ensino e Pesquisa – UNESP, localizada no município de Selvíria – MS. Este era armazenado em temperatura ambiente e demorava aproximadamente 2 horas para chegar ao Laboratório.

Após chegar no Laboratório de Biotecnologia da Faculdade de Engenharia – UNESP – Campus de Ilha Solteira – SP, o leite era submetido ao processo de pasteurização lenta (63 a 65°C/ 30 min).

1.2. Soro de leite em pó

Este foi adquirido no comércio local e possui as seguintes informações nutricionais:

Informação nutricional (média) por 100gr:

Energia: 357Kcal

Proteínas: 11gr

Glicídios: 76gr

Lipídios: 1gr

Fibra alimentar: 0gr

1.3. Coadjuvantes de processamento

Cloreto de cálcio

Foi utilizado na forma de solução aquosa esterilizada, a 25%, na proporção de 25g/100 litros de leite (VIEIRA & LOURENÇO, 1982).



Cloreto de sódio

Utilizou-se o sal comum, de granulação fina, foi adicionado diretamente ao leite, na proporção de 1,5% em relação ao volume.

Agente de coagulação

O agente de coagulação utilizado foi o coalho-enzima líquido de origem animal. No momento da sua utilização, foi diluído na proporção de 1:5 com água destilada, fervida e resfriada aproximadamente a 32°C.

Ácido láctico

Empregou-se o ácido láctico industrial de grau alimentício com 85 % de pureza, na proporção de 25ml/100 litros de leite e preparado em solução à 2,0% (WOLFSCHOON-POMBO et al.,1978).

1.4. Embalagem

A embalagem utilizada foi o envólucro plástico que é a embalagem normalmente usada pelos fabricantes desse tipo de queijo.

1.5. Armazenagem

Foi armazenado a uma temperatura de 5⁰C.

2. Métodos

2.1. Técnica de reconstituição do soro de leite em pó e mistura ao leite *in natura*

O soro de leite em pó foi preparado através de uma solução à 12% pela adição lenta à superfície da água, previamente fervida e resfriada a 45°C. A homogeneização foi manual, utilizando-se uma escumadeira de aço inoxidável, até completa dissolução do soro. Em seguida, foi mantido sob refrigeração por aproximadamente 16 horas, a 8-10°C, antes de ser misturado ao leite pasteurizado para perfeita hidratação das proteínas (VIEIRA & NEVES, 1980).

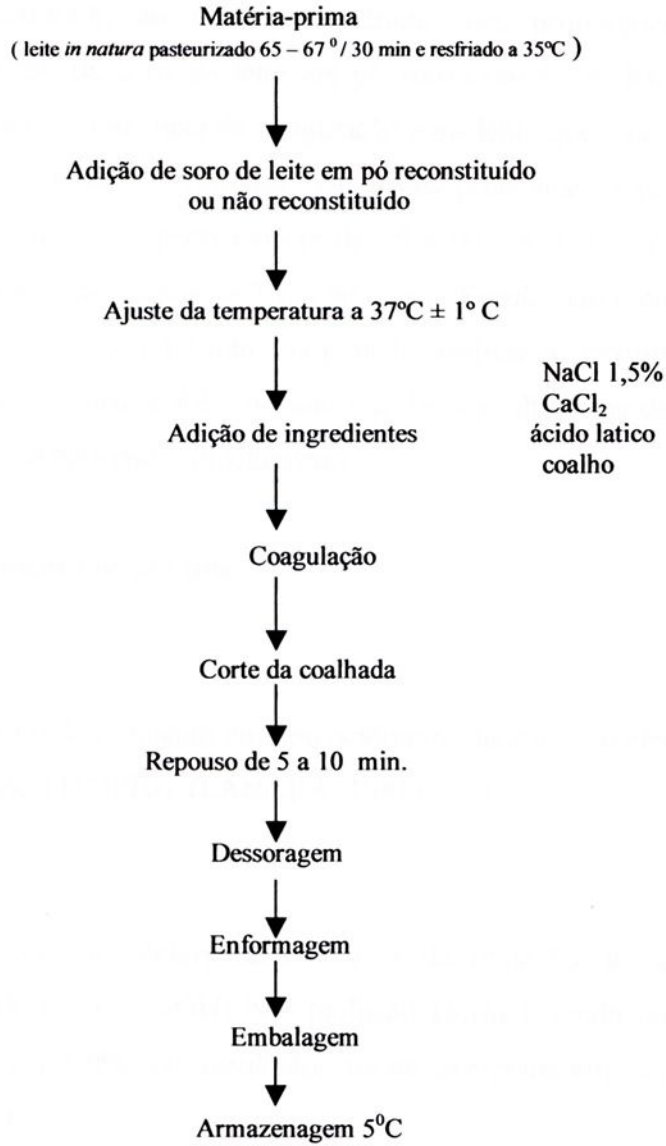
No momento da fabricação do queijo, o soro de leite em pó reconstituído foi misturado ao leite pasteurizado, nas proporções previamente definidas. Em seguida, homogeneizou-se e ajustou-se à temperatura de 35 ± 1°C.

2.2. Técnica de fabricação do queijo Minas Frescal

Para a fabricação dos queijos, foram utilizados 09 litros de leite em cada tratamento, que foram os seguintes:

- Tratamento 1: Leite pasteurizado.
- Tratamento 2: Leite pasteurizado adicionado com 2,5% de soro de leite em pó não reconstituído.
- Tratamento 3: Leite pasteurizado adicionado com 2,5% de soro de leite em pó reconstituído.
- Tratamento 4: Leite pasteurizado adicionado com 5% de soro de leite em pó não reconstituído.
- Tratamento 5: Leite pasteurizado adicionado com 5% de soro de leite em pó reconstituído.

Como mostra o fluxograma abaixo:



FLUXOGRAMA 1- Esquema de fabricação do queijo Minas Frescal com adição de soro de leite em pó reconstituído e não reconstituído.

No momento da fabricação desses queijos, o soro de leite em pó preparado anteriormente, foi misturado ao leite pasteurizado, nas proporções previamente definidas. Como a adição de soro de leite em pó reconstituído ao leite pasteurizado resulta em uma mistura com uma taxa de coagulação mais lenta que a do leite fresco, os tempos de coagulação adotados (com base em testes preliminares) para o leite dos tratamentos posteriores foram respectivamente de 55 e 60 minutos. A coalhada obtida foi cortada de modo a se obter cubos de 1 cm de aresta. Finalizando o corte, o coágulo foi deixado em repouso por 5 a 10 minutos para intensificar a dessoragem desejada. Após a retirada do soro, a massa foi colocada em formas cilíndricas de plástico para enformagem e após foram embaladas devidamente.

3. Análises físico-químicas dos queijos.

3.1. pH

O pH do queijo foi determinado em potenciômetro digital, com eletrodo de vidro da marca Digimed, modelo DMPH-2 (LANARA, 1981).

3.2. Acidez titulável

A acidez do queijo foi determinada através da titulação das amostras com solução de hidróxido de sódio (NaOH) N/9 (solução Dornic), tendo como indicador solução de fenolftaleína a 1,0%. Os resultados foram expressos em gramas de ácido láctico (LANARA, 1981).

3.3. Matéria seca

As determinações de matéria-seca dos queijos foram efetuadas em estufa simples a 85°C por 12 horas ou até peso constante (LANARA, 1981).

3.4. Proteínas

O teor de proteína total do queijo foi determinado pelo método de Kjeldahl (técnica do micro Kjeldahl), multiplicando-se o valor do nitrogênio total por 6,38 (A.O.A.C., 1995).



3.5. Determinação de Tirosina

A determinação do teor de tirosina foi feita segundo a técnica descrita por HULL (1947), com algumas adaptações para queijos, uma vez que este método é empregado para determinar a hidrólise protéica em leite, como descrito abaixo:

Para determinar a concentração de tirosina em queijos, colocou-se 5,0g da amostra em béquer de 50ml, 1ml de água destilada e 10ml de ácido tricloroacético 0,72N. A amostra foi homogeneizada e ficou em repouso por 30 minutos, sendo em seguida filtrada em filtro de papel Whatman nº1. Cinco mililitros do filtrado foram colocados em um frasco erlenmeyer de 125ml, juntamente com 10ml do reagente carbonato de sódio e 3ml do reagente fenol. Após 5 minutos, foi centrifugado por 3 minutos a 800 – 1200rpm e o sobrenadante, foi utilizado para leitura no espectrofotômetro a 650nm. A leitura foi aplicada na equação da reta padrão da tirosina preparada antecipadamente para determinar a tirosina equivalente da amostra. Os resultados são expresso em mg de tirosina/100gr de amostra.

3.6. Fracionamento do nitrogênio total do queijo

Nitrogênio solúvel em água

Foi determinado segundo SCHIMIDT-HEBBEL (1956) utilizando-se o método micro-Kjeldhal (A.O.A.C.,1980) e multiplicando-se pelo fator 6,38.

3.7. Cálculo do índice de extensão da proteólise do queijo

Para cálculo do índice de extensão da proteólise do queijo empregou-se a fórmula citada por FURTADO & PARTRIDGE (1988) e WOLFSCHOON-POMBO (1983).

3.8. Índice de Extensão

Relação entre a porcentagem de nitrogênio solúvel a pH 4,6 e a porcentagem de nitrogênio total, obtidos como anteriormente relatados.

$$\text{Índice de Extensão} = \frac{\text{Nitrogênio Solúvel}}{\text{Nitrogênio Total}} \times 100$$

4. Cálculo de Rendimento de Fabricação

A avaliação do rendimento dos queijos obtidos à partir de diferentes níveis de substituição protéica foi feita em termos de litros de leite /Kg de queijo.



5. Avaliação da aceitabilidade do produto

Os queijos foram avaliados quanto ao sabor, aroma, textura e coloração, por uma equipe de 10 degustadores não treinados.



AVALIAÇÃO DA ACEITABILIDADE

Provedor: _____

Data : ____/____/____

Instruções:

- Você irá receber uma série de amostras, prove cuidadosamente cada uma delas.
- Represente o quanto gostou ou desgostou de cada amostra, de acordo com a seguinte escala:

- Ótimo = 5
- Bom = 4
- Regular = 3
- Ruim = 2
- Péssimo = 1

AMOSTRA	SABOR	AROMA	TEXTURA	COR/ASPECTO
1				
2				
3				
4				
5				

Observações: _____

6. Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com os fatores tratamento e tempo de armazenamento no esquema parcela subdividida com tratamentos nas parcelas e tempo como subparcelas.

Os dados foram analisados utilizando-se o sistema de análise estatística Sanest.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que as características físico-químicas e o índice de proteólise são tomados como base para estabelecer a qualidade, vida de prateleira do produto (tempo de conservação) e aceitabilidade do queijo tipo Minas Frescal, na Tabela 1, encontram-se os valores dos resultados da análise de variância através dos níveis mínimos de significância para as análises físico-químicas do queijo.



TABELA 1 – Resultados da análise de variância através dos níveis mínimos significância para as análises físico-químicas do queijo tipo Minas Frescal.

	Umidade (%)	Matéria seca (%)	pH	Acidez Titulável (°D)	Nitrogênio Solúvel (%)	Proteína Solúvel (%)	Nitrogênio Total (%)	Proteína Total (%)	Índice de Proteólise	Tirosina
Tratamentos (Tr)	0,00002	0,00002	0,00044	0,00001	0,00002	0,00002	0,00005	0,00005	0,00055	0,00002
Tempo de armazenamento (Te)	0,13044	0,13044	0,00127	0,00001	0,00355	0,00335	0,00019	0,00019	0,00272	0,00472
Tr x Te	0,08705	0,08705	0,10863	0,00001	0,00149	0,00139	0,04334	0,04636	0,24019	0,00078
CV (Tr) (%)	2,36	4,28	1,35	7,02	7,50	7,52	6,64	6,60	19,60	7,92
CV (Te) (%)	2,71	4,91	1,41	6,82	10,29	10,30	5,80	5,82	20,78	6,87



A umidade foi significativa em relação aos tratamentos, como pode ser observado na Tabela 1.

TABELA 2 – Umidade expressa em gramas de água/100 g de queijo. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)			Médias
	1	5	9	
1	67,54ab	65,58ab	63,78b	65,63b
2	64,11b	62,16bc	62,27b	62,85c
3	57,33c	58,43c	59,84b	58,53d
4	69,54a	67,91a	68,01a	68,49a
5	66,80ab	64,47ab	68,25a	66,51ab

D. M. S. 5% = 2,36435 D. M. S. 1% = 3,12196

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Tratamento 1: Leite (Testemunha).
Tratamento 2: Leite + 2,5% de soro de leite em pó não reconstituído (2,5% SLPNR).
Tratamento 3: Leite + 2,5% de soro de leite em pó reconstituído(2,5% SLPNR).
Tratamento 4: Leite + 5% de soro de leite em pó não reconstituído (5% SLPNR).
Tratamento 5: Leite + 5% de soro de leite em pó reconstituído (5% SLPR).

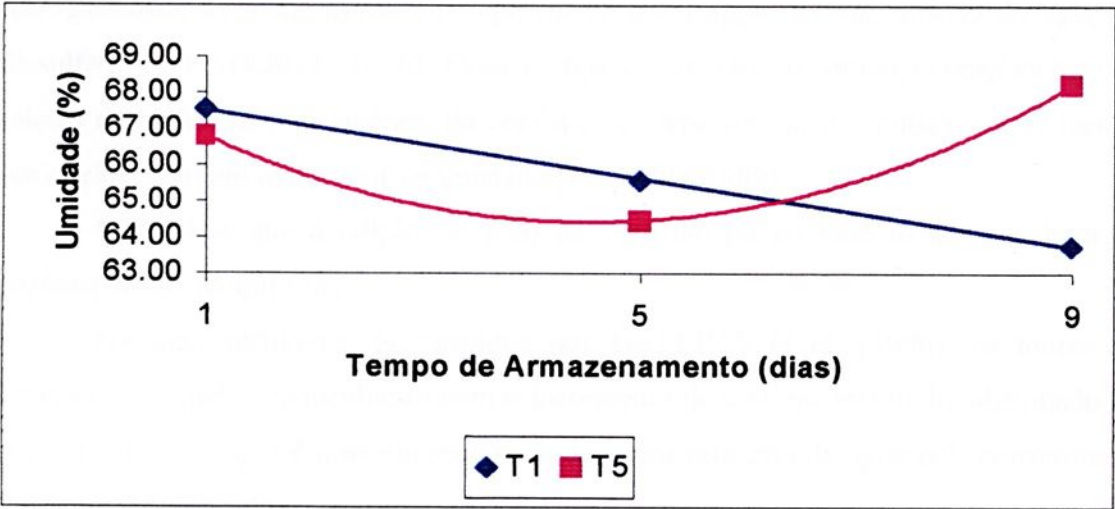


FIGURA 1 – Análise de tendência do teor de umidade (%) dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.

Os resultados médios para o teor de umidade encontram-se na Tabela 2. Observa-se que durante o período de armazenamento nos dias 1, 5 e 9, o teor de umidade dos tratamentos 4 e 5 com 5% (SLPNR e SLPR), não diferiram entre si e

foram significativamente maiores que os demais tratamentos, com exceção do tratamento testemunha nos 1º e 5º dias de armazenamento. O maior teor de umidade nos tratamentos 4 e 5 foi devido a adição de 5% de soro de leite em pó, principalmente no tratamento 4 onde foi adicionado soro de leite em pó não reconstituído, concordando com a literatura, que descreve que pode ocorrer aumento da umidade.

O tratamento 1 que é o testemunha, mostra uma queda no teor de umidade, porém de forma lenta ao período de tempo estudado, variando de 68,00 a 63,75. A queda no teor de umidade para o tratamento testemunha está de acordo com a literatura pois, à medida que passa o tempo, tem a tendência de perder umidade.

No tratamento 5 observa-se que há uma queda no teor de umidade até o 5º dia de armazenamento e a partir daí observa-se um aumento no teor de umidade com o passar dos dias.

De acordo com SPADOTI et al. (1999), utilizando leite reconstituído na fabricação de queijo mussarela, constatou que os teores de umidade dos queijos aumentaram significativamente, variando de 47,21 (testemunha), 49,18 (T1) e 50,82 (T2) com 10 e 20% de leite reconstituído, à medida em que se elevou a porcentagem de leite reconstituído. Esse aumento ocorreu, porque o leite reconstituído apresenta uma maior porcentagem de soroproteínas desnaturadas pelo calor, principalmente β lactoglobulina, as quais formam complexos com a Kappa caseína, através de ligações dissulfeto (WENDORFF, 1996). Esses complexos interferem com as interações micela-micela responsáveis pela sinérese da coalhada, provocando uma redução, o que resulta em queijos com um maior teor de umidade (PEARSE, 1989).

Conclui-se que a adição de soro de leite em pó ao leite *in natura* altera os parâmetros do produto final.

Segundo resultados encontrados por GALLINA et al. (1996), os teores de umidade dos queijos aumentaram com o incremento de leite reconstituído adicionado ao leite *in natura*, o que é uma consequência da maior retenção de água pela soroproteína desnaturada pelo calor.

De acordo com SILVA et al. (1998), trabalhando com influência do tipo de salga nas características físico-químicas e aceitabilidade do queijo minas frescal, os valores não foram significativos para teor de umidade sendo que os tipos de salga dentro de tempos de armazenamento, a umidade variou com o tipo de salga utilizada. Quando se utilizou salga seca a média da umidade foi significativamente maior (43,36), quando



comparada com salga no leite mais salga úmida. Entretanto, observa-se que entre tipos de salga e tempos de armazenamento a umidade não apresentou diferença significativa.

No presente trabalho, constatou-se uma queda no teor de umidade no tratamento 1 (testemunha) à medida que aumentava o tempo de armazenamento, sendo que o tratamento 5 obteve uma variação, diminuindo o teor de umidade até o 5º dia de armazenamento, vindo a aumentar com o passar dos dias.

ISEPON (1989), trabalhando com queijos processados com leite pasteurizado e não pasteurizado observou que os queijos processados com leite pasteurizado apresentaram teores de umidades (37,54%) inferiores aqueles queijos processados com leite não pasteurizado (40,01%).

SOUZA et al. (2002), estudando a avaliação de características físico-químicas e microbiológicas de queijo Minas Frescal light comercializado em Belo Horizonte – MG, encontraram resultados de acordo com os padrões físico-químicos oficiais para inspeção e classificação de queijos no Brasil (BRASIL, MA, 1996). As amostras analisadas foram enquadradas como queijo muito alta umidade, média de 68,78%.

A umidade encontrada em queijo tipo colonial variou de 36,90 a 49,86%, com valor médio de 44,91%. O resultado encontrado neste trabalho, foi superior ao apresentado por LÜBECK et al. (2001), 39,37% de umidade em queijo colonial. A amplitude de variação pode ser justificada pela falta de padronização das etapas de fabricação dos queijos artesanais. Quanto maior a umidade mais passível de alterações.

Embora não exista procedimentos de padronização nos processos de fabricação dos queijos, os resultados de umidade entre as amostras foram próximos, variando de 37,91 a 43,07%. A umidade está relacionada ao nível de dissoramento, a forma de salga e condições de maturação (FOX et al. 1996). De acordo com ANTUNES (1997) para o conteúdo de umidade, este tipo de queijo pode ser classificado como de alta média umidade, geralmente conhecidos como queijos de massa semi-dura, se situado entre 36,0 e 45,9%. O teor médio de umidade deste produto é inferior ao encontrado por LONDOÑO (1998) de 46,88% para o queijo minas padrão e de 44,0% para o queijo prato (ALVES, 1999).

A matéria-seca foi significativamente afetada com relação ao tratamento (Tabela 1).



TABELA 3 – Matéria Seca expressa em gramas/100 g de queijo. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)			Médias
	1	5	9	
1	32,46bc	34,42bc	36,22a	34,37c
2	35,89b	37,84ab	37,73a	37,15b
3	42,67a	41,57a	40,16a	41,47a
4	30,46c	32,09c	31,99b	31,51d
5	33,20bc	35,53bc	31,75b	33,48cd

D. M. S. 5% = 2,36435 D. M. S. 1% = 3,12196

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

- Tratamento 1: Leite (Testemunha).
Tratamento 2: Leite + 2,5% de soro de leite em pó não reconstituído (2,5% SLPNR).
Tratamento 3: Leite + 2,5% de soro de leite em pó reconstituído (2,5% SLPR).
Tratamento 4: Leite + 5% de soro de leite em pó não reconstituído (5% SLPNR).
Tratamento 5: Leite + 5% de soro de leite em pó reconstituído (5% SLPR).

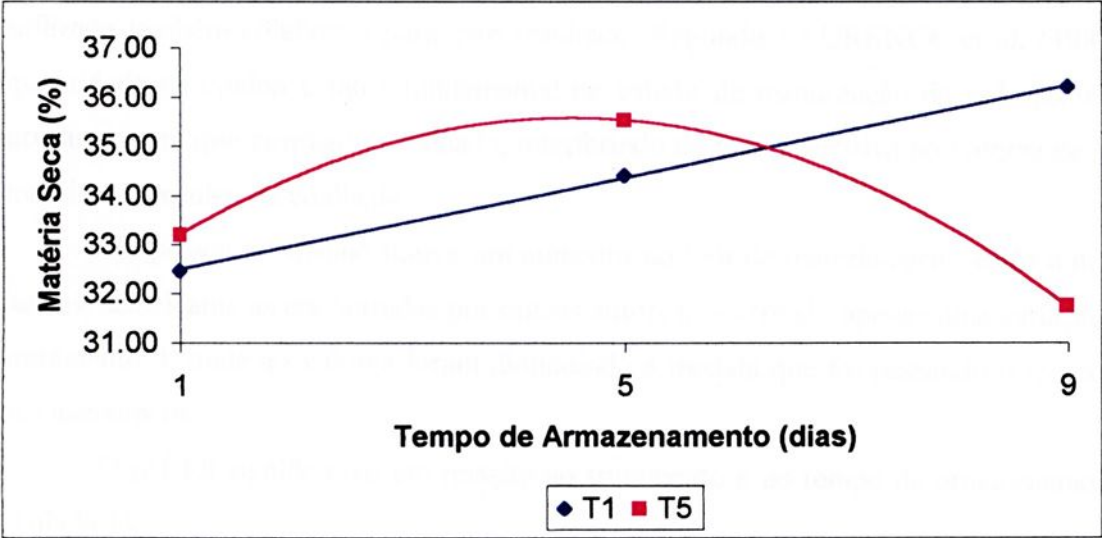


FIGURA 2 – Análise de tendência do teor de matéria-seca (%) dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.

Os resultados médios para o teor de matéria seca encontram-se na Tabela 3. Observa-se que durante o período de armazenamento, nos dias 1, 5 e 9, o teor de matéria seca do tratamento 3 (2,5% SLPR) foi significativamente maior que os demais, e não diferiu do tratamento 2 (2,5% SLPNR) no 5º e 9º dias de armazenamento e do tratamento 1 (testemunha) no 9º dia de armazenamento. Estes resultados são coerentes

com o teor de umidade pois, conforme aumenta o teor de umidade, tende a diminuir o teor de matéria-seca.

O tratamento 1 (testemunha) mostra um aumento no teor de matéria-seca, porém de forma lenta em relação ao período de tempo estudado, variando 32,50 a 36,24.

No tratamento 5 (5% de soro de leite em pó reconstituído) observa-se que há um aumento de matéria-seca até o 5º dia de armazenamento e a partir daí, em função da proteólise há uma tendência de queda com o passar dos dias. Importante salientar que embora ocorra uma diminuição de matéria-seca a partir do 5º dia, ela proporciona maior valor de matéria-seca sobretudo até o 5º dia.

YUNES & BENEDET (2000) trabalhando com o desenvolvimento experimental de um queijo fresco de leite da espécie bubalina, constataram que onde foi utilizada a menor quantidade de cloreto de cálcio (0,25 ml), variando de 1,75 a 0,25, obteve-se o maior percentual de proteína no extrato seco, o que também pode ser devido à própria composição centesimal do leite empregado e/ou do melhor aproveitamento de sólidos durante a fabricação. De acordo com VAN DENDER et al. (1989) este acelera a saída de soro, influenciando também no rendimento. A pequena quantidade de coalho utilizada também colaborou para este resultado. Segundo LAURENCE et al. (1987) a quantidade de coalho é fator fundamental no estado de manutenção da rede protéico-gordurosa em que consiste a coalhada, interferindo de forma decisiva no volume de soro mantido o expulso da coalhada.

No presente trabalho houve um aumento no teor de matéria-seca, sendo a média destes, semelhante as encontradas por outros autores, ocorrendo apenas uma variação no tratamento 3, onde os valores foram diminuindo à medida que foi passando o tempo de armazenamento.

O pH foi significativo em relação ao tratamento e ao tempo de armazenamento. (Tabela 1).



TABELA 4 – Valores médios de pH dos queijos tipo Minas Frescal. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)			Médias
	1	5	9	
1	6,55bc	6,69ab	6,79a	6,68bc
2	6,48c	6,50b	6,76a	6,58c
3	6,55bc	6,56b	6,69a	6,60c
4	6,87a	6,84a	6,84a	6,85a
5	6,70ab	6,87a	6,85a	6,81ab

D. M. S. 5% = 0,14053

D. M. S. 1% = 0,18556

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Tratamento 1: Leite (Testemunha).

Tratamento 2: Leite + 2,5% de soro de leite em pó não reconstituído (2,5% SLPNR).

Tratamento 3: Leite + 2,5% de soro de leite em pó reconstituído (2,5% SLPR).

Tratamento 4: Leite + 5% de soro de leite em pó não reconstituído (5% SLPNR).

Tratamento 5: Leite + 5% de soro de leite em pó reconstituído (5% SLPR).

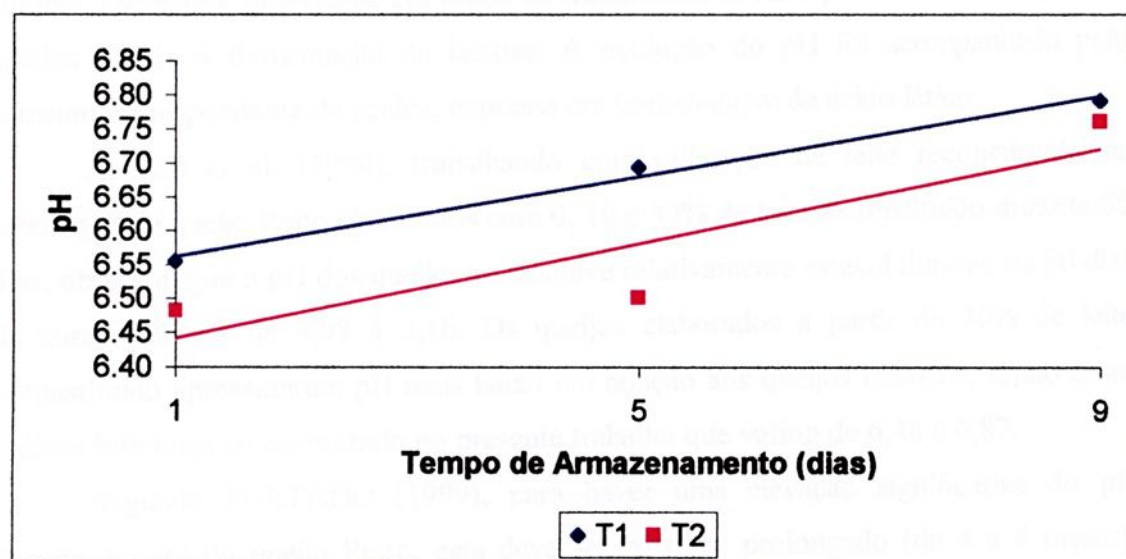


FIGURA 3 – Análise de tendência do teor de pH dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.

Os resultados médios para o teor de pH encontram-se na Tabela 4. Observa-se que durante o período de armazenamento, nos dias 1, 5 e 9, o teor de pH dos tratamentos 4 e 5 com 5% (SLPNR e SLPR), não diferiram entre si e foram significativamente maiores que os demais tratamentos, com exceção do 9º dia de armazenamento onde todos os tratamentos foram significativamente maiores, sendo que

o teor de pH aumentou à medida que aumentou o período de armazenamento.

Os tratamentos mostram um aumento gradativo no valor de pH, porém de forma gradativa em relação ao período de tempo estudado, variando de 6,55 a 6,79 para o tratamento 1 e de 6,45 a 6,72 para o tratamento 2. O tratamento 1 foi coerente com o teor de acidez titulável.

SPADOTI et al. (1999) ao avaliar o uso de leite reconstituído na fabricação de queijo mussarela, observou que as variações de pH não foram significativas, variando de 5,36 à 5,43 nos diferentes tratamentos, onde foi adicionado 10 e 20% de leite reconstituído ao leite *in natura*, sendo os valores encontrados semelhantes aos obtidos por LEE et al. (1980) e KINDSTEDT et al. (1992) em queijos mussarela de baixa umidade e parcialmente desnatados, dois dias após a sua fabricação.

De acordo com SABOYA (1998) os resultados obtidos da evolução do pH dos queijos, trabalhando com efeitos físico-químicos da adição de leite reconstituído na fabricação de queijo minas frescal, um dia após a sua fabricação e a cada sete dias, durante 3 semanas, observa-se em todos os tratamentos diminuição do valor do pH dos queijos devido à fermentação da lactose. A evolução do pH foi acompanhada pelo aumento correspondente da acidez, expressa em porcentagem de ácido láctico.

ALVES et al. (1999), trabalhando com utilização de leite reconstituído na fabricação de queijo Prato elaborados com 0, 10 e 30% de leite reconstituído durante 50 dias, observou que o pH dos queijos se manteve relativamente estável durante os 50 dias de cura, variando de 4,98 à 5,16. Os queijos elaborados a partir de 30% de leite reconstituído apresentaram pH mais baixo em relação aos queijos controle, sendo esses valores inferiores ao encontrado no presente trabalho que variou de 6,48 a 6,87.

Segundo FURTADO (1999), para haver uma elevação significativa do pH durante a cura do queijo Prato, esta deve ser bastante prolongado (de 4 a 6 meses), tempo suficiente para que o queijo sofra degradação mais extensa das proteínas liberando componentes neutralizantes como aminas, amônia, etc.

RAMOS et al. (2002), estudando a avaliação microbiológica e físico-química de queijo Minas Frescal comercializado em feira livre de Viçosa – MG, obteve valores de pH não significativos (5,95 a 6,64) e os valores para umidade encontram-se no padrão (46,77 a 57,57) considerando-se que o queijo Minas Frescal enquadra-se na categoria de muita alta umidade pela Portaria 451 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (maior que 55%), sendo esses valores aceitáveis.

SILVA et al. (2001), estudando a elaboração e avaliação de uma bebida láctea fermentada à base de soro de leite fortificada com ferro, observaram que a variação do pH das amostras foi de acordo com o esperado, abaixando gradativamente no decorrer dos 7 dias de estocagem, atingindo valores que variaram de 4,31 a 4,00. A atividade metabólica das bactérias está relacionada com o valor de pH que pode favorecer um determinado grupo em detrimento de outro. A acidez no período de 7 dias de estocagem variou de 0,67 a 0,93% de ácido láctico. O aumento da acidez titulável é diretamente proporcional ao tempo de armazenamento.

CASTRO et al. (2000), estudando a utilização de leite cru e soro fermento na fabricação de queijo provolone, observaram que o pH inicial é menor para os queijos elaborados com soro fermento, devido à sua elevada acidez.

O pH decresceu nos dois tratamentos e o pH final foi menor para os queijos elaborados com utilização de soro fermento. O decréscimo do pH deve-se ao consumo de lactose e a elevação posterior do pH se deve à neutralização da massa pelo fenômeno da proteólise com liberação de compostos aminados.

Na Tabela 5, observa-se que a acidez titulável foi significativa em relação ao tratamento, ao tempo de armazenamento e a interação tratamento x tempo.

TABELA 5 – Valores médios da acidez titulável expressa em gramas de ácido láctico/100 g de queijo. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)			Médias
	1	5	9	
1	0,30c	0,38d	0,39b	0,35c
2	0,57b	0,80b	0,42b	0,60b
3	0,75a	0,91a	0,47b	0,71a
4	0,37c	0,41d	0,41b	0,40c
5	0,52b	0,55c	0,62a	0,57b
D. M. S. 5% = 0,05721		D. M. S. 1% = 0,07554		

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Tratamento 1: Leite (Testemunha).

Tratamento 2: Leite + 2,5% de soro de leite em pó não reconstituído (2,5% SLPNR).

Tratamento 3: Leite + 2,5% de soro de leite em pó reconstituído (2,5% SLPR).

Tratamento 4: Leite + 5% de soro de leite em pó não reconstituído (5% SLPNR).

Tratamento 5: Leite + 5% de soro de leite em pó reconstituído (5% SLPR).

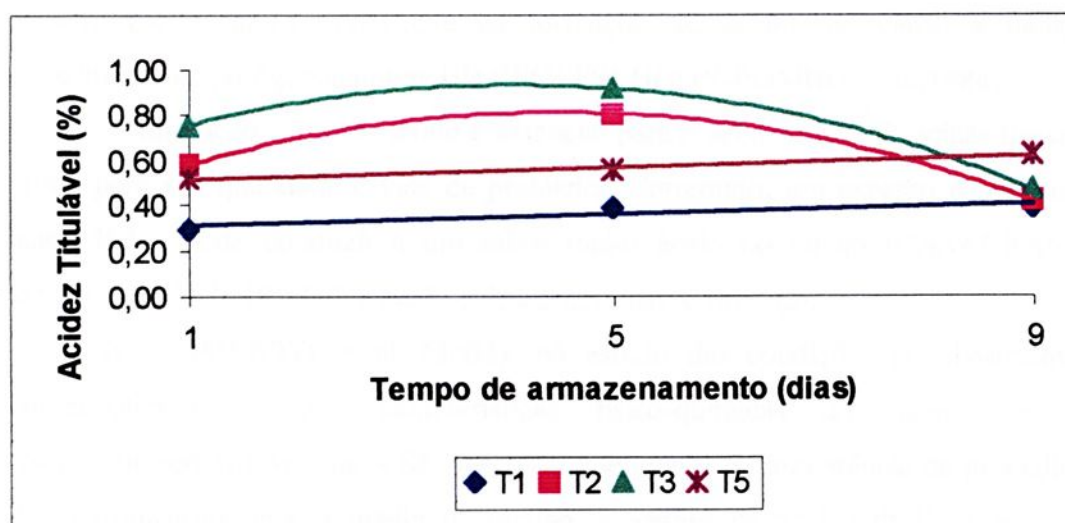


FIGURA 4 – Análise de tendência da acidez titulável (%) dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.

Os resultados médios para o teor de acidez titulável encontram-se na Tabela 5. Observa-se que durante o período de armazenamento, nos dias 1 e 5, o tratamento 3 (2,5% SLPR) foi significativamente maior que os demais tratamentos e no 9º dia o tratamento 5 (5% SLPR) foi significativamente maior que os demais tratamentos. Os tratamentos 3 (2,5% SLPR) e 5 (5% SLPR) foram os que apresentaram maior teor de acidez titulável devido a solubilidade deste soro pois ele é rico em lactoalbumina e esta é solúvel na água, não se coagula pelo coalho, mas pelo calor e pelos ácidos. Quando se fabrica queijos, a albumina sai junto com o soro.

Os tratamentos 1 e 5 mostram um aumento gradativo no teor de acidez titulável, porém de forma lenta em relação ao período de tempo estudado, variando de 0,300 a 0,400 para o tratamento 1 e 0,501 a 0,617 para o tratamento 5.

Nos tratamentos 2 e 3 observa-se que há um aumento do teor da acidez titulável até o 5º dia de armazenamento e a partir daí a uma tendência de queda com o passar dos dias. Importante salientar, que embora ocorra uma diminuição no teor de acidez a partir do 5º dia, elas proporcionaram maior valor de acidez, sobretudo, até o 5º dia.

SABOYA (1998), trabalhando com efeito físico-químicos da adição de leite reconstituído na fabricação de queijo minas frescal, observou em todos os tratamentos um aumento da acidez titulável devido a fermentação da lactose, que desaparece nos primeiros dias de estocagem. A partir daí, a acidez tende a estabilizar-se, o mesmo observado no presente trabalho. A velocidade de fermentação e quantidade de ácido láctico produzido influenciam a qualidade do queijo, além de regular o pH e o equilíbrio

iônico, que é muito importante na formação de lactato de cálcio e inibição de crescimento de patógenos potenciais (WOLFSCHOON-POMBO et al., 1984).

A formação do ácido láctico é essencial para o sabor do queijo minas frescal, bem como para sua qualidade e vida de prateleira. Entretanto, um excesso na produção de ácido láctico pode conduzir a um sabor muito ácido no queijo (CASAGRANDE & WOLFSCHOON-POMBO, 1988) e descaracterizar o produto.

NASCIMENTO et al. (2002), no estudo das condições de abastecimento e comercialização e das características físico-químicas do queijo de coalho comercializado em Aracaju – SE observou que apesar da inexistência de procedimentos de padronização para o queijo de coalho, a análise da acidez titulável expressa em porcentagem de ácido láctico apresentou variação de 0,61 a 2,51%, com valor médio de 1,29%. Essa ocorrência pode ser devido a falta de padronização do leite utilizado e/ou da técnica de fabricação.

Para LÜBECK et al. (2001), estudando a avaliação de características físico-químicas e microbiológicas de algumas marcas de queijo tipo colonial produzido no sudoeste do estado do Paraná, observou que a acidez titulável expressa em porcentagem de ácido láctico apresentou pequena variação, com valor médio de 0,74%, possivelmente por fatores relacionados à falta de padronização da matéria-prima. O valor médio obtido foi maior a 0,24% para o queijo minas curado (OLIVEIRA et al., 2000) e igual a 0,74% para o queijo minas artesanal (FERREIRA et al., 1993).

O nitrogênio solúvel foi significativamente afetado pelos efeitos do tratamento, do tempo de armazenamento e da interação tratamento x tempo (Tabela 1).



TABELA 6 – Nitrogênio Solúvel expresso em gramas/100 g de queijo. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)			Médias
	1	5	9	
1	0,07c	0,12b	0,14b	0,11c
2	0,17b	0,16ab	0,18a	0,17b
3	0,15b	0,15ab	0,20a	0,16b
4	0,18b	0,17a	0,18a	0,18ab
5	0,22a	0,18a	0,18a	0,20a

D. M. S. 5% = 0,01918 D. M. S. 1% = 0,02533

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p < 0,05).

- Tratamento 1: Leite (Testemunha).
Tratamento 2: Leite + 2,5% de soro de leite em pó não reconstituído (2,5% SLPNR).
Tratamento 3: Leite + 2,5% de soro de leite em pó reconstituído (2,5% SLPR).
Tratamento 4: Leite + 5% de soro de leite em pó não reconstituído (5% SLPNR).
Tratamento 5: Leite + 5% de soro de leite em pó reconstituído (5% SLPR).

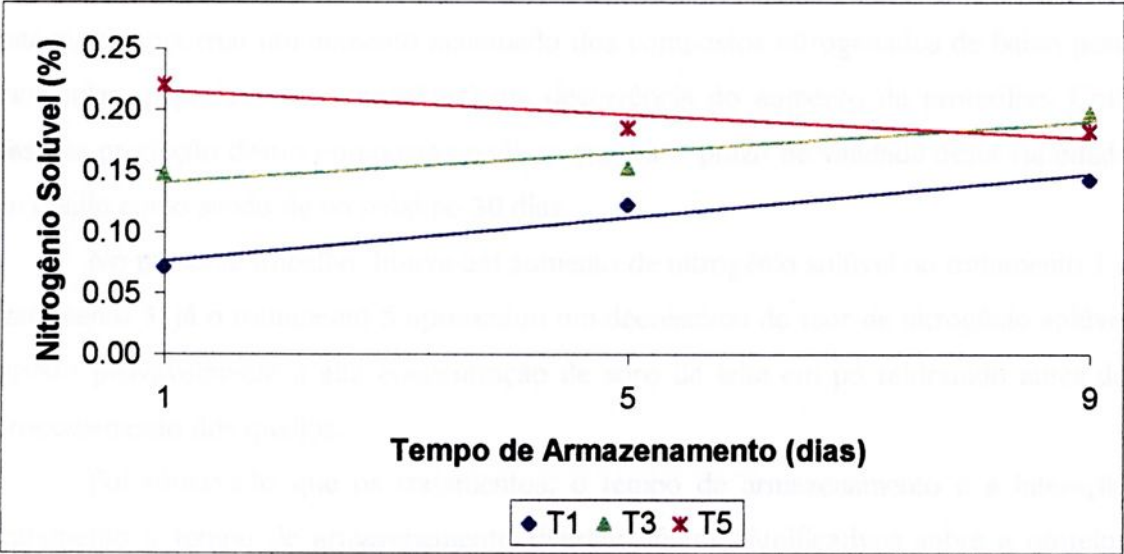


FIGURA 5 – Análise de regressão do nitrogênio solúvel (%) dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.

Os resultados médios para o teor de nitrogênio solúvel encontram-se na Tabela 6. Observa-se que durante o período de armazenamento, nos dias 1, 5 e 9, o tratamento 1 (Testemunha) foi o que apresentou os menores teores de nitrogênio solúvel, diferindo dos demais tratamentos em todos os tempos de armazenamento. A medida que foi adicionando o soro de leite em pó nos tratamentos, foi aumentando também o teor de

nitrogênio solúvel, estando este relacionado com a proteólise, conforme demonstra a literatura.

Os tratamentos 1 e 3 mostram um aumento gradativo no teor de nitrogênio solúvel, porém de forma lenta em relação ao período de tempo estudado, variando de 0,07 a 0,15 para o tratamento 1 e de 0,15 a 0,19 para o tratamento 3.

No tratamento 5, observa-se que houve uma tendência de queda com o passar dos dias. Talvez devido a degradação de aminoácidos.

Conforme VIANA (2002), as análises de nitrogênio solúvel em pH 4,6 e TCA 24% expressam os níveis de proteólise dos queijos e permitem avaliar o tempo de validade do produto em função da degradação dos compostos nitrogenados. A análise de Nitrogênio solúvel em pH 4,6 é utilizada para avaliação do teor de peptídeos, já a análise de Nitrogênio solúvel em TCA 24% é utilizada na avaliação do teor de aminoácidos, presentes nos queijos. Segundo o mesmo autor, trabalhando com produção de queijo tipo cottage por acidificação direta do leite com ácido láctico como coadjuvante no processo de fermentação constatou que entre o 20º e 30º dias de estocagem, ocorreu um aumento acentuado dos compostos nitrogenados de baixo peso molecular (peptídeos e aminoácidos) em decorrência do aumento da proteólise. Com base na produção destes compostos pode-se sugerir o prazo de validade desta variedade de queijo como sendo de no máximo 30 dias.

No presente trabalho, houve um aumento de nitrogênio solúvel no tratamento 1 e tratamento 3, já o tratamento 5 apresentou um decréscimo do teor de nitrogênio solúvel devido provavelmente a alta concentração de soro de leite em pó reidratado antes do processamento dos queijos.

Foi observado que os tratamentos, o tempo de armazenamento e a interação tratamento x tempo de armazenamento tiveram efeitos significativos sobre a proteína solúvel (Tabela 1).



TABELA 7 – Proteína Solúvel expressa em gramas/100 g de queijo. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)			Médias
	1	5	9	
1	0,45c	0,78b	0,91b	0,71c
2	1,08b	1,01a	1,17a	1,09b
3	0,94b	0,97ab	1,25a	1,05b
4	1,13b	1,09a	1,20a	1,14ab
5	1,41a	1,18a	1,16a	1,25a

D. M. S. 5% = 0,12229 D. M. S. 1% = 0,16147

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p < 0,05).

- Tratamento 1: Leite (Testemunha).
Tratamento 2: Leite + 2,5% de soro de leite em pó não reconstituído (2,5% SLPNR).
Tratamento 3: Leite + 2,5% de soro de leite em pó reconstituído (2,5% SLPR).
Tratamento 4: Leite + 5% de soro de leite em pó não reconstituído (5% SLPNR).
Tratamento 5: Leite + 5% de soro de leite em pó reconstituído (5% SLPR).

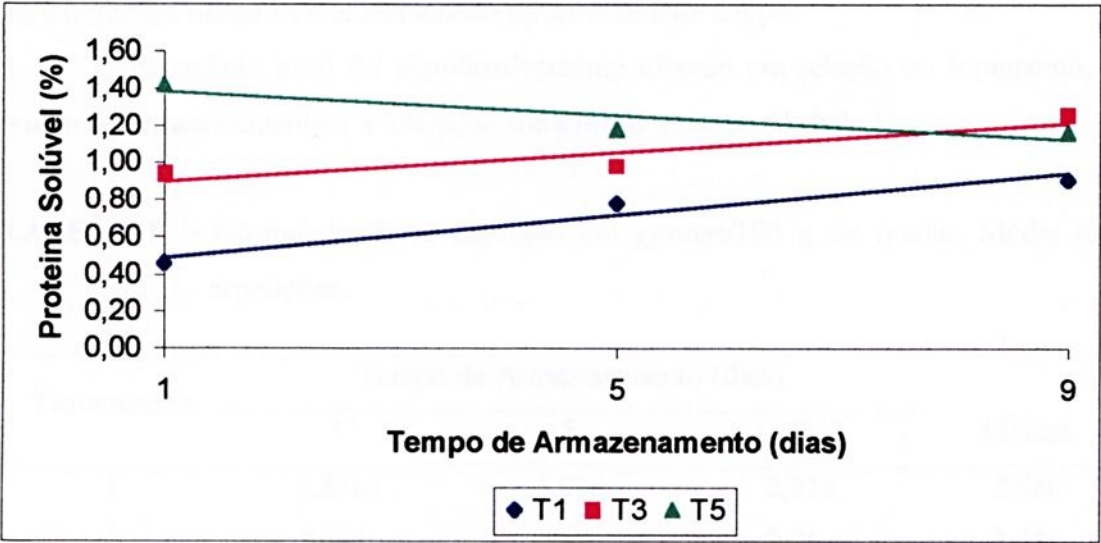


FIGURA 6 – Análise de tendência da proteína solúvel (%) dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.

Os resultados médios para o teor de proteína solúvel encontram-se na Tabela 7. Observa-se que durante o período de armazenamento, nos dias 1, 5 e 9, o teor de proteína solúvel do tratamento 5 (5% SLPR) não diferiram entre si e foi significativamente maior que os demais tratamentos no 1º dia de armazenamento, no 5º e 9º dia de armazenamento estes diferiram apenas do tratamento 1 (testemunha). Estes

resultados estão semelhantes aos teores de nitrogênio solúvel, apresentando um maior resultado nos tratamentos 4 e 5 (5 % SLPNR e 5% SLPR).

Os tratamentos 1 e 3 mostram um aumento gradativo no teor de proteína solúvel, porém de forma lenta com relação ao período de tempo estudado, variando de 0,50 a 0,94 para o tratamento 1 e de 1,00 a 1,21 para o tratamento 3. No tratamento 5 observa-se uma tendência de queda com o passar dos dias.

De acordo com OLIVEIRA et al. (2000) estudando o perfil do queijo minas curado destinado à fabricação de pão de queijo, constataram que as proteínas solúveis são um indicador do grau de maturação do queijo, neste trabalho ela variou entre 0,34% e 0,65%, valor muito alto, demonstrando que os queijos são comercializados com diferentes graus de maturação, uma vez que sua maturação ocorre nas condições ambiente dos diferentes postos de vendas. Este argumento talvez possa explicar o valor médio de 7,31% obtido após 20 dias de sua fabricação. O valor para proteína solúvel é superior a 4,03% obtido para o queijo Serra Português (MACEDO & MALCATA, 1997). No presente trabalho a média obtida foi acima das encontradas por estes autores para o queijo minas frescal adicionado de soro de leite em pó.

O nitrogênio total foi significativamente afetado em relação ao tratamento, ao tempo de armazenamento e a interação tratamento x tempo (Tabela 1).

TABELA 8 – Nitrogênio Total expresso em gramas/100 g de queijo. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)			Médias
	1	5	9	
1	2,83bc	3,01a	2,81a	2,88a
2	2,99b	3,03a	2,76a	2,93a
3	3,39a	3,05a	2,99a	3,14a
4	2,78bc	2,47b	2,31b	2,52b
5	2,55c	2,06c	2,06b	2,22c
D. M. S. 5% = 0,28201		D. M. S. 1% = 0,37237		

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Tratamento 1: Leite (Testemunha).

Tratamento 2: Leite + 2,5% de soro de leite em pó não reconstituído (2,5% SLPNR).

Tratamento 3: Leite + 2,5% de soro de leite em pó reconstituído (2,5% SLPR).

Tratamento 4: Leite + 5% de soro de leite em pó não reconstituído (5% SLPNR).

Tratamento 5: Leite + 5% de soro de leite em pó reconstituído (5% SLPR).

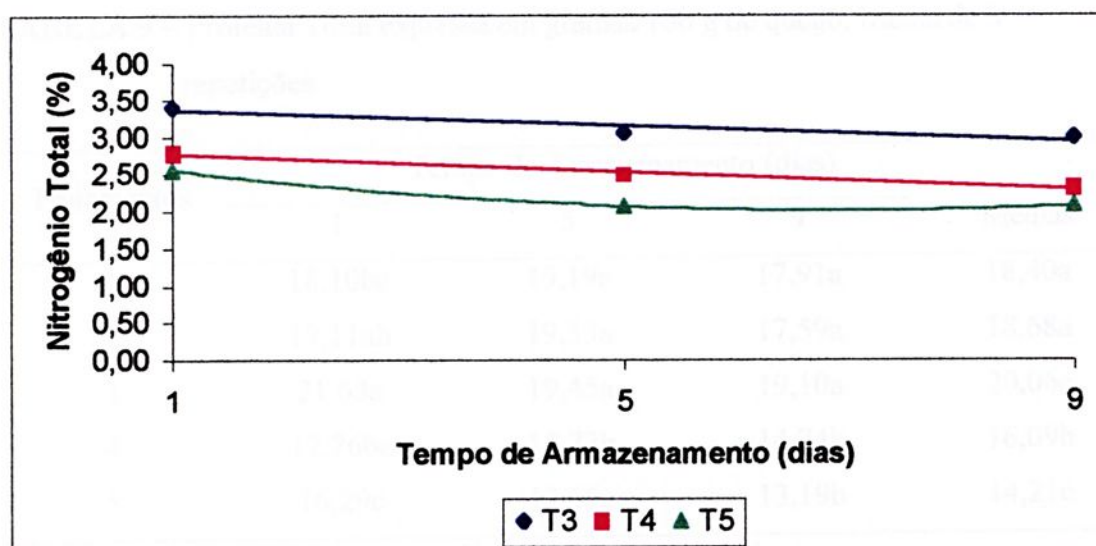


FIGURA 7 – Análise de tendência do nitrogênio total (%) dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.

Os resultados médios para o teor de nitrogênio total encontram-se na Tabela 8. Observa-se que durante o período de armazenamento, nos dia 1, 5 e 9, o teor de nitrogênio total do tratamento 3 (2,5% SLPR) não diferiram entre si e foi significativamente maior que os demais tratamentos no 1º dia de armazenamento, nos 5º e 9º dia de armazenamento não diferiu dos tratamentos 1 (Testemunha), 2 (2,5% SLPNR) e 3 (2,5% SLPR). Estes maiores resultados para os tratamentos 1 (Testemunha), 2 (2,5% SLPNR) e 3 (2,5% SLPR) estão inversamente proporcionais aos teores de nitrogênio solúvel e proteína solúvel, mostrando uma coerência com os resultados apresentados.

Os tratamentos mostram um aumento gradativo no teor de nitrogênio total, porém de forma lenta em relação ao tempo estudado, variando de 3,50 a 3,94 para o tratamento 3 e 2,90 a 3,35 para o tratamento 4.

No tratamento 5 houve uma tendência a queda com o passar dos dias até o 5º dia, estabilizando a partir daí.

A queda do teor de nitrogênio total no presente trabalho deve ser devido a quantidade de soro de leite em pó adicionado ao leite.

A proteína total foi significativa em relação ao tratamento, ao tempo de armazenamento e a interação tratamento x tempo (Tabela 1).

TABELA 9 – Proteína Total expressa em gramas/100 g de queijo. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)			Médias
	1	5	9	
1	18,10bc	19,19a	17,91a	18,40a
2	19,11ab	19,33a	17,59a	18,68a
3	21,63a	19,45a	19,10a	20,06a
4	17,76bc	15,77b	14,74b	16,09b
5	16,29c	13,15c	13,19b	14,21c

D. M. S. 5% = 1,78915 D. M. S. 1% = 2,36244

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p < 0,05).

- Tratamento 1: Leite (Testemunha).
Tratamento 2: Leite + 2,5% de soro de leite em pó não reconstituído (2,5% SLPNR).
Tratamento 3: Leite + 2,5% de soro de leite em pó reconstituído (2,5% SLPR).
Tratamento 4: Leite + 5% de soro de leite em pó não reconstituído (5% SLPNR).
Tratamento 5: Leite + 5% de soro de leite em pó reconstituído (5% SLPR).

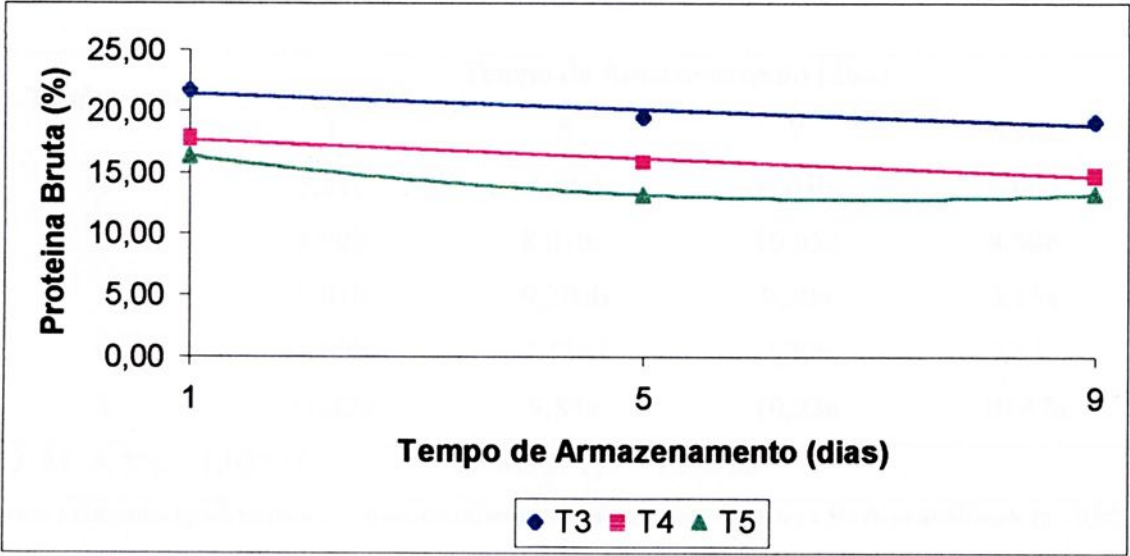


FIGURA 8 – Análise de tendência da proteína total (%) dos queijos nos tratamentos em relação ao tempo de armazenamento.

Os resultados médios para o teor de proteína total encontram-se na Tabela 9. Observa-se que durante o período de armazenamento, nos dias 1, 5 e 9, o teor de proteína total dos tratamentos 2 e 3 com 2,5% de SLPNR e SLPR, não diferiram entre si e foram significativamente maiores que os demais tratamentos, com exceção do tratamento 1 (testemunha) nos 5º e 9º dia de armazenamento.

Os tratamentos 3 e 4 mostram uma ligeira queda no teor de proteína total em

relação ao tempo estudado, variando de 22,00 a 18,79 para o tratamento 3 e 18,00 a 14,57 para o tratamento 4.

No tratamento 5 observa-se que há uma tendência a queda até o 5º dia, se estabilizando a partir daí.

VAN DENDER (1999), estudando as alterações físico-químicas e vida-de-prateleira do queijo minas frescal tradicional e fabricado método MMV, verificou que com relação ao teor de proteína total, os queijos de ultrafiltração apresentaram teores mais elevados de proteína total (13,96 a 15,38%) em relação ao produto comercial (12,84%).

No presente trabalho, ocorreu uma variação no teor de proteína total de 14,21 a 20,26%, sendo inferiores aos encontrados por estes autores.

O teor de tirosina foi significativo em relação ao tratamento, ao tempo de armazenamento e a interação tratamento x tempo.

TABELA 10 – Tirosina expressa em gramas/100 g de queijo. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)			Médias
	1	5	9	
1	5,31c	6,06d	6,63b	6,00d
2	8,00b	8,01bc	10,65a	8,90b
3	9,01b	9,20ab	9,30a	9,15a
4	7,60b	7,13cd	7,30b	7,33c
5	11,32a	9,84a	10,23a	10,47a

D. M. S. 5% = 1,02797 D. M. S. 1% = 1,35736

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p < 0,05).

- Tratamento 1: Leite (Testemunha).
- Tratamento 2: Leite + 2,5% de soro de leite em pó não reconstituído (2,5% SLPNR).
- Tratamento 3: Leite + 2,5% de soro de leite em pó reconstituído (2,5% SLPR).
- Tratamento 4: Leite + 5% de soro de leite em pó não reconstituído (5% SLPNR).
- Tratamento 5: Leite + 5% de soro de leite em pó reconstituído (5% SLPR).

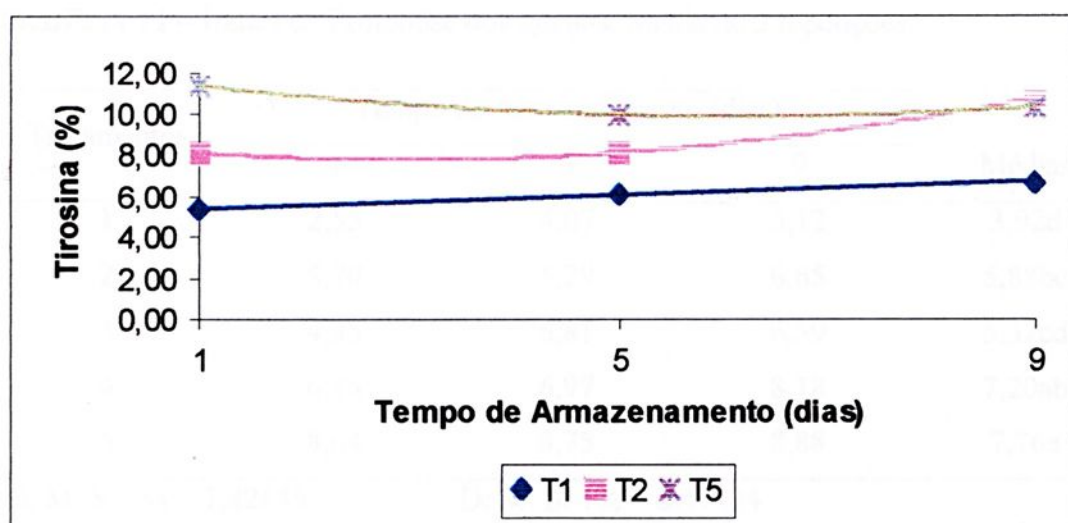


FIGURA 9 – Análise de tendência da tirosina (%) nos tratamentos.

Os resultados médios para o teor de tirosina encontram-se na Tabela 10. Observa-se que durante o período de armazenamento, nos dias 1, 5 e 9, o teor de tirosina do tratamento 5 (5% SLPR), não diferiram entre si e foram significativamente maiores que os demais tratamentos. O tratamento 5 (5%SLPR) foi o que apresentou maior teor de tirosina devido a uma menor absorção deste e a uma menor quebra dos aminoácidos.

O tratamento 1 mostra um aumento gradativo no teor de tirosina, porém de forma lenta variando de 5,00 a 6,66.

Nos tratamentos 2 e 5 observa-se que há uma queda do teor de tirosina com o passar dos dias.

A determinação espectrofotométrica do aminoácido tirosina em amostras de queijos previamente solubilizadas em pH 4,6, têm sido tradicionalmente utilizada para avaliar a proteólise em queijos (FOX, 1989). Segundo ROSSI et al. (1998), os teores de tirosina foram significativamente diferentes para os tipos de coalho e tempo de armazenamento, na utilização do coalho bovino e coagulantes microbiano e genético na proteólise e durabilidade de queijo Minas Frescal, seguindo a mesma tendência do índice de extensão da maturação. Os índices aumentaram gradativamente com o armazenamento, sendo que no dia posterior à fabricação o aminoácido não foi detectado pela análise.

O índice de proteólise foi significativo em relação ao tratamento e ao tempo de armazenamento (Tabela 1).

TABELA 11 – Índice de Proteólise dos queijos. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)			Médias
	1	5	9	
1	2,55	4,07	5,12	3,92d
2	5,70	5,29	6,65	5,88bc
3	4,35	6,81	6,59	5,32cd
4	6,45	6,97	8,18	7,20ab
5	8,64	5,75	8,88	7,76a

D. M. S. 5% = 1,82845D. M. S. 1% = 2,41434

Tratamento 1: Leite (Testemunha).
Tratamento 2: Leite + 2,5% de soro de leite em pó não reconstituído (2,5% SLPNR).
Tratamento 3: Leite + 2,5% de soro de leite em pó reconstituído (2,5% SLPR).
Tratamento 4: Leite + 5% de soro de leite em pó não reconstituído (5% SLPNR).
Tratamento 5: Leite + 5% de soro de leite em pó reconstituído (5% SLPR).

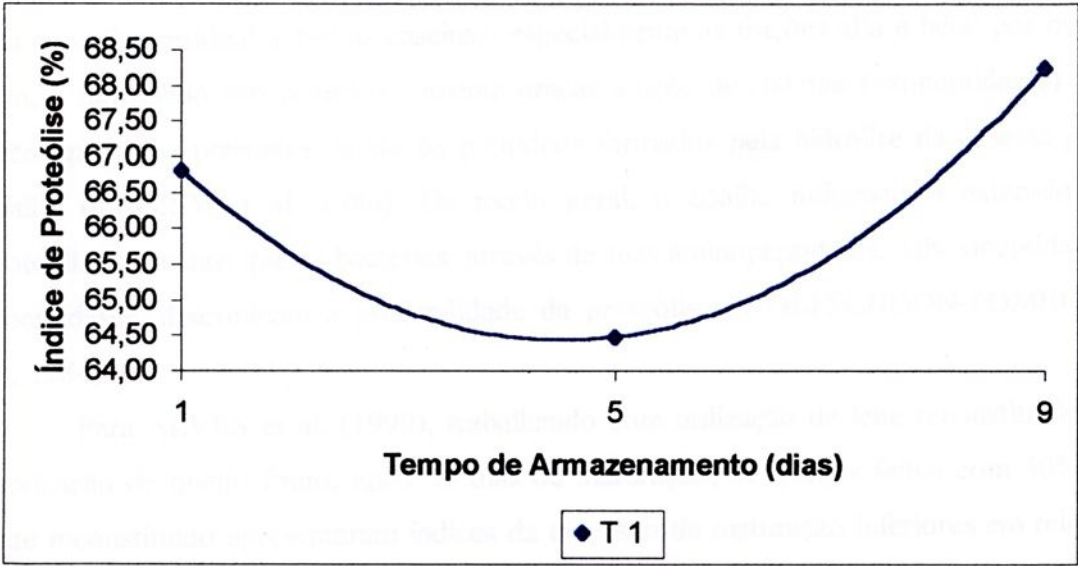


FIGURA 10 – Análise de tendência do índice de proteólise (%) nos tratamentos.

Os resultados médios para o índice de proteólise encontram-se na Tabela 11. Como já foi observado anteriormente, os tratamentos 4 e 5 que receberam maiores quantidades de soro de leite em pó foram os que apresentaram maiores índices de proteólise.

No tratamento 1 observa-se que há uma queda no índice de proteólise até o 5º dia de armazenamento e a partir daí a uma tendência a um aumento com o passar dos dias.

Para SABOYA (1998), em experimento realizado com uso de leite reconstituído para fabricação de queijo minas frescal, mostrou que as alterações na frações nitrogenadas (relação entre nitrogênio solúvel a pH 4,6 e o nitrogênio total) determinadas para o queijo minas frescal durante o armazenamento de 8 a 10°C por 21 dias; esses dados estão de acordo com a literatura para esse tipo de queijo fabricado com leite fresco (WOLFSCHOON-POMBO & LIMA, 1989) que variou entre 7,19 à 13,97. Observa-se que há uma significativa diferença dos índices de extensão da maturação ao longo do tempo, devido a um aumento progressivo da solubilização protéica (em pH 4,6), sobretudo por ação do coalho. Entretanto, não há diferenças significativas entre os tratamentos. As proteínas do soro, carregadas para os queijos adicionados de leite reconstituído, não são degradadas, não interferindo, portanto, na proteólise dos mesmos (MEHANNA et al., 1983).

O acúmulo de nitrogênio solúvel é devido principalmente à ação proteolítica que tem o coalho residual sobre as caseínas, especialmente as frações alfa e beta; por outro lado, o nitrogênio não protéico aumenta graças à ação de enzimas (exopeptidases) dos microrganismos presentes, sobre os peptídeos formados pela hidrólise da caseína pelo coalho (CHOISY et al., 1986). De modo geral, o coalho influencia a extensão da proteólise enquanto que as bactérias, através de suas aminopeptidases, carboxipeptidases, dipeptidases, determinam a profundidade da proteólise (WOLFSCHOON-POMBO et al., 1984).

Para ALVES et al. (1999), trabalhando com utilização de leite reconstituído na fabricação de queijo Prato, após 50 dias de maturação, os queijos feitos com 30% de leite reconstituído apresentaram índices da extensão da maturação inferiores em relação ao queijo controle. Uma parte do nitrogênio total desses queijos é originária das soroproteínas retidas na coalhada, estas soroproteínas aumentam o teor de nitrogênio total, mas não são degradadas pelo coalho, tendendo a mascarar o índice de extensão da maturação.

Segundo FURTADO & PARTRIDGE (1988), queijos elaborados com leite reconstituído podem apresentar um índice de extensão da proteólise ligeiramente superestimado. Esse erro de estimativa ocorre porque as soroproteínas presentes no leite reconstituído não se precipitam junto com a caseína durante o processo de extração do nitrogênio solúvel a pH 4,6. Conseqüentemente, a porcentagem de nitrogênio solúvel do queijo será dada em função da soma dos seus teores de peptídeos, aminoácidos e de soroproteínas, as quais não são hidrolizadas (WOLFSCHOON-POMBO, 1983). Portanto,



para se determinar, com certeza, a extensão da proteólise dos queijos elaborados com o uso de leite reconstituído, seria necessário saber a contribuição das soroproteínas no teor total de substâncias nitrogenadas solúveis acumuladas durante o período de armazenamento do produto (FURTADO & PARTRIDGE, 1988).

Para ALVES et al. (1999) no estudo da utilização de leite reconstituído na fabricação de queijo prato, após 50 dias de maturação, os queijos feitos com 30% de leite reconstituído apresentaram índice da extensão da maturação inferiores em relação ao queijo controle. Uma parte do nitrogênio total desses queijos é originária das soroproteínas retidas na coalhada, estas soroproteínas aumentam o teor de nitrogênio total, mas não são degradadas pelo coalho, tendendo a mascarar o índice de extensão da maturação.

Para VAN DENDER et al. (1999) estudando as alterações físico-químicas e vida-de-prateleira do queijo minas frescal tradicional e fabricado pelo método MMV (técnica de ultrafiltração, proposto por MAUBOIS, MOCQUOT & VASSAL), obteve os resultados das determinações de pH, acidez, teor de lactose e das frações nitrogenadas (Pt; Ns x 6,38, NNP x 6,38) e dos índices de extensão e de profundidade de proteólise dos queijos MMV e padrão obtidos nos processamentos permitem avaliar o comportamento dos referidos produtos durante a estocagem refrigerada ($5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). De modo geral, o teor de lactose dos queijos MMV e padrão diminuiu no período avaliado (até 14 dias), resultando em aumento da acidez e diminuição do pH. A acidificação do queijo Minas Frescal é um dos principais fatores que determinam a sua durabilidade, sendo que o desenvolvimento de acidez excessiva causa alterações de sabor e textura (desmineralização da massa), que limitam a vida útil do produto. Assim, quanto à acidificação esta avaliação comparativa permitiu observar que as alterações ocorridas no processo MMV foram menores, resultando num produto com vida útil maior do que o tradicional.

O presente trabalho constatou um aumento no teor do índice de proteólise ao longo do tempo de armazenamento.



TABELA 12 – Análise de variância e respectivos níveis de significância dos resultados obtidos pelas análises sensoriais.

Causas de variação	Sabor	Aroma	Textura	Coloração
Tratamento	10,84 **	4,39 **	7,61 **	7,37 **
Tempo armazenamento	0,04 ns	2,42 *	5,16 **	5,04 **
Trat x Tempo	2,45 **	0,43 ns	1,04 ns	0,84 ns
Média geral	3,52	3,92	3,83	4,04
C V(%)	23,69	21,28	21,73	19,68

** ($p < 0,01$); * ($p < 0,05$); ns – não significativo

Os valores de análise de variância da análise sensorial encontram-se na Tabela 12, observa-se que houve variação entre os tratamentos em estudo, sendo que os queijos dos tratamentos 4 e 5 foram os menos aceitos pelos degustadores como visto em análises anteriores, além de não apresentarem uma boa aparência pois eram queijos mais escuros (amarelos) e mais moles com relação ao queijo testemunha e aos tratamentos 2 e 3.

Para SILVA et al. (1998), a aceitabilidade diminui à medida que se aumenta o tempo de armazenamento, observaram uma variação entre 7,4 a 5,8 (na escala de 1 a 9). Esses resultados comparam-se com os de ISEPON (1994), que foram de 6,98 a 6,17, no tempo de armazenamento de 0 a 12 dias. A mesma autora também observou que, o tempo de armazenamento é um dos parâmetros que mais afeta a aceitabilidade do queijo minas frescal e que o tempo de armazenamento não deve ser superior a 6 dias.

Aumentos na acidez titulável e tempo de armazenamento, podem provocar diminuição na aceitabilidade dos queijos tipo minas frescal.

Conforme NASCIMENTO et al. (2002) trabalhando com avaliação de queijo Minas Frescal com ácido láctico, ácido láctico e *Lactobacillus acidophilus* e fermento láctico mesofílico tipo “O”, obteve resultado que está de acordo com o obtido por CASAGRANDE & WOLFSCHOON-POMBO (1988), que verificaram que os queijos fabricados com ácido láctico tiveram maior aceitação que aqueles fabricados com fermento láctico. Segundo os autores, 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.

TABELA 13 – Valores médios das características sensoriais do queijo Minas Frescal.

Tratamentos	Sabor	Aroma	Textura	Cor
1	4,2a	4,4a	4,3 ^a	4,4a
2	3,8ab	4,0ab	4,3 ^a	4,4a
3	3,6bc	4,0abc	3,8ab	4,2ab
4	3,1cd	3,6bc	3,5bc	3,7bc
5	2,7d	3,4c	3,2c	3,3c

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Com relação ao Teste do Perfil de Características, o queijo do tratamento 1 foi o que recebeu as melhores médias de aceitação aos atributos sensoriais.

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

Os valores médios do rendimento dos queijos nos 5 tratamentos empregados estão representados na Tabela 14, os mesmos não foram submetidos a análise estatística, porém evidenciam uma diminuição na quantidade de leite para a obtenção de um kg de queijo.

TABELA 14 - Rendimento dos queijos expresso em litros/Kg de queijo “Minas Frescal”.

Tratamentos	Médias
1	5,25
2	5,04
3	6,41
4	4,05
5	7,94

Entre os tratamentos, o tratamento 4 (4,05 litros/kg) apresentou melhor rendimento que o tratamento 1 (testemunha 5,25 litros/kg) e o tratamento 2 (leite +

2,5% de soro de leite em pó não reconstituído 5,04), no entanto entre os outros tratamentos houve um baixo rendimento.

O rendimento, ou seja, a quantidade máxima de queijos que se pode fabricar com um volume determinado de leite, e a redução das perdas, ou seja, a obtenção de produtos de qualidade e com boa durabilidade são parâmetros ligados a uma série de fatores, incluindo a qualidade do leite e dos ingredientes utilizados (FURTADO, 1998).

Na fabricação de queijo utilizando leite recombinado ocorrem perdas de gordura geralmente menores do que nas fabricações normais, enquanto que as caseínas são semelhantes (GILLES & LAWRENCE, 1982). O emprego de leite em pó desnatado com algum grau de proteínas do soro desnaturadas resultou em aumento no rendimento de queijo Cottage acima de 10% devido à retenção de proteínas do soro no coágulo (HAMMOND, 1972)

Observou-se que em queijo mole fabricado com leite de vaca fresco e com a adição de 10 e 20% de leite desnatado reconstituído, contendo 10% de sólidos totais (ST), o conteúdo de gordura do leite cru com 10% de leite reconstituído desnatado foi significativamente mais alto do que aquele do leite com 20% de leite reconstituído desnatado. Os sólidos totais do leite cru seguiram a mesma tendência, embora a diferença não tenha sido estatisticamente significativa. A adição de leite em pó reconstituído não afetou as perdas de gordura no soro. O conteúdo de gordura do queijo macio foi significativamente afetado pelos tratamentos; pH, % de umidade e conteúdo de sal não mostraram diferenças significativas, mas o rendimento decresceu com a adição de leite em pó reconstituído (RANAS OLIVEROS & DULAY, 1982).



CONCLUSÕES

Considerando as análises físico-químicas e sensoriais pôde-se concluir que:

- A elaboração de queijos Minas Frescal com uso de soro de leite em pó não necessita de grandes mudanças na rotina de fabricação.
- O método convencional, mediante os resultados encontrados é o mais adequado.
- A adição de soro de leite em pó foi satisfatória, aumentando o rendimento do produto, quando este não era reconstituído antes do processamento.
- O queijo tradicional, processado sem adição de soro em pó, foi considerado mais estável do ponto de vista físico-químico e aceito durante o período de armazenamento a 5°C.
- O queijo processado com 2,5% de soro de leite em pó não reconstituído obteve boa aceitabilidade e bom rendimento.
- O aproveitamento tecnológico do soro de leite pode contribuir com a agroindústria e diminuir a poluição ambiental, uma vez que este é despejado nos rios sem nenhum tratamento pelas indústrias.

REFERÊNCIAS

AL-TAHIRI, R. Recombined and reconstituted milk products. **New Zealand Journal of Dairy Science and Technology**, n. 22, p.1-23, 1987.

ALVES, N. A. **Utilização de leite reconstituído na fabricação de queijo prato**, 1999. 90 p. Dissertação (Mestrado) – Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Lavras.

AMIEVA, M. R. O aproveitamento de soro de queijaria. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v.29, n. 171, p. 5 – 11, 1974.

ANDERSON, L.; DIBBLE, M. V. TURKKI; P. R.; MITCHELL, H. S.; Rynbergen, H. J. **Nutrição**. 17^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 737p.

ANTUNES, L. A. F. Padrões de identidade e qualidade de queijos frescos para o mercosul. Campinas: Christian Hansen, **I Seminário Internacional de Queijos Frescos**, p. 9– 17, 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15 ed. Washington: A O A C, 1995. p.109.

BEHMER, M. L. A. **Tecnologia do leite**. 13 ed. São Paulo: Nobel, 1984. 320p.



BEM-HASSAN, R. M., GHALY, A. E. Continuous propagation of *Kluyveromyces fragilis* in cheese whey for pollution potential reduction. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, Clifton, v.47, p. 89 – 105, 1994.

BISSET, D. D.; ANDERSON, R. L. Lactose and D- galactose metabolism in group N- streptococci: presence of enzymes for both the D- galactose 1- phosphate and D- tagatose 6- phosphate pathways I. **Bacterial**, v.117, p. 318-320, 1974.

BONASSI, I.A.; KROLL, L.B.; VIEITES, R.L. Composição protéica do leite de cabra. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.16, n.3, p.218-22, 1996.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária para Produtos de Origem Animal**. Decreto n 30.691 de 29 maio de 1952. Rio de Janeiro, 1952.

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, 16, Juiz de Fora – MG, 1999. **Anais...** Juiz de Fora: ILCT, 1999. p. 309.

CARMO, L.S.; DIAS, R.S.; LINARDI, V.R. et al. Food poisoning due to enterotoxigenic strains of *Staphylococcus* present in Minas Gerais cheese and raw milk in Brasil. **Food Microbiology**, London, v. , p.1-6, 2001.

CASAGRANDE, H. R.; WOLFSCHOON-POMBO, A. F. Fermentação da lactose no queijo Minas Frescal. O grande desafio: leite e lactose. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v.43, n.258, p.38-39, 1988.

CASTRO, C. C. S.; FURTADO, M. M. Utilização de leite cru e soro fermento na fabricação de queijo provolone. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 55, n. 315, p. 98-104, 2000.

CHERREY, G. Os leites reconstituídos para fabricação de queijos. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v.33, n.199, p.39-45, 1978.

CHIAPPINI, C. C. J.; SANTOS, N. N. Determinação de alguns parâmetros físicos e químicos do soro do queijo. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 50, n. 292, p. 3 – 7, 1995.

CHIAPPINI, C. C. J.; FRANCO, R. M.; OLIVEIRA, L. A. T. Avaliação do soro de queijo quanto aos coliformes totais e coliformes fecais. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 50, n. 292, p. 10 – 16, 1995.

CHOISY, C.; DESMAZEAUD, M.; GRIPON, J. C.; LAMBERET, G.; LENOIR, J. Microbiological and biochemical aspects of ripening. In: ECK, A. **Cheesemaking science and technology**. New York: Lavoisier Publi., 1986, cap. 4, p. 62 - 100.

CHOISY, C.; DESMAZEAUD, M.; GRIPON, J. C.; LAMBERT, G.; LENOIR, J.; TOURNEUR, C. Les phenomenes microbiologiques et enzymatiques et la biochimie de l'affinage. In: ECK, A. ed. **Le Fromage**, Paris, Technique et documentation (Lavoisier), 1984, p. 62 – 100.

CUSTÓDIO, F. B.; THEODORO, K.H.; SANTOS, M. M. F.; SIQUEIRA, I. M. C.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; SOUZA, M. R.; GLÓRIA, M. B. Fatores limitantes do aproveitamento do soro de queijo. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p. 230-232, 2002.

DALLAS, P. O uso de derivados de soro em aplicações de produtos de consumo. **Leite e Derivados**, v. 8, n. 46, p. 48-50, 1999.

DELANEY, R. A. M. Composition, properties and uses of whey protein concentrates. **Journal of Dairy Technology**, v. 29, n. 2, p. 91-101, 1976.

DE WITH, J. N. Nutritional and Functional characteristics of whey proteins in food products. **Journal Dairy Science**, Quebec, v. 81, p. 597 – 609, 1998.



FARIA, L.M.; FONSECA, L.M.; CABRAL, M. C.; FERREIRA, C. L. L. F.; MACHADO, E. C. Avaliação microbiológica de queijo minas artesanal fresco e maturado produzido na região do Serro – MG. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p. 66-70, 2002.

FARKYE, N. Y.; FOX, P.F. Objective indices of cheese ripening. **Trends in food science and technology**. Cambridge, v. 1, n. 2, p. 37-40, 1990.

FERREIRA, C. L. L. F.; PAES, J. B.; RAMOS, N. A.; STANGE, R.; RAMOS, M. P. P. Caracterização de queijo minas semi-curado produzido com fermento nacional. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 48, n. 287, 1993.

FOX, P. F.; O’CONNOR, T. P.; MCSWEENEY, P.L.H. Cheese: physical, biochemical, and nutritional aspects. **Advances in food and nutrition research**, v.39, p.163–328, 1996.

FOX, P..F. Proteolysis during cheese manufacture and ripening. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.72, n. 6, p.1379-1400, 1989.

FRAZIER, W. C. **Microbiologia de los alimentos**. Zaragoza: Acríbia, 1981. 512p.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção**. São Paulo: Comunicações e Editora, 1999.

FURTADO, M. M. Queijo reino: alguns defeitos típicos. **Informativo Há-La Biotec.**, n.46, p.3, 1998.

FURTADO, M. M. Coalho: considerações sobre a coagulação do leite, rendimento da fabricação e maturação do queijo. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v. 48, n. , p. 34-40, 1993.

FURTADO, M. A. M. Utilização de proteínas do leite como ingrediente. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 54, n 316, p. 11 – 16, 2000.



FURTADO, M. M.; SOUZA, H.M.; MUNCHH, A.V. A fabricação do queijo Minas Frescal sem o emprego de culturas lácticas. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v. 207, n.35, p.15-21, 1980.

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

GARCIA, F. D.; CORRALES, J. C.; TORRE, C. F.; MORGADO, R. H. Definicion de la tecnologia y caracterizacion de un queso fresco elaborado a partir de leche de búfala y vaca. **Alimentaria**, v.32, n.260, p.71-73, 1995.

GILLES, J.; LAWRENCE, R. C. Manufacture of cheese and other fermented products from recombined milk. **Bulletin International Dairy Federation**. N.142, p. 11-117, 1982.

GIROTO, J.M.; PAWLOWSKY, U. Soro de leite: custos de equipamentos para o seu processamento. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p. 117-120, 2002.

GIROTO, J. M. **Soro de leite nos laticínios do Estado do Paraná** : potencial, oportunidades e restrições. Curitiba, 2001. 120f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná.

GOBBETTI, M.; CORSETTI, A.; SMACCHI, E.; ZOCCHETTI, A.; DE ANGELIS, M. Production of crescenza cheese by incorporation of Bifidobacteria. **Journal of Dairy Science**, Quebec, v.81, p.37-47, 1998.

GRIPON, J.C.; DESMAZEAUD, M.J.; LEBARS, J.L. Étude du role des micro-organismes et des enzymes an cours de la maturation des fromages. II Influence de la pressure commerciale. **Le Lait**. v.55, n.548, p.502-515, 1975.

HALL, G. M. IGLESIA, O. Functional properties of dried milk whey. **Food Science and Technology International**, London, v.3, p. 381 – 383, 1997.



HAMMOND, L. A. Fermented products from recombined milk. Specialist courses for the food industry. Seminar on recombined dairy products. N.3, p. 58-64, 1972.

HOBMAN, P. G. Review of processes and products and for utilization of lactose in deproteinated milk serum. **Journal of Dairy Science**, Quebec, v. 67, p. 2630 – 2653, 1984.

HOFFMAN, R.; VIEIRA, S. **Análise de regressão: uma introdução à econometria**. São Paulo: HUCITEC/EDUSP, 1977. 340p.

HUHN, S.; HAJDEWURCEL, J. R.; MORAES, J. M.; VARGAS, O. L. Qualidade microbiológica do leite cru obtido por meio de ordenha manual e ao chegar a plataforma. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v.35, p. 3 – 8, 1980.

HULL, M. E. Studies on milk proteins. II. Colorimetric determination of the partial hydrolysis of the proteins milk. **Journal Dairy Science**, Quebec, v. 30, n. 11, p. 881-884, 1947.

ISEPON, J. S. **Variação do índice de proteólise e aceitabilidade do queijo tipo minas frescal**. São Paulo, 1994. 110 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

KINDSTEDT, P. S.; KIELY, L. J.; GILMORE, J. A. Variation in composition and functional properties within Brine-Salted mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.11, p. 2913-2921, 1992.

LANARA (Laboratório Nacional de Referência Animal) **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**. Brasília, 2., 1981.

LAGRANGE, V.; DALLAS, P. Inovação de produto com concentrados de proteína de soro de leite dos USA. **Boletim SBCTA**, v. 31, n. 1, p. 17-21, 1997.



LAWRENCE, R. C.; CREAMER, L. K.; GILLES, J. Texture development during cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 70, n. 8, p. 1748-1760, 1987. [Simposium: cheese ripening technology].

LAWSON, M. A. Milk proteins as food ingredients. **Food Technology**, v. 48, p. 101, 1994.

LEE, H. J.; OLSON, F.; LUND, D. B. Difusión of SALT, fatty acids, and esterases in mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n.4, p.513-522, 1980.

LIMA, A.S.; GLÓRIA, M.B.A. Aminoácidos bioativos em alimentos. **Boletim SBCTA**, v. 33, n. 1, p. 70-79, 1999.

LONDOÑO, M. M. D. **Determinação das características de fabricação, padrões físico-químicos, sensoriais e de comercialização do queijo Minas meia-cura e comparação com os queijos Minas padrão e prato**, 1998, 109 p. Dissertação (Mestrado) – Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Lavras.

LORENZEN, P. What's to be done with whey? **Food Engineering International**, Highlands Ranch, v. 12, p. 41-42, 1987.

LOURENÇO NETO, J.P. M.; SOBRAL, M. L. Uso de culturas termófilas na fabricação de queijo Minas Frescal. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 9, 1986, Juiz de Fora, 1986. **Anais ...**, Juiz de Fora: ..., 1986. p.

LÜBECK, G. M.; LARA, J. A. F.; BAGATINI, L.; KAMIZAKE, N. K. K.; MIGLIORANZA, L. H. S. Avaliação de características físico-químicas e microbiológicas de algumas marcas de queijo tipo colonial produzido no Sudoeste do Estado do Paraná. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, XVII, 2001, Juiz de Fora, 2001. **Anais...**, Juiz de Fora: v.56, n. 321, p. 185-193.

MACEDO, A. C.; MALCATA, F. X. Technological optimization of the manufacture of Serra cheese. **Journal of food engineering**, v.31, p.433-447, 1997.

MADRID, A. Treatment of whey before processing. **Indústrias Lácteas**, Houston, v. 28, n. 6, p. 18, 21, 23, 24, 1979.

MELLO, E. M. **Obtenção e caracterização de concentrado protéico de soro de queijo, por ultrafiltração**. Universidade de Campinas, Campinas. Dissertação (Mestrado). 1989. 118 p.

MEHANNA, N. M.; EL SHIBINY, S.; ABD EL SALAM, M. H. Proteolysis of soft cheese from recombined milk, and made by ultrafiltration techniques. **Egyptian Journal of Dairy Science**, v. 1, n.11, p. 167-171, 1983.

MIYAJI, M., SOARES, C.F. Avaliação da gestão do controle de qualidade e segurança alimentar nas micro e pequenas empresas do circuito do queijo. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p. 120, 2002.

NASCIMENTO, I. R.; SILVA, E. S.; FELIX, F. F. Estudo das condições de abastecimento e comercialização e das características físico-químicas do queijo de coalho. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p. 250-254, 2002.

OLIVEIRA, F. A.; LABOISSIÈRE, L. H. E. S.; ACCÁCIA, J. G. Perfil do queijo minas curado destinado à fabricação de pão de queijo. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, XVII, 2000, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Centro de Pesquisa e Ensino “Cândido Tostes”, 2000. v.55, n. 315, p. 24 – 35.

OTTOGALLI, G. Caratteristiche e significato della microflora dei formaggi. **Annali di Microbiologia ed Enzimologia**, Milano, v.36, p. 207 – 225, 1986.

PEARSE, M. J.; MACKINLAY, A. G. Biochemical aspects of syneresis: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n.6, p.1401-1407, 1989.

PEREIRA, R. L. **Características Físico-Químicas e Sensoriais do Queijo Tipo Minas Frescal Elaborado com Leite de Vaca e de Cabra**. Ilha Solteira, 1999. 59p. (Trabalho

– Graduação) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

PETRUS, J. C. Reutilização de soro de leite. Disponível em: <http://www.inventabrasil.hpg.ig.com.br/soro.htm>. Acesso em: 30 jan. 2003.

PORTER, J. W.G. The present nutritional status of milk protein. **Journal of the Society of Dairy Technology**, London, v. 31, n. 4, p. 199-202, 1978.

POSANO, E. H. G.; PINTO, M. F.; CASTRO-GÓMEZ, R. J. H. Soro de leite: obtenção, características e aproveitamento: revisão. **Semina**, Londrina, v. 13, p. 92-96, 1992.

PRIMO, W. M. Restrições ao desenvolvimento da indústria brasileira de laticínios. Disponível em: <http://www.terraviva.com.br/estudos/analises>. Acesso em: 20 fev. 2001.

PRIMO, W. M. Entressafra no Brasil: meio século de drama. **Indústria de Laticínios**, v.1, n.2, jun. 1996.

RAMOS, M. P. P.; JÚNIOR, J. I. R.; SILVA, C. A. O.; MARTINS, F. O.; ROCHA, S. M. S.; PIRES, A. C. S.; RIGUEIRA, J. C. S.; ANTUNES, W. W.; DORES, M. T. Avaliação microbiológica e físico-química de queijo Minas Frescal comercializado em feira livre de Viçosa – MG. *Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”*, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p. 167 – 169, 2002.

RANAS OLIVEROS, M.C.; DULAY, T. A. Studies on cheese manufactured from partly reconstituted skim milk powder. 1. The quality of soft cheese prepared from cows milk powder. **Phillipine Journal of Veterinary and Animal Sciences**. V. 8, n. 314, p. 77-82, 1982.

RANK, T. C.; GRAPPIN, R.; OLSON, N. F. Secondary proteolysis of cheese during ripening. A review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 4, p. 801-805, 1985.



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"**, Juiz de Fora, v. 53, n. 301-302-303, p. 75-84, 1998.

SABOYA, L. V.; OLIVEIRA, A. J.; FURTADO, M. M.; SPADOTI, L. M. Efeitos físico-químicos da adição de leite reconstituído na fabricação de queijo Minas Frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 368-376, 1998.

SALINAS, R. D. **Alimentos e nutrição**. 3 ed. São Paulo: Artmed, 2002. 278p.

SILVA, A. C. O.; COSTA, H. L.; HOTTA, J. M.; VERAS, J. F.; ALMEIDA, M. R.; PENA, C. F. A. M.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; SOUZA, M. R. Pesquisa de coliformes a 30° C e coliformes a 45° C em queijo tipo mussarela. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p. 301-303, 2002.

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

SILVA, M. R.; FERREIRA, C. L. L. F.; COSTA, N. M. B.; MAGALHÃES, J. Elaboração e avaliação de uma bebida Láctea fermentada à base de soro de leite fortificada com ferro. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v. 56, n. 321, p. 7-14, 2001.

SIQUEIRA, I. M. C.; SOUZA, M. R.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; GLÓRIA, M. B. A. Caracterização físico-química de quatro tipos de soro de queijo. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p.225-227, 2002.

SCHIMIDT-HEBBEL, H. Alimentos proteicos: queso. In: QUÍMICA y tecnologia de los alimentos. Santiago do Chile: Salesiana, 1956. cap. 3, p. 52-56.

SPADOTI, L. M.; OLIVEIRA, A. J. Uso de leite reconstituído na fabricação de queijo mussarela. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v.19, n.1, p. , 1999.



SPREER, E. **Lactologia industrial**. Zaragoza: Acibia, 1975. 461p.

SWAISGOOD, H. E.; BRUNNER, J. R. Characterization of K-casein obtained by fractionation with TCA in a concentrated urea solution. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.45, n.1, p.1-11, 1962.

TOLEDO, J. C. Gestão da qualidade na agroindústria . In: BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão agroindustrial**. São Paulo: GEPAL, Atlas, p. 437 – 487, 1997.

USDEC NEWS. Ingredientes lácteos para uma alimentação saudável. **The U. S. Dairy Export Council**, São Paulo, v.2, n.4, p. 1-8, 2000.

USDEC NEWS. O soro de leite na panificação. **The U. S. Dairy Export Council**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 1-4, 1998.

USDEC, U. S. Dairy Council. Manual de referência para produtos de soro dos Estados Unidos, 1997).

USDEC NEWS. O uso de produto de soro em iogurtes e produtos lácteos fermentados. **The U. S. Dairy Export Council**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 1-8, 1999.

VAKALERIS, D.G.; PRICE, W.Y. A rapid spectrophotometric method for measuring cheese ripening. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.42, p.264-276, 1959.

VAN DENDER, A. G. F.; MASSAGUER-ROIG, S.; CAMPOS, S. D. S. Alterações físico-químicas e vida-de-prateleira do queijo minas frescal tradicional e fabricado pelo método MMV. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 54, n. 309, p. 67-82, 1999.

VAN DENDER, A. G. F.; MORENO, I.; VALLE, J. L.; BUSANI, S. F. Utilização artesanal de leite de búfala. Campinas, **ITAL**, 1989. p. 34-56 (Manual Técnico, 3).



VIANA, G. A.; FURTADO, M. M.; MARTINS, J. M. Produção de queijo tipo cottage por acidificação direta do leite com ácido láctico como coadjuvante no processo de fermentação. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p. 1-7, 2002.

VIEIRA, S. D. A.; LOURENÇO NETO, J. R. N. Elaboração de queijos frescais em pequena escala. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, p.28-29, 1982.

VIEIRA, M. C.; BRANDÃO, S. C. C.; PINHEIRO, A. J. R.; GUIMARÃES, W. V. Conservação do soro de queijo minas com peróxido de hidrogênio. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v. 40, n. 240, p. 17-28, 1985.

VIEIRA, S.D.A.; NEVES, B. S. Adição de leite reconstituído na fabricação de queijo tipo prato. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, v.35, n.212, p.19-25, 1980.

VILELA, M. A. P. et al. Incidência de estafilococos produtores de coagulase em queijo Minas Frescal comercializado na cidade de Juiz de Fora e região. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v. 56, n. 321, p.140-143, 2001.

WENDORFF, B. Effect of standardization on characteristics of mozzarella cheese. In: The cheese show 1996. **Maximizing cheese yield**. Wisconsin: Wisconsin cheese makers association, 1996, p. 39-45.

WOLFSCHOON-POMBO, A. F.; CASAGRANDE, H. R.; LOURENÇO NETO, J. P. M.; MUNCK, A. V. Alterações do queijo minas frescal durante o período de armazenamento. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v. 39, n.233, p. 3-9, 1984.

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



WOLFSCHOON-POMBO, A. F. Índice de proteólise em alguns queijos brasileiros. **Boletim do Leite e seus Derivados**, Rio de Janeiro, n.661, p.1 – 5, 1983.

WOLFSCHOON-POMBO, A.F.; FURTADO, M.M.; MUNCK, A.V. Estudo da fabricação do queijo Minas Frescal com ácido láctico em substituição ao fermento láctico. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 5, 1978, Juiz de Fora. **Anais....**Juiz de Fora: EPAMIG, 1978. p.161-182.

YUNES, V. M.; BENEDET, H. D. Desenvolvimento experimental de um queijo fresco de leite da espécie bubalina. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 17, 2000, Juiz de Fora. **Anais...**Juiz de Fora: Centro de Pesquisa e Ensino “Cândido Tostes”, v.55, n.315, p.149-155.

ZUÑIGA, A. D. G.; FERREIRA, R. C.; COIMBRA, J. S. R.; MINIM, L.A. Quantificação de proteínas do soro de queijo através de cromatografia líquida de fase reversa. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 54, n. 316, p. 17-21, 2000.



