

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E ACEITABILIDADE DE
QUEIJOS FRESCAIS ELABORADOS COM LEITE DE
CABRA ADICIONADO DE SORO DE LEITE EM PÓ**

MARCO ANTÔNIO PEREIRA DA SILVA

ILHA SOLTEIRA/SP
2003

1210001469



1469



UNESP
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E ACEITABILIDADE DE
QUEIJOS FRESCAIS ELABORADOS COM LEITE DE
CABRA ADICIONADO DE SORO DE LEITE EM PÓ

MARCO ANTÔNIO PEREIRA DA SILVA

MARCO ANTÔNIO PEREIRA DA SILVA

Proc. 063/04- NAD 45

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"	
SERVIÇO TÉCN. DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMBO
02/10/03	31.03.04
REGISTRADO POR	TOMBO
Ailza	Tx. 1469
AQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
bloco 10.00	55862

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.

CO sys 215 238

sys 56127



ILHA SOLTEIRA - SP
2003

BCpIS - FEIS - UNESP

FICHA CATALOGRÁFICA

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

Silva, Marco Antônio Pereira da

S586e Estudo físico-químico e aceitabilidade de queijos frescos elaborados com leite de cabra adicionado de soro de leite em pó / Marco Antônio Pereira da Silva / Ilha Solteira : [s.n.], 2003
vii, 44 p.

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

Orientador: Jacira dos Santos Isepon

Bibliografia: p. 35-44

1. Leite de cabra. 2. Soro do leite em pó. 3. Queijo-de-minas.

50 40 5004

ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E ACEITABILIDADE DE QUEIJOS FRESCAIS ELABORADOS COM LEITE DE CABRA ADICIONADO DE SORO DE LEITE EM PÓ

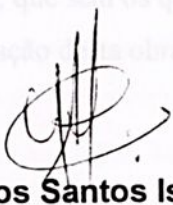
*Ao meu sobrinho,
Guilherme,
Que através da sua alegria nos faz mais felizes a cada dia.*

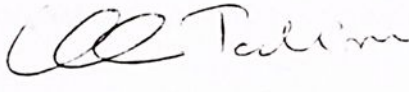
MARCO ANTÔNIO PEREIRA DA SILVA

*Aos meus irmãos,
Alberto e João Dutra,
Aos meus pais,
Antônio Luciano e Rosa Maria,
Esta obra é dedicada a vocês, que são os quais não seria
possível a realização desta obra.*

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


Prof. Dr. João Francisco Pereira Bastos

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 scdm@adm.feis.unesp.br www.feis.unesp.br

BCpIS - FEIS - UNESP

Ao meu sobrinho,

Guilherme,

Que através da sua alegria nos faz mais felizes a cada dia,

À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia – Campus de São
Sotêira, pela oportunidade do curso.

À Prof. Dra. Jacira dos Santos, orientação, amizade e sabedoria.

Ao Prof. Dr. João Francisco, pelas sugestões e amizade.

A todos os professores, Biologia e Zootecnia, pelos
conhecimentos transmitidos, em especial aos professores Antônio Fernando
Bergamaschini, Milton Passipieri e Olair José Isenon.

À Antônio Gomes Cambui, e apoio constantes.

À Rosimeire Mendes, Rigo e Bruno Rodrigues de

Aquino, que, Pelo amor, apoio e incentivo, que sem os quais não seria

Aos todos os meus amigos, Nêdia Maria dos Santos, Nêdia
Márcia Ferreira dos Santos e Dênia Pereira da Costa pelos incentivos.

Ao CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Verde pela
oportunidade de demonstrar meus conhecimentos.

À Rosane Vieira Lello de Freitas e Érica Matsumoto pelas informações,
sugestões e amizade.

À Priscilla Alonso dos Santos e Silvia Helena Silvestre de Paula, pelo
companheirismo, exemplo de amizade e atenção que foram essenciais na realização
desta obra.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta obra.

À Deus pela vida, sabedoria e discernimento.

DEDICO

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

Páginas

LISTA DE TABELASVI

À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira, pela oportunidade do curso.VII

À Prof. Dra. Jacira dos Santos Isepon, pela orientação, amizade e sabedoria.

RESUMOIX

Ao Prof. Dr. João Francisco Pereira Bastos, pelas sugestões e amizade.

A todos os professores do Departamento de Biologia e Zootecnia, pelos conhecimentos transmitidos, em especial aos professores Antônio Fernando Bergamaschine, Milton Passipiéri e Olair José Isepon.

INTRODUÇÃOXI

À Antônia Gomes Cambuim, pela amizade e apoio constantes.

À Rosimeire Moreno Lopes, Adriana Miranda Rigo e Bruno Rodrigues de Aquino, que, onde estiverem certamente estarão orgulhosos.XII

Aos todos os meus familiares em especial a Márcia Maria dos Santos, Núbia Márcia Ferreira dos Santos e Dilma Pereira da Costa pelos incentivos.XIII

Ao CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Verde pela oportunidade de demonstrar meus conhecimentos.

MATÉRIAXIV

À Rosana Vieira Leão de Freitas e Érica Matsumoto pelas informações, sugestões e amizade.XV

À Priscila Alonso dos Santos e Sílvia Helena Silvestre de Paula, pelo companheirismo, exemplo de amizade e atenção que foram essenciais na realização desta obra.XVI

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta obra.

À Deus pela vida, sabedoria e discernimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃOXVII

SUMÁRIO

Páginas

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO	01
REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1. Composição Físico-Química do Leite	04
2.2. Soro de Leite	07
2.3. Leite Reconstituído e Queijos	09
MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Material	14
3.2. Métodos.....	15
3.3. Análises Físico-Químicas das Amostras de Leite e Queijos.....	17
3.4. Análise Sensorial	18
3.5. Delineamento Experimental.....	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	20

CONCLUSÕES	34
------------------	----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
----------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Página:

TABELA 1 - Valores médios das análises físico-químicas das amostras de leite	20
--	----

TABELA 2 - Resumo de análise de variância das avaliações físico-químicas	21
--	----

TABELA 3 - Umidade expressa em gramas/100 g de queijo	22
---	----

TABELA 4 - Matéria seca expressa em gramas/100 g de queijo	23
--	----

TABELA 5 - Valores médios de pH dos queijos	24
---	----

TABELA 6 - Acidez titulável expressa em gramas de ácido láctico/100 g de queijo	25
---	----

TABELA 7 - Gordura expressa em gramas/100 g de queijo	27
---	----

TABELA 8 - Proteína bruta expressa em gramas/100 g de queijo	28
--	----

TABELA 9 - Proteína solúvel expressa em gramas/100 g de queijo	30
--	----

TABELA 10 - Valores médios do Índice de Proteólise	31
--	----

LISTA DE TABELAS

Páginas

TABELA 1 – Valores médios das análises físico-químicas das amostras de leite.....	20
TABELA 2 – Resumo da análise de variância das avaliações físico-químicas.....	21
TABELA 3 – Umidade expressa em gramas/100 g de queijo.....	22
TABELA 4 – Matéria Seca expressa em gramas/100 g de queijo.....	23
TABELA 5 – Valores médios de pH dos queijos.....	24
TABELA 6 – Acidez titulável expressa em gramas de ácido láctico/100 g de queijo.....	25
TABELA 7 – Gordura expressa em gramas/100 g de queijo.....	27
TABELA 8 – Proteína Bruta expressa em gramas/100 g de queijo	28
TABELA 9 – Proteína Solúvel expressa em gramas/100 g de queijo	30
TABELA 10 – Valores médios do Índice de Proteólise	31



TABELA 11 – Rendimento dos queijos expresso em litros/kg de queijo	
“Minas Frescal”	32
TABELA 12 – Resumo da análise de variância da avaliação sensorial	33
TABELA 13 – Valores médios da avaliação sensorial ao longo do tempo	
de armazenamento	33

Páginas

FIGURA 1 – Fluxograma de fabricação do queijo “Minas Frescal”	16
---	----



LISTA DE FIGURA

Páginas

FIGURA 1 – Fluxograma de fabricação do queijo “Minas Frescal”	16
---	----

RESUMO

A fabricação de queijos é um processo clássico de preservação de alimentos, durante o qual vão ocorrendo mudanças bioquímicas e físico-químicas no leite e que são responsáveis pelas características organolépticas do produto final. Os produtos de soro, incluindo a lactose, melhoram a textura, realçam o sabor e a cor, além de apresentarem outras propriedades funcionais que aumentam a qualidade dos produtos alimentícios. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo estudar a qualidade físico-química e aceitabilidade de queijos elaborados com leite de cabra, com níveis crescentes de adição de soro de leite em pó. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Biotecnologia da Faculdade de Engenharia/UNESP – Campus de Ilha Solteira. Os queijos foram elaborados de acordo com a técnica padrão do queijo “Minas Frescal” indicada pelo Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”, e os parâmetros avaliados foram: pH, acidez titulável, densidade, gordura, umidade, matéria seca e índice de proteólise. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4 (tratamentos x tempos de armazenamento). Os queijos fabricados com a adição de soro de leite em pó tiveram melhor aceitação, seguido dos queijos fabricados a partir de leite parcialmente desnatado e integral. Ao longo do período de armazenamento os queijos foram melhor aceitos quando mantidos até os 9 dias de armazenamento. Foi possível observar uma diminuição do teor de gordura dos queijos à medida que houve aumento da adição de soro de leite em pó, da mesma forma que houve diminuição do teor de proteína bruta. Assim, pode-se recomendar a utilização de soro de leite em pó para a fabricação de queijos “Minas Frescal” até os níveis empregados no presente experimento a fim de não perder sólidos valiosos como a gordura e proteína, justificando dessa forma o objetivo principal de mascarar o sabor característico do leite de cabra nos derivados lácteos.

PALAVRAS-CHAVE: leite de cabra, soro de leite em pó, leite reconstituído, proteólise, queijo minas frescal.

ABSTRACT

The manufacture of cheeses is a classic process of food preservation, during which occurs biochemical and physico-chemical changes in the milk, which are responsible for the sensorial characteristics of the product. The whey products, including the lactose, improve the texture, enhance the flavor and the color, besides presenting other functional properties that increase the nourishing product quality. Therefore the present work had as objective to study the physico-chemical quality and acceptability of cheeses elaborated with goat milk, with increasing levels of addition of powder milk whey. The experiment was carried out at UNESP-Campus de Ilha Solteira on Laboratório de Biotecnologia de Alimentos. The cheeses were elaborated according to the standard technique of the cheese "Minas Frescal" from Instituto de Laticínios "Cândido Tostes", and the following parameters were evaluated: pH, titrable acidity, density, fat, moisture, dry matter and proteolysis index. It was adopted an entirely randomly experimental delineation, in factorial 4 x 4 (treatments x storage time). The cheeses manufactured with the addition of powder milk whey had better acceptance, followed by the cheeses manufactured from partially skimmed and integral milk. Regarding the period of storage, the ones stored for 9 days had a better acceptance. It was possible to observe a reduction on cheeses fat content as it was increased the addition of powder milk whey and the same for the crude protein content. Therefore, it may be recommended to the use of powder milk whey for the manufacture of "Minas Frescal" cheeses up to levels used in the present work in order not to lose valuable solids as the fat and protein, justifying the main objective which was to mask the characteristic flavor of the goat milk in the manufacture of dairy products.

KEY-WORDS: goat milk, powder milk whey, reconstituted milk, proteolysis, minas frescal cheese.

INTRODUÇÃO

O uso do leite na alimentação humana é relatado desde os primórdios da civilização, sendo mais utilizados os de origem bovina e caprina.

De acordo com FURTADO & LOURENÇO NETO (1994) a França é o país onde se fabrica a maior variedade de queijos de leite de cabra.

Atualmente, os consumidores tem mudado os hábitos alimentares e procuram cada vez mais os derivados lácteos, devido ao seu alto valor nutritivo e conseqüentemente, sua alta digestibilidade.

O leite bovino é o mais consumido em nosso país e, certamente, no mundo. Isso se deve ao fato de possuímos largas extensões de terra com pastagens e clima favorável à implantação da bovinocultura. Os queijos e demais derivados fabricados com este tipo de leite também tiveram uma popularização no consumo muito rápida, por apresentarem sabor agradável.

Entretanto, o mesmo não ocorre com o leite caprino que não teve o seu consumo difundido, certamente devido ao mito de possuir odor e sabor pronunciados, características que se manifestam em maior ou menor grau dependendo do manejo empregado, principalmente se os reprodutores forem mantidos com as fêmeas, o que é citado pelos consumidores referindo se ao cheiro de bode, presente no leite. Mesmo no processamento, os derivados ora fabricados apresentam características sensoriais que evidenciam uma diferença quando comparado ao leite bovino.

Há uma preocupação constante por parte dos consumidores em adquirir produtos que ofereçam qualidade nutricional e capacidade de armazenagem prolongada. No entanto, nem sempre um longo período de armazenamento como o previsto no rótulo pode ser vantajoso, tendo em vista que a qualidade final do produto leva em conta desde o processamento da matéria prima até as condições de estocagem nos estabelecimentos comerciais. Desta forma, o tempo de vida do produto torna-se comprometido.



Assim como o leite, o queijo de leite de cabra tem conquistado mercado crescente pelos consumidores alérgicos ao leite de vaca, o que justifica a fabricação de produtos para esses consumidores.

Os consumidores do leite de vaca apresentam alergia que é atribuída às proteínas, principalmente em função do diâmetro destas, e que certamente influencia de forma marcante na digestibilidade. Os glóbulos protéicos e lipídicos do leite de vaca, quando comparados aos do leite de cabra, apresentam diâmetro significativamente maior, o que certamente ocasionaria tal alergia.

Já o soro, tornou-se a principal fonte de proteínas para o desenvolvimento de novos ingredientes lácteos. O teor de minerais do soro pode ser reduzido por meio de técnicas de eletrodialise e troca iônica. As proteínas do soro podem ser concentradas por ultrafiltração, uma técnica que permite aumentar o teor de proteínas de 0,8% no soro líquido até aproximadamente 80% em concentrados de proteína de soro ou WPC (Whey Protein Concentrate). Com o objetivo de obter um produto de valor nutricional e funcionalidade ainda mais expressivos, e com teor de proteína acima de 90%, são empregadas, além da ultrafiltração, técnicas cromatográficas para produzir os isolados de proteína do soro ou WPI (Whey Protein Isolate) (UTILIZAÇÃO..., 1999).

A deposição do soro de leite conduz a sérios problemas ambientais e de poluição de águas; ele compromete a estrutura físico-química do solo, (McAULIFFE et al., 1982) e reduz a vida aquática devido à depleção do oxigênio dissolvido na água (YANG et al., 1980). A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) do soro de leite pode variar de 30.000 a 60.000 mg/l, dependendo do processo específico de produção de queijo utilizado. Isso equivale à cerca de 30 a 60 Kg de DBO para cada 1000 Kg de soro de leite produzido. Para cada 1000 Kg de soro de leite cru descarregado em uma corrente de água, 4.500.000 Kg de água aerada não poluída são necessários para sua oxidação biológica (ZALL, 1979).

Devido a este potencial poluente, o soro de leite requer um tratamento antes de ser despejado como esgoto, o que representa ônus para a indústria leiteira. Vários são os fatores que levam, atualmente, a indústria queijeira a considerar as possibilidades de aproveitamento do soro de leite. Assim, o valor nutricional do soro de leite e a despesa necessária para seu tratamento caso seja considerado efluente, faz com que as técnicas que permitam sua transformação em um produto com valor comercial se tornem cada vez mais atraentes (PONSANO et al., 1992).

A fim de obter um queijo com sabor e aroma agradáveis, e esclarecer aos

fabricantes de derivados lácteos da importância da utilização do soro na indústria alimentícia. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química e aceitabilidade de queijos elaborados com leite de cabra, com níveis crescentes de soro de leite em pó.

REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Composição Físico-Química do Leite

O leite de cabra é o produto normal, fresco, integral, obtido da ordenha completa e ininterrupta de animais sãos, bem alimentados e em repouso (REGULAMENTO, 2002). O processo de domesticação e início da utilização do leite animal, principalmente o de origem bovina, data de aproximadamente 5.000 a.C. A partir de então, o leite tem sido considerado, ao longo do tempo, um alimento por excelência para a utilização pelo homem. O leite é um produto altamente perecível e cuidados especiais na produção, armazenamento, processamento e distribuição devem ser observados para que o leite e seus produtos cheguem ao consumidor com a qualidade desejada. O leite e seus derivados compõem uma parcela importante do contexto mundial de produção e comercialização de alimentos, sendo cada vez mais relevante a sua participação, uma vez que o processo de globalização é uma realidade tanto para produtos, processos e tecnologias (BRESSAN, 1999).

Conforme a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LEITE LONGA VIDA (1997), o leite de algumas espécies, como bovinos, caprinos e bubalinos, é utilizado como um importante alimento para humanos devido à sua qualidade nutricional. Portanto, cuidados indispensáveis são necessários com a monitoração da qualidade e higiene desse alimento (TAVEIRA & MÍDIO, 1999).

A composição físico-química do leite determina a viabilidade de sua transformação em diversos derivados lácteos como leites fluidos, manteiga, queijos, leites desidratados e sobremesas lácteas, interferindo no rendimento industrial, estabilidade frente aos tratamentos térmicos, durabilidade, características sensoriais e aceitação pelo consumidor (PENNA et al., 1999).

A composição do leite varia com a raça, condições ambientais, estágio da

REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Composição Físico-Química do Leite

O leite de cabra é o produto normal, fresco, integral, obtido da ordenha completa e ininterrupta de animais sadios, bem alimentados e em repouso (REGULAMENTO, 2002). O processo de domesticação e início da utilização do leite animal, principalmente o de origem bovina, data de aproximadamente 5.000 a.C. A partir de então, o leite tem sido considerado, ao longo do tempo, um alimento por excelência para a utilização pelo homem. O leite é um produto altamente perecível e cuidados especiais na produção, armazenamento, processamento e distribuição devem ser observados para que o leite e seus produtos cheguem ao consumidor com a qualidade desejada. O leite e seus derivados compõem uma parcela importante do contexto mundial de produção e comercialização de alimentos, sendo cada vez mais relevante a sua participação, uma vez que o processo de globalização é uma realidade tanto para produtos, processos e tecnologias (BRESSAN, 1999).

Conforme a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LEITE LONGA VIDA (1997), o leite de algumas espécies, como bovinos, caprinos e bubalinos, é utilizado como um importante alimento para humanos devido à sua qualidade nutricional. Portanto, cuidados indispensáveis são necessários com a monitoração da qualidade e higiene deste alimento (TAVEIRA & MÍDIO, 1999).

A composição físico-química do leite determina a viabilidade de sua transformação em diversos derivados lácteos como leites fluidos, manteiga, queijos, leites desidratados e sobremesas lácteas, interferindo no rendimento industrial, estabilidade frente aos tratamentos térmicos, durabilidade, características sensoriais e aceitação pelo consumidor (PENNA et al., 1999).

A composição do leite varia com a raça, condições ambientais, estágio da

lactação, estação do ano, alimentação, cuidados dispensados ao animal, ciclo estral e estado de saúde da cabra. O leite de cabra é de cor branca pura, em função do baixo teor em pigmentos carotenóides, embora sua riqueza em vitamina A seja superior às dos leites humano e de vaca. Apresenta sabor e odor próprios, porém agradáveis, desde que o animal seja mantido e ordenhado sob condições higiênicas (JARDIM, 1986).

BONASSI et al. (1997), em experimento realizado para avaliação da composição físico-química do leite de cabra, observaram os seguintes resultados médios por litro de leite: pH de 6,65, acidez titulável de 1,60 g de ácido láctico/litro, densidade de 1031,05 g/L, índice crioscópico de $-0,56^{\circ}\text{H}$, teor de gordura de 3,47 g/100 ml, cinzas de 0,77 g/100 g, cloretos de 221,06 mg/100 ml, extrato seco total (EST) de 12,18 g/100 g e extrato seco desengordurado (ESD) de 8,71 g/100 g (7,89 a 9,62). Os autores observaram que os valores obtidos para pH, acidez titulável, densidade, índice crioscópico, gordura, lactose, cinzas, cloretos, EST e ESD foram compatíveis aos encontrados por diversos autores, em diferentes países.

PENNA et al. (1999), em amostras de leite de cabra coletadas em capril localizado no município de Florestal (MG), encontraram os seguintes resultados médios: acidez titulável $14,1^{\circ}\text{D}$, gordura 3,6%, proteínas 2,7%, EST 11,8%, ESD 8,2%, densidade a 15°C 1.029 g/L, índice crioscópico $-0,564^{\circ}\text{C}$, Contagem de Células Somáticas 322.526 células/ml.

PRATA et al. (1998), observaram os seguintes valores médios para os principais constituintes do leite caprino de três rebanhos estudados: proteína bruta 3,27%, gordura 3,74%, lactose 4,35%, cinzas 0,74% e água 88,49%.

Conforme JAOUEN (1982), a acidez geralmente varia de 12 a 14°D , porém, no final do estágio de lactação, pode atingir 16 a 18°D , sendo que o pH do leite da raça Saanen varia de 6,5 a 6,8.

Os teores de EST do leite de cabra foram observados por ANDRADE et al. (1982), 14,80%, MENDES et al. (1988), que determinaram 13,03, 12,09 e 12,33% e NOGUEIRA (1990) que obteve valores de 12,36% a 13,87%. Vale ainda ressaltar que o parâmetro EST está correlacionado com o teor de gordura e a densidade do leite, uma vez que estes resultados é que fornecem o percentual de EST (MENDES, 1993).

MENDES (1993) obteve teores de ESD de leite de cabra, que se situaram na faixa de 8,47 a 8,63%, e foram semelhantes aos encontrados por QURESHI et al. (1981) e MENDES et al. (1988), que citaram valores médios de 8,43 e 8,61%, respectivamente.

VALLE & CONTIERO (1981) demonstraram que o tratamento térmico do leite provoca alterações na estrutura e propriedades da caseína e das proteínas do soro, mesmo que a temperatura de exposição seja moderada. Entre as modificações que ocorrem, são citadas principalmente a desnaturação, a coagulação, a interação entre proteínas e a sedimentação.

A padronização da proteína contida no leite é atualmente um tópico de interesse considerável na indústria leiteira (GUNGERICH, 1994). A qualidade sensorial do leite com proteína padronizada é crucial, especialmente se for direcionado ao consumidor (RATTRAY & JELEN, 1996).

O leite de cabra é semelhante ao de vaca no que se refere a glicolipídios e fosfolipídios, mas frações de leite de cabra desnatado contém mais lipídios livres do que o leite de vaca (CERBULIS et al., 1982).

Os glóbulos graxos do leite de cabra são menores que os do leite de vaca e, em grande parte, medem menos de quatro micra de diâmetro, além de apresentarem grande dispersão. Por suas propriedades físicas, o leite de cabra é de mais difícil desnatagem que o de vaca; sua manteiga, em igualdade de peso, dá um volume 20% superior ao da obtida de leite de vaca (JARDIM, 1986).

O leite de cabra quando comparado ao leite de vaca tem 30% menos colesterol, 20% a mais de cálcio, 27% a mais de selênio, 35% a mais de potássio e 20% a mais de fósforo, além de outros minerais. É menos alergênico. A alergia ao leite de cabra se aproxima a 0%, por possuir apenas traços de caseína Alfa-S1, encontrada em grande quantidade no leite de vaca (JORNAL..., 2003).

Do ponto de vista bioquímico, a gordura do leite de cabra apresenta importante diferença em relação ao leite de vaca: cerca de 18% de ácidos graxos de cadeia curta, o dobro do teor do leite de vaca, sendo os ácidos graxos representados, sobretudo pelos ácidos capríco, caprílico e cáprico. Este fato explica as diferenças de sabor de ambos os leites, bem como o aroma típico apresentado pelos queijos de cabra maturados por mofos lipolíticos (FURTADO, 1978). O sabor, o aroma e a qualidade do leite de cabra podem ser associados aos lipídios. Os ácidos graxos de cadeia curta (4 a 10 carbonos) estão presentes em dobro neste leite quando comparados ao leite de vaca. Existe uma acentuada variação no conteúdo de gordura, proteína e no volume de produção durante as estações do ano e durante o período de lactação (LOEWENSTEIN et al., 1980).

Devido a esta característica de seus glóbulos de gordura, atribui-se uma maior digestibilidade do leite de cabra em relação ao leite de vaca. Supõe-se que as lipases



possam atacar a gordura do leite de cabra mais rapidamente, por causa da maior área de exposição (FURTADO, 1981). O tamanho dos glóbulos de gordura do leite de cabra é em torno de 15 vezes menor que o leite de vaca, levando apenas 40 minutos para digestão, enquanto que outros leites comuns chegam a 2 horas (JORNAL..., 2003).

2.2. Soro de Leite

Atualmente o soro de leite começa a ser visto como um produto cujos constituintes podem ser aproveitados pelas indústrias de alimentos, farmacêutica e química (PONSANO et al., 1992). O uso de produtos de soro tem aumentado de maneira espetacular nos últimos anos devido aos avanços significativos alcançados no processamento e no refino do soro fluído (LAGRANGE & DALLAS, 1997). Entretanto, para a fabricação de queijos tipo “Minas Frescal” não existem trabalhos com a utilização de soro de leite em pó.

A incorporação de ingredientes lácteos na produção de queijos frescos ou processados, tais como a utilização de WPC's (Whey Protein Concentrates), resulta em queijos com maior teor de umidade e melhor capacidade de gratinar (QUEIJOS..., 1999).

ABREU (1999) relata que o soro é o subproduto do processamento do queijo, da caseína ou de algum produto de leite dessorado ou acidificado, contendo em média 0,9% de proteína, 4,9% de lactose, 0,6% de sais minerais, 0,3% de gordura e 0,00012% de riboflavina. Na fabricação de queijos, o soro constitui a porção ou fase aquosa do leite resultante da dessoragem do coágulo (sinéresis) e pode ser caracterizado como um líquido amarelo-esverdeado e, dependendo do tipo de queijo, pode possuir sabor ligeiramente ácido ou doce.

A DBO se refere à quantidade de oxigênio necessária para que ocorra a degradação bioquímica do material orgânico em questão. O soro de leite apresenta altos valores de DBO por possuir significativa quantidade de matéria orgânica em sua composição, representada pela lactose e pelas proteínas (PONSANO et al., 1992).

Embora o soro contenha substâncias de alto valor nutricional, ele se torna um dos maiores problemas das indústrias de laticínios em todo o mundo; por ser um resíduo com alta concentração de matéria orgânica, está sujeito à rápida alteração pelos microrganismos, possuindo, conseqüentemente, uma alta DBO. Um litro de soro possui uma DBO entre 30.000 e 60.000 mg de O_2 , sendo esses valores cerca de 100 vezes mais

elevados que os do esgoto doméstico. O alto consumo de oxigênio pelos microrganismos em seu processo de utilização dos compostos do soro, juntamente com a fermentação da lactose em ácido lático, faz com que o soro, quando lançado em cursos d'água, reduza o teor de oxigênio dissolvido e aumente a acidez dessa água, o que prejudica a vida aquática, transformando-se, portanto, em um agente altamente poluente. Exemplificando, uma fábrica com uma produção média de 300.000 litros de soro de queijo por dia polui o equivalente a uma cidade com 150.000 habitantes (ABREU, 1999).

O cálcio não é o único aspecto nutricional que está na base para ótima reputação do soro de leite como alimento saudável. Uma vez que o leite fornece saúde, o fator digestibilidade se reveste de grande importância. Levando-se em consideração que os aminoácidos essenciais constituem mais de 60% de todos os aminoácidos presentes no soro, os aminoácidos limitantes não irão causar problemas em aplicações que envolvem fortificação com proteínas. Os aminoácidos do soro que contêm enxofre, cisteína e metionina aumentam os níveis de antioxidantes no organismo, contribuindo potencialmente para a estabilização do DNA durante a divisão das células e reduzindo o risco de certos tipos de câncer, tal como câncer do cólon, de acordo com estudos realizados com animais (ABRINDO..., 2001).

O soro é uma fonte de proteínas de excelente relação custo-benefício capaz de conferir uma série de vantagens funcionais em aplicações alimentícias. Os produtos de 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). As proteínas do soro são excepcionalmente ricas em aminoácidos de cadeia ramificada e são classificadas como proteínas de alta qualidade (PRODUTOS..., 2000).

O soro doce ($\text{pH} \pm 6,0$) e o soro ácido ($\text{pH} \pm 4,5$) em pó - fontes não concentradas contendo entre 10% e 15% de proteína - fornecem sólidos lácteos valiosos, sendo que o soro ácido ainda acrescenta uma saudável quantidade extra de cálcio (ABRINDO..., 2001).

O soro é uma mistura de proteína, lactose, minerais e um pouco de gordura e, hoje em dia, todos estes componentes podem ser modificados conforme as necessidades específicas de cada cliente ou aplicação. Isto se aplica sobretudo ao teor de proteína, o

qual pode ser ajustado a qualquer valor entre 12 até acima de 90% dos sólidos, oferecendo uma ampla gama de possibilidades e opções aos profissionais responsáveis pela formulação e desenvolvimento de produtos alimentícios (LAGRANGE & DALLAS, 1997).

Em uma quantidade razoável de casos, o soro proveniente da elaboração de queijos é utilizado para a fabricação da ricota, o que extrai a maioria das proteínas deste. Entretanto, deve-se ter em mente que a lactose (sólido mais abundante no soro) permanece após a remoção dessas proteínas, remanescendo assim a maior parte do poder poluente do soro (ABREU, 1999).

De acordo com LAGRANGE & DALLAS (1997), o isolado de proteína de soro ou WPI possui excelentes propriedades de gelificação, aeração, emulsificação, retenção de água e incorporação de gordura. A composição dos WPC's é muito variável e, por esta razão, são normalmente comercializados com base no teor de proteína, por exemplo, WPC-80.

A utilização do soro de leite constitui um grande problema para a indústria de laticínios pelos elevados volumes excedentes no processamento do queijo e pela alta DBO (PONSANO et al., 1992).

Conforme ABREU (1999), para contornar o problema ambiental causado pelo soro, uma das alternativas seria a implantação em cada indústria de laticínios, de um sistema de tratamento biológico do soro; entretanto, o alto custo envolvido inviabilizaria a implantação do sistema.

2.3. Leite Reconstituído e Queijos

A adição de leite reconstituído (leite em pó + água) ou recombinado (leite em pó desnatado + água + matéria gorda anidra) ao leite *in natura* para a fabricação de queijos, é uma medida que vem sendo adotada com sucesso em países onde a produção de leite é baixa, ou então, países como é o caso do Brasil, onde a variação da produção de leite na entressafra é verificada (VIEIRA & NEVES, 1980).

O uso de leite em pó na fabricação de queijo parece ter surgido na Nova Zelândia com dois pesquisadores, Hansen e Theophilus, em 1930 (CHERREY & LABLÉE, 1986).

A qualidade do leite em pó destinado à fabricação de queijo é influenciada pela qualidade do leite cru empregado na fabricação do pó e pelas condições de concentração



e secagem. O leite em pó destinado a fabricação de queijos deve ser obtido principalmente de leite fresco que não tenha sido pré aquecido acima de 72°C por 15 segundos ou 99°C por 1 segundo (GILLES & LAWRENCE, 1981). A utilização de altas temperaturas no processo de fabricação de leite em pó pode levar a níveis diferentes de desnaturação de proteínas do soro e, conforme os diferentes graus de desnaturação, pós de diferentes qualidades são obtidos, o que possibilita sua classificação (ALVES, 1999).

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 (SABOYA et al., 1998).

Pesquisas relatam que, geralmente, queijos fabricados com leite reconstituído maturam muito vagarosamente e desenvolvem sabor e aroma muito pouco pronunciados (EL-GHANDOUR et al., 1983). Em geral, pode-se obter um queijo de qualidade aceitável a partir de leite recombinação usando-se os mesmos princípios e padronização aplicados na produção de queijos fabricados com leite *in natura*. Ao utilizar leite reconstituído, não ocorre maior perda de caseína e gordura do que quando se utiliza leite fresco, contanto que uma emulsão estável seja obtida através de uma homogeneização eficiente dos ingredientes básicos (GILLES & LAWRENCE, 1981).

MIETTON (1988) afirma que leite recombinação exibe coagulabilidade fraca como resultado da retrogradação irreversível de minerais (Ca e P), nível variado de desnaturação de proteínas do soro e tratamento de homogeneização. Segundo GILLES et al. (1979), o processo de coagulação pode ser ajudado pela adição de cloreto ou fosfato de cálcio, às vezes acompanhado por ácido fosfórico, ao concentrado antes da secagem ou ao leite recombinação. A adição de cerca de 20 g de cloreto de cálcio/100 l leite reconstituído diretamente ao tanque de fabricação melhora a uniformidade da velocidade de coagulação, firmeza final da coalhada, além de manter normal o tempo de coagulação (30 a 40 minutos) (GILLES & LAWRENCE, 1981).

Conforme CHEFTEL et al. (1989), as proteínas do leite são ditas proteínas ácidas, ou seja, quanto mais proteínas apresentar o leite maior será sua acidez. Entretanto, esse aumento da acidez do leite, provocado pela adição de leite reconstituído ao leite *in natura*, também deve-se provavelmente ao fato do leite reconstituído ser um leite mais ácido, uma vez que o leite em pó contém uma certa porcentagem de proteínas desnaturadas (GUTIERREZ, 1991).

A formação do “flavor” é um complexo fenômeno bioquímico que ocorre durante a maturação do queijo, envolvendo a degradação da caseína (proteólise) e gordura (lipólise), modificando as características de corpo do queijo, e conferindo-lhe sabor típico. As enzimas que catalisam essas reações são liberadas pelos microrganismos do fermento láctico (ABREU, 1999).

Conforme ALONSO et al. (1988), a proteólise é o principal fenômeno que contribui para o aroma e a textura dos queijos. Os principais agentes envolvidos na proteólise, durante a maturação dos queijos são: enzimas coagulantes, enzimas naturais do leite, enzimas de bactérias lácticas utilizadas como fermento, enzimas de fermentos não-lácticos (bactérias propiônicas, mofo e leveduras) e enzimas de bactérias não utilizadas como fermento, mas que ocorrem nos queijos por resistirem à pasteurização ou como contaminantes durante a fabricação (FOX, 1991).

A presença de maior quantidade de ácidos graxos caprótico, caprílico e cáprico no leite de cabra dá ao queijo um sabor e aroma característico, enquanto que a ausência de pigmentos carotenóides faz com que o produto seja sempre branco (KOSIKOWSKI, 1978). Na fabricação de algumas variedades de queijo o forte odor de cabra é desejado, mas, para a maioria dos produtos, o que se procura é evitar este cheiro característico (LOEWENSTEIN et al., 1980).

Segundo SABOYA et al. (1998), mesmo com a adição de leite reconstituído ao leite *in natura*, não ocorreram variações significativas quanto à composição físico-química do leite fresco. Houve um ligeiro aumento (até cerca de 1°D) na acidez titulável nas misturas leite reconstituído + leite *in natura*, quando comparados ao controle. É possível que essa variação deva-se à própria acidez do leite em pó, eventualmente superior àquela do leite *in natura*.

A adição de 10 e 20% de leite reconstituído ao leite *in natura*, não afetou as características físico-químicas de pH, teor de gordura no extrato seco e teor de proteínas das mozzarelas obtidas e sim houve um aumento significativo no teor de umidade dos queijos, com o uso de leite reconstituído (SPADOTTI & OLIVEIRA, 1999).

De acordo com SABOYA et al. (1998), é possível a fabricação do queijo Minas Frescal com adição de até 40% de leite reconstituído ao leite *in natura*, sem afetar as características físico-químicas, quanto ao pH, acidez titulável, teor de sal e atividade de água, além da durabilidade dos queijos obtidos. Mesmo assim, a umidade dos queijos com 40% de leite reconstituído adicionado ao leite *in natura* foi superior aos demais

queijos, embora tenha verificado, uma tendência a aumento de rendimento em gramas de sólidos totais por litro de leite com o aumento da quantidade de leite reconstituído.

Segundo SPADOTTI & OLIVEIRA (1999), é possível fabricar queijo Mozarela, a partir de leite *in natura* adicionado de 10% de leite reconstituído, e obter um produto com composição e fatiamento semelhante ao fabricado apenas com leite *in natura*. A adição de 20% de leite reconstituído na elaboração de Mozarela, resultou em queijos de difícil fatiamento, prejudicando seu uso no preparo de pizzas comerciais.

GOMES & BONASSI (1996), analisando a microbiota do queijo tipo Minas, verificaram variações durante o período de cura. A contagem total diminuiu a partir do 4º dia de fabricação e a população de microrganismos proteolíticos variou muito pouco no decorrer da cura, apresentando tendência de decréscimo aos 16 dias. As bactérias lipolíticas apresentaram contagem baixa. Os lactococos apresentaram-se em maior número que os demais até o 12º dia de cura, diminuindo até o final do período, mostrando serem importantes na fase inicial de cura desse tipo de queijo. Já, os lactobacilos, mesmo sem terem sido adicionados, estiveram presentes, sendo o único grupo a apresentar aumento a partir do 12º dia, o que pode sugerir uma possível atuação desse gênero no final da cura do queijo tipo Minas padronizado.

Segundo MENDES (1997), em razão da variedade de aminoácidos que possuem, as proteínas presentes no queijo são de alto valor biológico, sendo consideradas proteínas completas como as da carne e as do ovo, o que as torna indispensáveis à síntese de proteínas específicas do organismo. Além de seu conteúdo protéico, o queijo constitui-se, ao lado do leite, a maior fonte de cálcio absorvível à disposição do organismo, assegurando-lhe, assim, taxas suficientes desse nutriente para a fabricação e estabilização do sistema ósseo e dentário, sobretudo em crianças, além de conter altos teores de fósforo em sua composição.

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 bioquímicas ocorrem nos 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 (WOLFSCHOON-POMBO, 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).

O processo de maturação dos queijos é bastante complexo e vários índices tem sido desenvolvidos para previsão da qualidade do queijo quando ele é colocado à disposição do consumidor. Entre os índices químicos para essa avaliação, inclui-se a destruição da lactose (CARUSO & OLIVEIRA, 1999).

A formação do ácido láctico é essencial para o sabor do queijo Minas Frescal, bem como para a 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).

3.1. Material

Matéria Prima

Leite in natura

Cleite de cabra foi adquirido do Capril Ilha Solteira, localizado no município de Ilha Solteira - SP.

Soro de leite em pó

O soro de leite em pó foi adquirido da empresa Vigor localizada em São Domingos do Sapucaí - MG.

Informações nutricionais (média) por 100 g:

Energia: 357 kcal

Proteínas: 11 g

Glicídios: 76 g

Lipídios: 1 g

Fibra alimentar: 0 g

Coadjuvantes de Processamento

Cloreto de cálcio

Foi empregado Cloreto de Cálcio (CaCl_2) em solução aquosa esterilizada a 30% (p/v), na proporção de 25g/100 litros de leite (VIEIRA & LOURENÇO, 1982).

Ácido Láctico

Foi empregado ácido láctico industrial 85% de pureza e preparado em solução aquosa a 2,0%, na proporção de 25ml/100 litros de leite (WOLFSCHOON-POMBO et al., 1978).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biotecnologia da Faculdade de Engenharia – UNESP – Câmpus de Ilha Solteira.

3.1. Material

Matéria Prima

Leite *in natura*

O leite de cabra foi adquirido do Capril Ilha Solteira, localizado no município de Ilha Solteira – SP.

Soro de leite em pó

O soro de leite em pó foi adquirido da empresa Vigor localizada em São Gonçalo do Sapucaí – MG.

Informações nutricionais (média) por 100 g:

Energia: 357 Kcal

Proteínas: 11 g

Glicídios: 76 g

Lipídios: 1 g

Fibra alimentar: 0 g

Coadjuvantes de Processamento

Cloreto de cálcio

Foi empregado Cloreto de Cálcio (CaCl_2) em solução aquosa esterilizada a 50% (p/v), na proporção de 25g/100 litros de leite (VIEIRA & LOURENÇO, 1982).

Ácido láctico

Foi empregado ácido láctico industrial 85% de pureza e preparado em solução aquosa a 2,0%, na proporção de 25ml/100 litros de leite (WOLFSCHOON-POMBO et al., 1978).



Agente de coagulação

Como agente de coagulação utilizou-se coalho-enzima líquido de origem animal, conforme recomendação do fabricante de 7 a 9 ml de coalho para cada 10 litros de leite, diluído na proporção de 1:5 com água destilada, fervida e resfriada aproximadamente a 32°C.

Cloreto de sódio

Foi utilizado sal comum e a salga realizada em salmoura a 18% em 10°C; o tempo de permanência na salmoura variou em função do peso (queijos de 0,5 kg permaneceram por 90 minutos).

Embalagem

A embalagem utilizada foi o invólucro de filme plástico (polietileno de baixa densidade), sendo este tipo de embalagem utilizada pelos fabricantes desse tipo de queijo.

3.2. Métodos

Técnica de Reconstituição do Soro de Leite em Pó e Mistura ao Leite

O leite foi pasteurizado a 65°C por 30 minutos e logo após, com a temperatura por volta de 52°C, foi feita a adição do soro de leite em pó pela adição lenta à superfície do leite. A homogeneização foi manual, utilizando-se uma escumadeira de aço inoxidável, até a completa dissolução do pó e o processamento dos queijos ocorreu com a temperatura por volta dos 35°C.

Os queijos foram elaborados de acordo com a técnica padrão para o queijo tipo "Minas Frescal" indicada pelo Instituto de Laticínios "Cândido Tostes", conforme descrito na Figura 1 (VIEIRA & LOURENÇO, 1982).

Desnate do Leite

Nos tratamentos II, III e IV onde foi utilizado leite parcialmente desnatado, o desnate foi realizado no dia seguinte após a chegada do leite ao laboratório, onde coletou-se manualmente com auxílio de escumadeira o creme sobrenadante.

Técnica de Fabricação do Queijo "Minas Frescal"

Os queijos foram processados utilizando-se 09 litros de leite por tratamento, dos quais a massa resultante era enformada em forma adequada a esse tipo de queijo. A pesagem foi realizada no dia seguinte obtendo-se queijos pesando entre 400,93 gramas e 610,20 gramas, resultando assim as devidas repetições, em número de três.

Os tratamentos foram:

Tratamento I – Leite integral com 4,05% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento II – Leite parcialmente desnatado com 3,8% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento III – Leite parcialmente desnatado com 3,6% de gordura + 2,5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Tratamento IV – Leite parcialmente desnatado com 3,55% de gordura + 5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

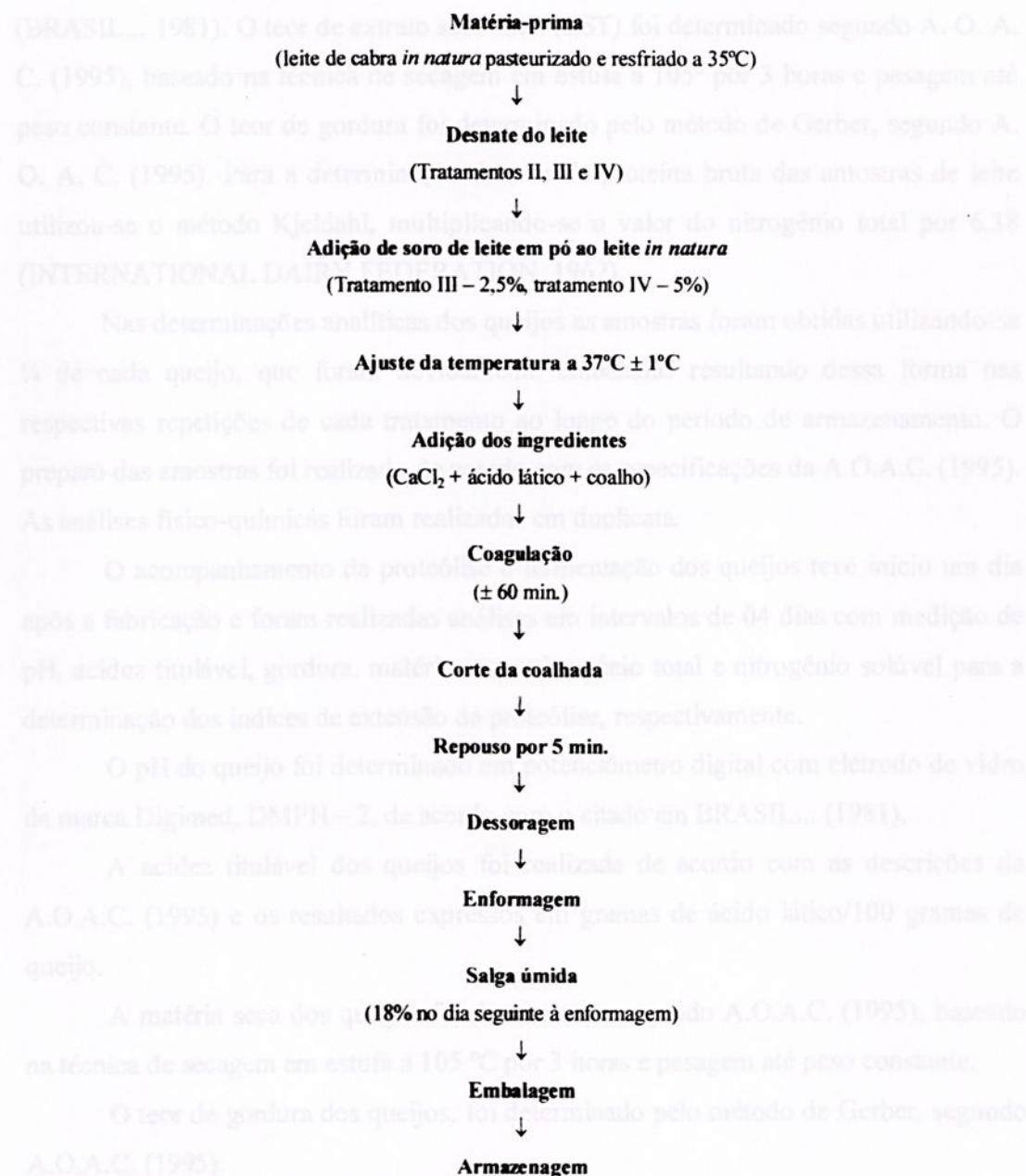


FIGURA 1 – Fluxograma de fabricação do queijo "Minas Frescal".

3.3. Análises Físico-Químicas das Amostras de Leite e Queijos

As amostras de leite foram coletadas diretamente das cubas de fabricação, segundo normas da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A. O. A. C.), (1995).

O pH do leite foi determinado em potenciômetro digital com eletrodo de vidro da marca Digimed, DMPH – 2, de acordo com o citado em BRASIL... (1981). A acidez titulável através de titulação com solução Dornic (indicador: fenolftaleína a 1,0%) e os resultados expressos em Graus Dornic (°D) de acordo com BRASIL... (1981). A densidade do leite foi determinada por meio do termolactodensímetro de Quevenne (BRASIL... 1981). O teor de extrato seco total (EST) foi determinado segundo A. O. A. C. (1995), baseado na técnica de secagem em estufa a 105° por 3 horas e pesagem até peso constante. O teor de gordura foi determinado pelo método de Gerber, segundo A. O. A. C. (1995). Para a determinação do teor de proteína bruta das amostras de leite utilizou-se o método Kjeldahl, multiplicando-se o valor do nitrogênio total por 6,38 (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1962).

Nas determinações analíticas dos queijos as amostras foram obtidas utilizando-se ¼ de cada queijo, que foram devidamente embaladas resultando dessa forma nas respectivas repetições de cada tratamento ao longo do período de armazenamento. O preparo das amostras foi realizado de acordo com as especificações da A.O.A.C. (1995). As análises físico-químicas foram realizadas em duplicata.

O acompanhamento da proteólise e fermentação dos queijos teve início um dia após a fabricação e foram realizadas análises em intervalos de 04 dias com medição de pH, acidez titulável, gordura, matéria seca, nitrogênio total e nitrogênio solúvel para a determinação dos índices de extensão da proteólise, respectivamente.

O pH do queijo foi determinado em potenciômetro digital com eletrodo de vidro da marca Digimed, DMPH – 2, de acordo com o citado em BRASIL... (1981).

A acidez titulável dos queijos foi realizada de acordo com as descrições da A.O.A.C. (1995) e os resultados expressos em gramas de ácido láctico/100 gramas de queijo.

A matéria seca dos queijos foi determinada segundo A.O.A.C. (1995), baseado na técnica de secagem em estufa a 105 °C por 3 horas e pesagem até peso constante.

O teor de gordura dos queijos, foi determinado pelo método de Gerber, segundo A.O.A.C. (1995).

3.3. Fracionamento do Nitrogênio Total do Queijo

O teor de proteína bruta dos queijos foi determinado pelo método Kjeldahl, multiplicando-se o valor do nitrogênio total por 6,38 (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1962).

O teor de proteína solúvel foi determinado segundo SCHIMIDT-HEBBEL (1956) utilizando-se o método micro-Kjeldhal (A. O. A. C., 1980) e multiplicado pelo fator 6,38.

Para calcular o índice de extensão da proteólise do queijo foram empregadas as fórmulas citadas por WOLFSCHOON-POMBO (1983) e FURTADO & PARTRIDGE (1988).

O índice de extensão foi obtido pela fórmula:

$$\text{Índice de extensão} = \frac{\text{N solúvel}}{\text{N total}} \times 100$$

3.4. Análise Sensorial

Para a análise sensorial foi apresentada uma série de amostras individualmente e devidamente codificadas. Pediu-se ao 30 provadores que marcassem em folha apropriada a resposta que melhor refletisse seu julgamento em relação à aceitação do produto. As folhas de respostas preenchidas pelos provadores, selecionados ao acaso, foram organizadas e a classificação dos julgadores transformada em valores numéricos (1 a 9 pontos) para análise dos resultados, através das técnicas de análise de variância e pelos testes de comparação de médias. Foi adotada a escala hedônica, de acordo com CHAVES & SPROESSER (1993), conforme modelo abaixo:

ESCALA HEDÔNICA	
Nome:.....	Data:.....
Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento.	
Código da amostra:.....	
() Gostei extremamente	
() Gostei muito	
() Gostei moderadamente	
() Gostei ligeiramente	
() Indiferente	
() Desgostei ligeiramente	
() Desgostei moderadamente	
() Desgostei muito	
() Desgostei extremamente	
Comentários:.....	

3.5. Delineamento Experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, num esquema fatorial 4 x 4 (tratamentos x tempos de armazenamento), para as análises físico-químicas e avaliação sensorial. Para testar as diferenças entre as médias foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade (PIMENTEL-GOMES, 1985).

Foram realizadas análises de correlação entre as características físico-químicas e regressão das mesmas, sendo que os dados foram analisados através do Sistema SAS (Statistical Analysis Systems, 1992).

Na Tabela 1 encontram-se os valores médios das análises físico-químicas do leite. Na Tabela 2 encontram-se os valores da análise de variância para as características físico-químicas. Os valores médios das características físico-químicas dos queijos estão representados nas Tabelas 3 e 10.

TABELA 1 – Valores médios das análises físico-químicas das amostras de leite.

Análises	Tratamentos			
	I	II	III	IV
Acidez titulável (°D)	18	19	24	28,3
Densidade (g/ml)	1030,9	1030,2	1040,4	-
Gordura (%)	4,5	3,8	3,6	3,55
Matéria Seca (%)	11,72	11,02	12,61	14,69
Nitrogênio Total (%)	0,59	0,56	0,62	0,63
Proteína Bruta (%)	3,74	3,55	3,98	4,03
pH	6,62	6,62	6,53	6,48

Tratamento I – Leite integral com 3,5% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento II – Leite parcialmente desnatado com 3,5% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento III – Leite parcialmente desnatado com 3,6% de gordura + 2,5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Tratamento IV – Leite parcialmente desnatado com 3,5% de gordura + 5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Os valores médios para o teor de umidade dos queijos estão expressos na Tabela 3. Os valores de F (Tabela 2) foram significativos para tratamento, tempo de armazenamento e tratamento dentro de tempo de armazenamento.

No 1º dia de armazenamento o efeito do tratamento com adição de 5% de soro de leite em pó (70,35) foi significativamente maior que o testemunha (62,74), parcialmente desnatado (62,69) e com adição de 2,5% de soro de leite em pó (62,83), e estes não diferiram entre si. No 5º dia de armazenamento o efeito foi semelhante ao 1º dia; no entanto, o tratamento com 2,5% de soro de leite em pó não diferiu significativamente do testemunha, porém foi significativamente maior quando comparado ao tratamento com leite parcialmente desnatado. Os tratamentos com leite

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os valores médios das análises físico-químicas do leite. Na Tabela 2 encontram-se os valores da análise de variância para as características físico-químicas. Os valores médios das características físico-químicas dos queijos estão representados nas Tabelas 3 a 10.

TABELA 1 – Valores médios das análises físico-químicas das amostras de leite.

Análises	Tratamentos			
	I	II	III	IV
Acidez titulável (°D)	18	19	24	28,5
Densidade (g/ml)	1030,9	1030,2	1040,4	-
Gordura (%)	4,5	3,8	3,6	3,55
Matéria Seca (%)	11,72	11,02	12,61	14,69
Nitrogênio Total (%)	0,59	0,56	0,62	0,63
Proteína Bruta (%)	3,74	3,55	3,98	4,05
pH	6,62	6,62	6,53	6,48

Tratamento I – Leite integral com 4,05% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento II – Leite parcialmente desnatado com 3,8% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento III – Leite parcialmente desnatado com 3,6% de gordura + 2,5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Tratamento IV – Leite parcialmente desnatado com 3,55% de gordura + 5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Os valores médios para o teor de umidade dos queijos estão expressos na Tabela 3. Os valores de F (Tabela 2) foram significativos para tratamento, tempo de armazenamento e tratamento dentro de tempo de armazenamento.

No 1º dia de armazenamento o efeito do tratamento com adição de 5% de soro de leite em pó (70,35) foi significativamente maior que o testemunha (62,74), parcialmente desnatado (62,69) e com adição de 2,5% de soro de leite em pó (62,83), e estes não diferiram entre si. No 5º dia de armazenamento o efeito foi semelhante ao 1º dia; no entanto, o tratamento com 2,5% de soro de leite em pó não diferiu significativamente do testemunha, porém foi significativamente maior quando comparado ao tratamento com leite parcialmente desnatado. Os tratamentos com leite

TABELA 2 – Resumo da análise de variância das avaliações físico-químicas.

Causas de Variação	G.L.	Umidade	Matéria Seca	pH	Acidez	Gordura	Proteína Bruta	Proteína Solúvel	Índice de Proteólise
Tratamento	3	0,00019	0,00019	0,00144	0,00206	0,00002	0,00018	0,01791	0,01106
Tempo	3	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00004	0,00101	0,00001	0,00001
Tratamento x Tempo	9	0,00009	0,00009	0,00002	0,18717	0,00100	0,00003	0,00001	0,00001
Coefficiente de Variação Tratamento (%)	-	2,400	4,034	1,242	10,542	5,556	5,018	8,536	10,318
Coefficiente de Variação Tempo (%)	-	1,398	2,350	1,085	12,247	4,058	3,408	5,006	5,805

significativo a 1% ($p < 0,01$)

significativo a 5% ($p < 0,05$)



parcialmente desnatado e 3,6% de gordura + 2,5% de soro de leite em pó (63,40) e leite parcialmente desnatado com 3,55% de gordura + 5% de soro de leite em pó (65,16) aos 9 dias de fabricação não diferiram entre si, porém foram significativamente maiores quando comparados ao testemunha (60,57) e parcialmente desnatado (59,93), sendo que estes não diferiram entre si. Já aos 13 dias os tratamentos testemunha (62,01) e com adição de 5% de soro de leite em pó (63,97) não diferiram quando comparados entre si, porém foram significativamente maiores em relação aos tratamentos com desnatagem parcial (59,24) e com adição de 2,5% de soro de leite em pó (58,99), que não diferiram entre si.

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

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				Médias
	1	5	9	13	
I	62,74b	61,43bc	60,57b	62,01a	61,69b
II	62,69b	60,28c	59,93b	59,24b	60,54b
III	62,83b	62,83b	63,40a	58,99b	62,01b
IV	70,35a	66,64a	65,16a	63,97a	66,53a

D.M.S. 5% = 1,96834 - D.M.S. 1% = 2,69398

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

Tratamento I – Leite integral com 4,05% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento II – Leite parcialmente desnatado com 3,8% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento III – Leite parcialmente desnatado com 3,6% de gordura + 2,5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Tratamento IV – Leite parcialmente desnatado com 3,55% de gordura + 5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Os valores médios para o teor de umidade do presente experimento foram superiores aos observados por BERNARDI et al. (2000), que encontraram 45,73% e 47,66% para o teor de umidade de queijos elaborados pelo método tradicional e de acidificação direta, respectivamente; SILVA & ISEPON (1998) encontraram 40,19%; 40,80% e 41,81% de umidade aos 0, 7 e 14 dias de armazenamento para queijos “Minas Frescal” e LITOPOULOU-TZANETAKI, & TZANETAKIS (1992), que encontraram média de 58%; 59,4% e 56,8% de umidade aos 15, 75 e 90 dias de armazenamento para queijos maturados feitos de leite de cabra. Os valores encontrados neste experimento foram inferiores aos observados por CUNHA et al. (2002), que obtiveram 67,85%; 65,92% e 65,54% de umidade para queijos obtidos a partir de retentados após 2 dias de processamento. Valores semelhantes aos do presente experimento foram encontrados por SABOYA et al. (1998), que obtiveram médias de 57,31%; 59,50%; 60,06% e 62,67% de umidade e ISEPON et al. (2002) que obtiveram média de 61,78% e 61,18% para o teor de umidade de amostras inspecionadas e clandestinas de queijos tipo “Minas Frescal”. Semelhante ao que ocorreu nesta pesquisa, foi observado por SPADOTI &

OLIVEIRA (1999), que obtiveram média de 47,21%; 49,18% e 50,82% de umidade para queijos mozzarella processados com a adição de 0%, 10% e 20% de leite reconstituído, respectivamente, evidenciando um aumento do teor de umidade conforme aumentou-se a reconstituição. No experimento realizado por PEREIRA (1999) obteve-se média de 41,20% e 44,12% de umidade para queijos “Minas Frescal” processados com leite de vaca e cabra respectivamente; foi possível observar que queijos obtidos a partir de leite de cabra apresentaram maior retenção de umidade. Os queijos obtidos com a adição de soro de leite em pó tiveram comportamento semelhante ao observado por FURTADO (1999), que relatou para a fabricação de queijos “Minas Frescal” através do processo de ultrafiltração, modificações consideráveis nas características do queijo, porém, proporcionando um rendimento mais eficiente, devido à retenção de proteínas de soro e a obtenção de um queijo com teor mais alto de umidade.

Os resultados da matéria seca estão relacionados na Tabela 4. Os valores de F (Tabela 2) foram significativos para tratamento, tempo de armazenamento e tratamento dentro de tempo de armazenamento.

TABELA 4 – Matéria seca expressa em gramas/100g de queijo. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				Médias
	1	5	9	13	
I	37,26a	38,57ab	39,43a	37,99b	38,31a
II	37,31a	39,72a	40,07a	40,76a	39,46a
III	37,17a	37,17b	36,60b	41,01a	37,99a
IV	29,65b	33,36c	34,84b	36,03b	33,47b

D.M.S. 5% = 1,96834 - D.M.S. 1% = 2,69397

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

Tratamento I – Leite integral com 4,05% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento II – Leite parcialmente desnatado com 3,8% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento III – Leite parcialmente desnatado com 3,6% de gordura + 2,5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Tratamento IV – Leite parcialmente desnatado com 3,55% de gordura + 5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Para o teor de matéria seca no 1º dia de processamento, os tratamentos testemunha (37,26), parcialmente desnatado (37,31) e com adição de 2,5% de soro de leite em pó (37,17) não diferiram entre si e foram significativamente maiores que o tratamento com adição de 5% de soro de leite em pó (29,65). Aos 5 dias de processamento o tratamento com desnatagem parcial (39,72) não diferiu significativamente do tratamento testemunha (38,57), porém, foi significativamente maior que o tratamento com adição de 2,5% de soro de leite em pó (37,17) e o tratamento com adição de 5% de soro de leite em pó (33,36); o tratamento testemunha

não diferiu significativamente do tratamento com adição de 2,5% de soro de leite em pó, sendo significativamente maior em relação ao tratamento com adição de 5% de soro de leite em pó. Os tratamentos I (39,43) e II (40,07) não diferiram entre si aos 9 dias de fabricação, porém, foram significativamente maiores em relação aos tratamentos com adição de soro de leite em pó, que não diferiram entre si. No 13º dia, os tratamentos II (40,76) e III (41,01) não diferiram entre si, mas foram significativamente maiores que os tratamentos I (37,99) e IV (36,03) e estes não diferiram entre si.

Os valores médios do teor de matéria seca da presente pesquisa foram inferiores aos encontrados por CAMACHO et al. (1991), que obtiveram matéria seca média de 44,90%; 50,02% e 48%, respectivamente; BERNARDI et al. (2000), que observaram matéria seca de 54,29% e 52,22% para queijos mozzarella de leite de búfala fabricados pelos métodos tradicional e de acidificação direta, respectivamente; SILVA & ISEPON (1998), que encontraram valores médios de matéria seca de 57,35%; 58,63% e 61,21%, respectivamente, e YUNES & BENEDET (2000), que encontraram 40,36% de matéria seca para queijo fresco de leite de búfala.

Na Tabela 5 estão relacionados os resultados médios de pH dos queijos. Os valores de F (Tabela 2) foram significativos para tratamento, tempo de armazenamento e tratamento dentro de tempo de armazenamento.

TABELA 5 – Valores médios de pH dos queijos. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				Médias
	1	5	9	13	
I	6,84a	6,84a	6,54a	6,66a	6,72a
II	6,71a	6,52b	6,55a	6,44b	6,56b
III	6,82a	6,51b	6,68a	6,12c	6,53b
IV	6,85a	6,70a	6,62a	6,57ab	6,69a

D.M.S. 5% = 0,10759 - D.M.S. 1% = 0,14725

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

Tratamento I – Leite integral com 4,05% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento II – Leite parcialmente desnatado com 3,8% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento III – Leite parcialmente desnatado com 3,6% de gordura + 2,5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Tratamento IV – Leite parcialmente desnatado com 3,55% de gordura + 5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Com relação ao tempo de armazenamento para os valores médios de pH no 1º e 9º dias não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos estudados. Aos 5 dias de fabricação os tratamentos testemunha (6,84) e com adição de 5% de soro de leite em pó (6,70) não diferiram entre si, porém foram significativamente maiores que os tratamentos com desnate parcial (6,52) e com desnate parcial e adição de 2,5% de soro

de leite em pó (6,51), estes não diferiram entre si. O tratamento com leite integral (6,66) aos 13 dias de fabricação não diferiu significativamente do tratamento com adição de 5% de soro de leite em pó (6,57), porém, foi significativamente maior que os tratamentos II (6,44) e III (6,12).

Os valores médios de pH observados neste experimento foram superiores aos encontrados por CASTRO & FURTADO (2000), que obtiveram para queijo provolone fabricado com soro fermento pH de 5,58 a 5,52; BRITO & ASTETE (1992), que obtiveram pH de 5,28; 5,29; 5,83 e 5,83 para mozzarelas fabricadas com leite de vaca e cabra (1:1); SPADOTI & OLIVEIRA (1999), que observaram pH médio de 5,36; 5,36 e 5,43 utilizando 0%, 10% e 20% de leite reconstituído para queijos mozzarella aos 2 dias de fabricação e FONTECHA et al. (1990), que citaram valor médio de pH de 5,73 e 5,27 no 2º e 15º dias de maturação para queijos de leite de cabra. Valores semelhantes aos da presente pesquisa foram apresentados por PEREIRA (1999), que obteve pH médio de 6,67 e 6,98 para queijos fabricados com leite de vaca e cabra, respectivamente.

Os resultados médios para a acidez titulável encontram-se na Tabela 6. Os valores de F (Tabela 2), foram significativos para tratamentos e tempo de armazenamento. Observa-se que as médias variaram de 0,27 a 0,35 gramas de ácido láctico/100 g de queijo, sendo que o efeito do tratamento com adição de 5% de soro de leite em pó (0,35) foi significativamente maior que o testemunha (0,27) e não diferiu do tratamento II (0,33). O tratamento III não diferiu dos tratamentos I e II.

TABELA 6 - Acidez titulável expressa em gramas de ácido láctico/100g de queijo. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				Médias
	1	5	9	13	
I	0,20 a	0,22 a	0,30 b	0,35 b	0,27 c
II	0,23 a	0,30 a	0,36 b	0,44 a	0,33 ab
III	0,24 a	0,28 a	0,33 b	0,38 ab	0,31 bc
IV	0,26 a	0,26 a	0,44 a	0,44 a	0,35 a
D.M.S. 5% = 0,04345 - D.M.S. 1% = 0,05947					

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

Tratamento I - Leite integral com 4,05% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento II - Leite parcialmente desnatado com 3,8% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento III - Leite parcialmente desnatado com 3,6% de gordura + 2,5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Tratamento IV - Leite parcialmente desnatado com 3,55% de gordura + 5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Para tratamento dentro de tempo de armazenamento observa-se que não houve diferenças significativas para o 1º e 5º dias de armazenamento. No 9º dia de

armazenamento o tratamento com adição de soro de leite em pó (0,44) foi significativamente maior que os demais tratamentos (I, II e III). Já no 13º dia de armazenamento, os tratamentos II e IV (0,44 e 0,44) foram significativamente maiores que o tratamento I (0,35). No entanto, o tratamento com adição de 2,5% de soro de leite em pó não diferiu significativamente dos demais.

Os valores da acidez titulável da presente pesquisa foram inferiores aos encontrados por SABOYA et al. (1998) ao avaliarem os efeitos físico-químicos da adição de 0%, 10%, 20% e 40% de leite reconstituído ao leite *in natura* na fabricação de queijos “Minas Frescal”, quando obtiveram para a acidez titulável médias de 0,5618; 0,4643; 0,5938 e 0,6448 no primeiro dia pós-processamento e 0,9975; 0,8860; 0,9000 e 1,0093, no 14º dia após o processamento respectivamente. Os valores da acidez titulável deste experimento foram semelhantes aos encontrados por SILVA & ISEPON (1998), que estudando a influência do tipo de salga nas características físico-químicas e aceitabilidade de queijos “Minas Frescal”, obtiveram médias de acidez titulável de 0,24; 0,25 e 0,36 gramas de ácido láctico/100 g de queijo aos 0, 7 e 14 dias de armazenamento. Fato também semelhante ao ocorrido no presente experimento foi observado por ALMEIDA et al. (2001), que ao avaliarem bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo “Minas Frescal”, observaram que a acidez elevou de maneira mais acentuada nos sete primeiros dias de armazenamento, e aumentou em todos os tratamentos durante o período de armazenamento.

Na Tabela 7 estão expressos os resultados médios para o teor de gordura dos queijos. Os valores de F (Tabela 2) foram significativos para tratamento, tempo de armazenamento e para a interação tratamento dentro de tempo de armazenamento.

Para os valores médios de tratamento dentro de tempo, observa-se que no 1º dia de armazenamento o tratamento com leite integral (19,07) foi significativamente maior que os tratamentos II (17,38), III (11,71) e IV (10,57). O tratamento com desnatagem parcial foi significativamente maior que os tratamentos com adição de 2,5 e 5% de soro de leite em pó, e estes não diferiram entre si. No 5º dia de armazenamento os tratamentos I (17,94) e II (19,07) foram significativamente maiores que os tratamentos III (13,79) e IV (12,08). No entanto, aos 9 e 13 dias de armazenamento houve um comportamento semelhante dentro dos tratamentos avaliados, pois os tratamentos com leite integral e leite parcialmente desnatado diferiram significativamente dos tratamentos com 2,5% e 5% de soro de leite em pó.

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

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				Médias
	1	5	9	13	
I	19,07a	17,94a	18,88a	18,70 ^a	18,65a
II	17,38b	19,07a	18,13a	18,69 ^a	18,32a
III	11,71c	13,79b	14,54b	14,16b	13,55b
IV	10,57c	12,08c	13,22b	13,50b	12,34c
D.M.S. 5% = 1,14173 - D.M.S. 1% = 1,56263					

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

Tratamento I – Leite integral com 4,05% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento II – Leite parcialmente desnatado com 3,8% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento III – Leite parcialmente desnatado com 3,6% de gordura + 2,5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Tratamento IV – Leite parcialmente desnatado com 3,55% de gordura + 5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Os valores médios do teor de gordura dos tratamentos com adição de 2,5% e 5% de soro de leite em pó do presente experimento, no 1º dia após a fabricação, foram semelhantes ao obtido por SOUZA et al. (2002), que avaliaram a composição físico-química de amostras de queijo “Minas Frescal Light”, e obtiveram média de 11,02% de gordura. No presente experimento foram encontrados valores inferiores aos observados por SPADOTI & OLIVEIRA (1999), que avaliaram a utilização de leite reconstituído na fabricação de mozzarella com níveis de 0%, 10% e 20% de leite reconstituído adicionado ao leite *in natura* e obtiveram, 26,97%; 24,60% e 23,35% de gordura; CAMACHO et al. (1991), que avaliaram queijos artesanais de leite de cabra, observaram média 23,70% de gordura e ALVES et al. (1999), avaliando a fabricação de queijo prato a partir de leite reconstituído com níveis de 0%, 10% e 30% de substituição, obtiveram como resultados da gordura 29,81%; 26,50% e 24,31%. Valores semelhantes aos da presente pesquisa foram obtidos por ISEPON et al. (2002), que avaliaram as características físico-químicas de amostras de queijos “Minas Frescal” no comércio local de Ilha Solteira – SP., e observaram média de 16,33% de gordura para os queijos inspecionados e 16,93% para clandestinos.

Segundo GILLES & LAWRENCE (1981), perdas de gordura, durante o processamento de queijos fabricados a partir da mistura de leite reconstituído e leite *in natura* não seriam maiores do que as observadas em queijos elaborados somente a partir de leite *in natura*, desde que seja feita uma homogeneização eficiente da mistura. No presente experimento a homogeneização da mistura leite *in natura* + soro de leite em pó foi realizada manualmente como no experimento realizado por SPADOTI & OLIVEIRA (1999). No entanto, observou-se no presente experimento perdas muito significativas de gordura, certamente por ter sido a adição realizada diretamente no leite.

Segundo ALMEIDA et al. (2001), ao elevar a proporção de soro em relação ao leite, o teor de gordura das bebidas lácteas adicionadas de soro de queijo “Minas Frescal” diminuiu. Entretanto, OTERO et al. (1995), ao estudarem bebidas lácteas feitas com leite diluído em soro de queijo e água, observaram que os valores médios de gordura encontrados para as bebidas elaboradas com soro foram ligeiramente superiores aos elaborados com água.

Na Tabela 8 estão representados os valores médios da proteína bruta. Os valores de F (Tabela 2) foram significativos para tratamento, tempo de armazenamento e tratamento dentro de tempo de armazenamento.

TABELA 8 – Proteína Bruta expressa em gramas/100g de queijo. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				Médias
	1	5	9	13	
I	15,91b	19,64a	20,23a	18,02ab	18,45a
II	19,53a	19,42a	18,64b	19,35a	19,23a
III	16,75b	17,58b	16,49c	17,46bc	17,07b
IV	15,37b	15,03c	16,24c	16,14c	15,69c
D.M.S. 5% = 1,15588 - D.M.S. 1% = 1,58200					

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

Tratamento I – Leite integral com 4,05% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento II – Leite parcialmente desnatado com 3,8% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento III – Leite parcialmente desnatado com 3,6% de gordura + 2,5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Tratamento IV – Leite parcialmente desnatado com 3,55% de gordura + 5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

No 1º dia de armazenamento, o tratamento com desnate parcial (19,53) apresentou teor de proteína bruta significativamente maior que os tratamentos testemunha (15,91), com 2,5% de soro de leite em pó (16,75) e 5% de soro de leite em pó (15,37). Aos 5 dias, os tratamentos I (19,64) e II (19,42) não diferiram significativamente entre si, porém, foram significativamente maiores que os tratamentos III (17,58) e IV (15,03); o tratamento III foi significativamente maior que o tratamento IV. Já aos 9 dias de processamento, o teor de proteína bruta do tratamento I (20,23) resultou em efeito significativamente maior quando comparado com os tratamentos II (18,64), III (16,49) e IV (16,24); o tratamento com leite parcialmente desnatado foi significativamente maior que os tratamentos III e IV, e estes não diferiram entre si. No 13º dia o tratamento II (19,35) não diferiu significativamente do tratamento I (18,02), porém foi significativamente maior que os tratamentos III (17,46) e IV (16,14); o tratamento I foi significativamente maior que o tratamento IV, porém não diferiu do tratamento III. Para o teor de proteína bruta, os valores do presente experimento foram

inferiores aos observados por CUNHA et al. (2002), que obtiveram 22,05%; 23,92% e 24,01% de proteína bruta, para queijos “Minas Frescal” de baixo teor de gordura. BERNARDI et al. (2000), que observaram 23,79% e 21,15% de proteína bruta para queijos Mozzarella de leite de búfala fabricados pelos métodos tradicional e de acidificação direta e SPADOTI & OLIVEIRA (1999), avaliando as características físico-químicas de queijos Mozzarella fabricados com 0%, 10% e 20% de leite reconstituído, obtiveram 21,52%; 20,62% e 20,09% de proteína bruta, respectivamente. Os valores do tratamento III do presente experimento foram semelhantes aos observados por ISEPON et al. (2002) que obtiveram 17,48% e 17,62% de proteína bruta para queijos inspecionados e clandestinos respectivamente. Valores de proteína bruta semelhantes aos do presente estudo foram observados por CAMACHO et al. (1991), ao avaliarem a composição físico-química de queijos fabricados artesanalmente, obtiveram 18,70% de proteína bruta e 19,86% para queijos fabricados a partir de leite cru + coalho comercial. Valores inferiores aos do presente experimento foram encontrados por SABOYA et al. (1998), que analisaram os efeitos físico-químicos da adição de leite reconstituído na fabricação de queijo “Minas Frescal”, obtiveram 15,76%; 14,98%; 14,83% e 13,93% de proteína bruta para queijos um dia após a fabricação processados com 0%, 10%, 20% e 40% de reconstituição, respectivamente. O teor de proteína bruta tende a diminuir em função da proteólise que ocorre nos queijos conforme aumenta o período de armazenamento. ROSSI et al. (1998) confirmou tal fenômeno ao avaliar a proteólise e durabilidade de queijos “Minas Frescal”. Segundo FURTADO & LOURENÇO NETO (1994) devido a sua composição protéica, as micelas do leite de cabra são menos hidratadas que as do leite de vaca. Este fator, aliado ao maior teor de soroproteínas e de cálcio, conferem ao leite de cabra uma menor estabilidade térmica.

As médias expressas de proteína solúvel estão relacionadas na Tabela 9. Os valores de F (Tabela 2) foram significativos para tratamento, tempo de armazenamento e tratamento dentro de tempo de armazenamento.

Quanto ao tempo de armazenamento, no 1º dia o teor de proteína solúvel no tratamento com adição de 5% de soro de leite em pó (1,18) foi significativamente maior quando comparado aos tratamentos com desnate parcial (1,01) e leite integral (0,82), não diferindo do tratamento com 2,5% de soro de leite em pó (1,05). O tratamento com 2,5% de soro de leite em pó foi significativamente maior que o tratamento I, não diferindo do tratamento II. Aos 5 dias de armazenamento, o tratamento com desnate parcial (1,21) foi significativamente maior que o tratamento com 2,5% de soro de leite

em pó (1,01) não diferindo dos tratamentos testemunha (1,14) e com 5% de soro de leite em pó (1,06). Os tratamentos I (1,22), II (1,37) e III (1,30) aos 9 dias de processamento foram significativamente maiores do que o tratamento IV (1,02). Aos 13 dias de armazenamento o tratamento II (1,67) não diferiu significativamente do tratamento IV (1,52), porém foi significativamente maior que os tratamentos I (1,42) e III (1,32), o tratamento IV foi significativamente maior que o tratamento III, não diferindo significativamente do testemunha.

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

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				Médias
	1	5	9	13	
I	0,82c	1,14ab	1,22a	1,42bc	1,15b
II	1,01b	1,21a	1,37a	1,67a	1,32a
III	1,05ab	1,01b	1,30a	1,32c	1,17b
IV	1,18a	1,06ab	1,02b	1,52ab	1,20ab

D.M.S. 5% = 0,13478 - D.M.S. 1% = 0,18447

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

Tratamento I – Leite integral com 4,05% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento II – Leite parcialmente desnatado com 3,8% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento III – Leite parcialmente desnatado com 3,6% de gordura + 2,5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Tratamento IV – Leite parcialmente desnatado com 3,55% de gordura + 5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Para o teor de proteína solúvel, os valores médios do presente experimento foram maiores que os observados por ISEPON et al. (2002), que avaliaram a composição de amostras de queijos “Minas Frescal” e obtiveram 0,55% e 0,66% de proteína solúvel para queijos inspecionados e clandestinos respectivamente. Os valores do presente experimento nos primeiros dias de armazenamento foram semelhantes aos obtidos por PEREIRA (1999), que obteve médias de 0,85% e 1,01% para queijos “Minas Frescal” elaborados com leite de vaca e cabra, respectivamente. Valores semelhantes aos do presente experimento também foram encontrados por ISEPON (1989), que obteve 0,75%; 1,13%; 1,43% e 1,67% de proteína solúvel para leite não pasteurizado e 0,69%; 1,12%; 1,37% e 1,56% de proteína solúvel para leite pasteurizado aos 0, 5, 9 e 13 dias, respectivamente.

Na tabela 10 encontram-se os resultados médios do índice de proteólise. Os valores de F (Tabela 2) foram significativos para tratamento, tempo de armazenamento e tratamento dentro de tempo de armazenamento.

Para o tempo de armazenamento no 1º dia, o efeito do tratamento com adição de 5% de soro (7,70) foi significativamente maior quando comparado ao efeito dos

tratamentos testemunha (5,23), com desnate parcial (5,18) e 2,5% de soro de leite em pó (6,29). Aos 5 dias de armazenamento, o tratamento IV (7,04) não diferiu significativamente do tratamento II (6,24), porém foi significativamente maior que os tratamentos I (5,80) e III (5,74). O tratamento II não diferiu significativamente dos tratamentos I e III. No 9º dia, o tratamento com adição de 2,5% de soro de leite em pó (7,90) não diferiu significativamente do tratamento com desnate parcial (7,34). No entanto, foi significativamente maior que os tratamentos testemunha (6,04) e com adição de 5% de soro de leite em pó (6,29). O tratamento II não diferiu significativamente dos tratamentos com adição de 5% de soro de leite em pó e testemunha. No 13º dia de fabricação o tratamento IV (9,41) não diferiu significativamente do tratamento II (8,65), porém foi significativamente maior que os tratamentos I (7,90) e III (7,54); o tratamento II não diferiu significativamente dos tratamentos I e III.

TABELA 10 – Valores médios do índice de proteólise. Média de 3 repetições.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)				Médias
	1	5	9	13	
I	5,23b	5,80b	6,04c	7,90b	6,24b
II	5,18b	6,24ab	7,34ab	8,65ab	6,85ab
III	6,29b	5,74b	7,90a	7,54b	6,86ab
IV	7,70a	7,04a	6,29bc	9,41a	7,61a
D.M.S. 5% = 0,92993 - D.M.S. 1% = 1,27276					

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

Tratamento I – Leite integral com 4,05% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento II – Leite parcialmente desnatado com 3,8% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento III – Leite parcialmente desnatado com 3,6% de gordura + 2,5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Tratamento IV – Leite parcialmente desnatado com 3,55% de gordura + 5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Os resultados do índice de proteólise da presente pesquisa foram superiores aos observados por PEREIRA (1999), que obteve média de 3,81 para queijos “Minas Frescal” de leite de vaca e 5,04 para queijos “Minas Frescal” de leite cabra; ISEPON et al. (2002), que obtiveram médias de 3,13 e 3,83 para amostras de queijos “Minas Frescal”. Valores semelhantes aos do presente experimento foram observados por ISEPON (1989), que avaliou o índice de proteólise de queijos “Minas Frescal” fabricados com o uso de leite não pasteurizado e pasteurizado e obteve média de 4,79; 7,30; 8,87 e 10,29, aos 0, 5, 9 e 13 dias, respectivamente e ISEPON (1994), que obteve média de 3,81; 5,58 e 7,67 para o índice de proteólise aos 0, 6 e 12 dias de armazenamento, respectivamente.

Os valores médios do rendimento dos queijos nos 4 tratamentos estão representados na Tabela 11 e não foram submetidos a nenhuma análise estatística, porém, evidenciaram uma diminuição na quantidade de leite para a obtenção de um kg de queijo com o aumento da adição de soro. Entre os tratamentos sem adição de soro, o tratamento com desnate parcial apresentou melhor rendimento (5,31 litros/kg) que o tratamento com leite integral (5,45 litros/kg); no entanto, entre os tratamentos com adição de soro de leite em pó, o tratamento com adição de 5% de soro de leite em pó apresentou melhor rendimento (3,77 litros/kg) que o tratamento com 2,5% de soro de leite em pó (4,57 litros/kg). Os resultados da presente pesquisa concordam com os obtidos por JULIANO et al. (1987), que observaram rendimento maior naqueles queijos fabricados somente com leite para a obtenção de queijo Prato, e por SABOYA et al. (1998), que relatam que a transição maior de sólidos se devem à maior transição de gordura e à maior incorporação de soroproteínas na coalhada, resultante da desnaturação, produzindo mais gramas de sólidos totais com menos litros de leite.

Tabela 11 – Rendimento dos queijos expresso em litros/ kg de queijo “Minas Frescal”.

Média	Tratamentos			
	I	II	III	IV
	5,45	5,31	4,57	3,77

Tratamento I – Leite integral com 4,05% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento II – Leite parcialmente desnatado com 3,8% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento III – Leite parcialmente desnatado com 3,6% de gordura + 2,5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Tratamento IV – Leite parcialmente desnatado com 3,55% de gordura + 5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Segundo FURTADO (1999) o rendimento médio do queijo “Minas Frescal” é bastante variável, mas pode-se considerar que o normal seria em torno de 6,0 a 6,5 litros de leite por quilo de queijo, apesar de que, em casos isolados, se observem fabricações em que se obtêm entre 5,5 e 5,9 litros/kg de queijo.

Na Tabela 12 estão representados os resultados da análise de variância da avaliação sensorial. Os valores médios da avaliação sensorial estão expressos na Tabela 13. De acordo com a avaliação sensorial, os provadores preferiram as amostras dos tratamentos com adição de 2,5% de soro de leite em pó (6,83) e 5% de soro de leite em pó (6,72), embora não tenham ocorrido diferenças significativas nas avaliações. Com relação ao tempo de armazenamento, não houve diferenças significativas, porém, os provadores preferiram as amostras armazenadas por 5 (6,82) e 9 (7,15) dias.

TABELA 12 – Resumo da análise de variância da avaliação sensorial.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	Valores de F
Tratamento	3	13,8778	4,2866**
Tempo	3	39,3667	12,1596**
Tratamento x Tempo	9	2,7556	ns
Coeficiente de Variação	-	-	27,8243
D.M.S. = 0,8507			

** - significativo a 1% ($p < 0,01$)

ns - não significativo

Tabela 13 – Valores médios da avaliação sensorial ao longo do tempo de armazenamento.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				Médias
	1	5	9	13	
I	5,53	6,40	6,53	4,60	5,77 b
II	6,87	7,33	6,73	5,27	6,55 ab
III	7,13	7,00	7,27	5,93	6,83 a
IV	6,87	6,53	8,07	5,40	6,72 a
Médias	6,60 a	6,82 a	7,15 a	5,30 b	

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

Tratamento I – Leite integral com 4,05% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento II – Leite parcialmente desnatado com 3,8% de gordura + 0% de soro de leite em pó.

Tratamento III – Leite parcialmente desnatado com 3,6% de gordura + 2,5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

Tratamento IV – Leite parcialmente desnatado com 3,55% de gordura + 5% de soro de leite em pó adicionado ao leite.

BERNARDI et al. (2000) não observaram diferença significativa na avaliação sensorial das amostras para o método de acidificação direta e método tradicional na elaboração de mozzarelas de leite de búfala. Conforme MANGUEIRA et al. (s/d), ao avaliarem amostras de queijo de coalho com teor de gordura e tipo de ferro diferenciados, os provadores detectaram diferenças estatísticas para os atributos aroma, aspecto geral, cor e textura, não havendo diferença estatística para o sabor, ocorrendo o mesmo no presente experimento, onde os provadores não conseguiram detectar diferenças significativas para o parâmetro sabor. ROSSI et al. (1998) obtiveram vida de prateleira média para o queijo “Minas Frescal” de 8 dias, sendo, logo após, os mesmos eram rejeitados pelos consumidores, fato também constatado no presente experimento, onde as amostras tiveram melhor aceitação aos 5 e 9 dias de armazenamento.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento pode-se concluir que:

- Quanto maior a adição de soro de leite em pó, maior foi a diminuição do teor de gordura e proteína dos queijos.
- A aceitabilidade dos queijos foi maior à medida que diminuiu o teor de gordura.
- Os queijos tiveram maior aceitação até os 9 dias de armazenamento, independente dos tratamentos.
- A utilização do soro de leite em pó pode ser recomendada para mascarar o sabor característico do leite de cabra na fabricação de queijos.

ALONSO, L. et al. Proteólisis en queso: fraccionamiento de los compuestos nitrogenados. *Revista Española de Lechería*, v. 3, p.36-41, 1988.

ALVES, N. A. Uso de leite em pó na fabricação de queijos uma revisão. *Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Testes"*, Juiz de Fora, v. 54, n. 307, p.19-24, 1999.

ALVES, N. A.; FURTADO, M. M.; ABREU, L. R. Utilização de leite reconstituído na fabricação de queijo prato. *Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Testes"*, Juiz de Fora, v.54, n.307, p.25-34, 1999.

ANDRADE, N. J. et al. Estudo comparativo sobre a composição físico-química dos leites de cabra e vaca: observações sobre algumas alterações na composição pela aplicação de calor. *Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Testes"*, Juiz de Fora, v.37 n.221, p.13-16, 1982.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. R. **Processamento e controle de qualidade em carne, leite, ovos e pescado, tecnologia de leite e derivados**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 205 p.

ABRINDO novos caminhos com soro. São Paulo: USDEC, 2001. (Informativo trimestral da USDEC, v. 3, n. 3, 2001).

ALMEIDA, K. E.; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo minas frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.2, p.187-192, 2001.

ALONSO, L. et al. Proteolisis em queso: fraccionamiento de los compuestos nitrogenados. **Revista Española de Lecheria**, v. 3, p.36-41, 1988.

ALVES, N. A. Uso de leite em pó na fabricação de queijos uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v. 54, n. 307, p.19-24, 1999.

ALVES, N. A.; FURTADO, M. M.; ABREU, L. R. Utilização de leite reconstituído na fabricação de queijo prato. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.54, n.307, p.25-34, 1999.

ANDRADE, N. J. et al. Estudo comparativo sobre a composição físico-química dos leites de cabra e vaca: observações sobre algumas alterações na composição pela aplicação de calor. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.37 n.221, p.13-16, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LEITE LONGA VIDA. **Leite:** alimento indispensável. 2.ed. São Paulo: ABLV, 1997. 66p. (Publicação técnica sobre o leite dirigida para médicos, nutricionistas e outros profissionais da saúde).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association official analytical chemists.** 13 ed. Washington: AOAC, 1980. 1091p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association official analytical chemists.** 16 ed. Washington: AOAC, 1995. 1094p.

BERNARDI, M. R. V.; DAMÁSIO, M. H.; VALLE, J. L. E.; OLIVEIRA, A. J. Elaboração do queijo mozzarella de leite de búfala pelos métodos tradicional e da acidificação direta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.2, p.138-144, 2000.

BONASSI, I. A. et al. Composição química e propriedades físico-químicas do leite de cabra. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.17, n.1, p.57-63, 1997.

BRASIL. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes.** Brasília, DF: LANARA, 1981. v.2.

BRESSAN, M. C. et al. **Processamento e controle de qualidade em carne, leite, ovos e pescado:** introdução geral: os alimentos de origem animal. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 61p.

BRITO C.; ASTETE A. Estudio de queso tipo mozzarella elaborado com leche de cabra y leche de vaca. **Agro Sur**, La Serena, v.20, n.1, p. 1-12, 1992.

CAMACHO, L.; SIERRA, C.; JARPA, J.; RETAMAL, E. Aplicacion de tecnologias apropiadas ara elevar la calidad sanitaria y los rendimientos del queso de cabra de minifundios. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Santiago, v.41, n.1, p.79-91,

1991.

CARUSO, E. C.; OLIVEIRA, A. J. Quantificação de lactose em queijos Minas Frescal. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.243 - 246, 1999.

CASAGRANDE, H. R.; WOLFSCHOON-POMBO, A. F. Fermentação da lactose no queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.43, n.258, p.38, 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.

CERBULIS, J. et al. Composition and distribution of lipids of goat's milk. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.65, n.12, p.2301-2307, 1982.

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

CHEFTEL, J.C.; CUQ, J.L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentarias: bioquímica-propriedades funcionales-valor nutritivo-modificaciones químicas**. Zaragoza: Acribia, 1989. cap.6, p.179-217. (Las proteínas de la leche).

CHERREY, G.; LABLÉE, J. The use of recombined or reconstituted milk. In: ECK, A. **Cheesemaking: science and technology**. New York: Lavoisier Publi, 1986. cap.4, p. 402-412.

CUNHA, C. R.; SPADOTI, L. M.; ZACARCHENCO, P. B.; VIOTTO, W. H. Efeito do fator de concentração do retentado o rendimento de queijo minas frescal de baixo teor de gordura fabricado por ultrafiltração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.1, p.76 - 81, 2002.

EL-GHANDOUR, M. A. et al. Production of Ras cheese from recombined milk. I. Curd characteristics. **Egyptian Journal of Dairy Science**, Cairo, v.1, n.11, p.77-85, 1983.

FONTECHA, J.; PELÁEZ, C.; JUÁREZ, M.; REQUENA, T.; GÓMEZ, C. Biochemical and microbiological characteristics of artisanal hard goat's cheese. *Journal of Dairy Science*, Lancaster, v.73, n.5, p.1150-1157, 1990.

FOX, P. F. **Food chemistry**. Cork: University College, 1991. 201p.

FURTADO, M. M. Desenvolvimento de tecnologia para a fabricação de queijos de cabra no Brasil. *Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"*, Juiz de Fora, v. 33, n.197, p.3-9, 1978.

FURTADO, M. M. Leite de cabra: características especiais. Seu uso na alimentação. Intolerância. *Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"*, Juiz de Fora, v.36, n.214, p.31-37, 1981.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção**. São Paulo: Fonte Comunicações, 1999. 176 p.

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

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

GILLES, J.; LAWRENCE, R.C. Manufacture of cheese and others fermented products from recombined milk. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*, Palmerston North, v.16, n.1, p.1-12, 1981.

GILLES, J.; LAWRENCE, R.C.; CZULAK, J.; CONOCHIE, J. HAMMOND, L.A. Recombined cheese. A. Cheddar, Edan and Cottage cheese. *Bulletin International Dairy Federation*, Brussels, n.116, p.33-35, 1979.

GOMES, M. I. F. V.; BONASSI, I. A. Evolução da microbiota durante a cura do queijo minas padronizado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.16, n.2, p.179 –

83, 1996.

GUNGERICH, C. Protein standardization. **European Dairy Magazine**, Gelsenkirchen, v.6, p.46 - 47, 1994.

GUTIERREZ, L.E. **Aminoácidos e proteínas**. Piracicaba: ESALQ/Departamento de Química, 1991. 66p.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the total nitrogen content of milk by Kjeldahl method**. Brussels: FIL, 1962. p.1-3. (IDF, . 20).

ISEPON, J. S. **Influência do emprego de culturas lácticas nas características físico-químicas do queijo tipo minas frescal**. Dissertação, 1989. (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

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

ISEPON, J. S.; SILVA, M. A. P.; SANTOS, P. A. Avaliação físico-química de queijos minas frescal comercializados na cidade de Ilha Solteira – SP. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v.57, n.324, p.13-17, 2002.

JAOUEN, J. C. **La fabrication du fromage de chèvre fermier**. 3.ed. Paris: Institut Technique de l'élevage ovin et caprin. 1982, 210 p.

JARDIM, W. R. **Criação de caprinos**. São Paulo: Nobel, 1986. 239 p.

JORNAL Semanal. Especial agricultura capril produz, em média, mil litros de leite por mês. v.14, 2002. Disponível em: <http://www.abinet.com.br/~jssemanal/ed710/ed710_noticias12.htm> Acesso em: 08 set. 2003.

JULIANO, A. M. M.; PETRUS, J. C. C.; TORRANO, A. D. M. Recuperação por

ultrafiltração das proteínas do soro para produção de queijos. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.42, n.251, p.3-6, 1987.

KOSIKOWISKI, F. **Cheese and fermented milk foods**. 2.ed. Brooktondale: Kosikowiski, 1978. 711 p.

LAGRANGE, V.; DALLAS, P. Tecnologias de ingredientes para o setor de processamento de alimentos: inovação de produto com concentrados de proteína de soro de leite dos USA. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.31, n.1, p.17 – 21, 1997.

LITOPOULOU-TZANETAKI, E.; TZANETAKIS, N. Microbiological study of white-brined cheese made from raw goat milk. **Food Microbiology**, London, v.9, p.13-19, 1992.

LOEWENSTEIN, M. et al. Research on goat milk products: A review. **Jounal Dairy Science**, Lancaster, v.63, n.10, p.1631 – 1648, 1980.

MANGUEIRA, T. F. B.; TRAVASSOS, A. E. R.; MOREIRA, R. T.; MEDEIROS, R. S. Aceitação sensorial de queijo de coalho com baixo teor de gordura (light) e enriquecido com ferro. CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 18, 2002, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/ Instituto de Laticínios "Cândido Tostes", 2002. p.109-116.

MCAULIFFE, K. W. et al. Casein whey waste water effects on soil permeability. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.11, p.31 – 34, 1982.

MENDES, A. C. R. O valor nutricional do queijo: composição química, aspectos sensoriais e dietéticos de interesse para o consumidor. **Leite e Derivados**, São Paulo, n. 34, p.54 – 61, 1997.

MENDES, E. S. **Características físicas e químicas do leite de cabra, sob os efeitos dos tratamentos térmicos e das estações do ano em duas regiões do estado de Pernambuco**. São Paulo, 1993. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de

Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo.

MENDES, E. S. et al. Características físicas e químicas do leite de cabra do agreste pernambucano após o seu descongelamento. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.43, n.260, p.31 – 4, 1988.

MIETTON, B. Use of conventional process for the manufacture of recombined cheese. **International Dairy Federation**, Brussels, n. 9001, Special Issue, p.275-278, 1988.

NOGUEIRA, M. H. L. **Caracterização e utilização do leite de cabra no desenvolvimento de alimentos alergênicos**. Viçosa, 1990. 141 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

OTERO, M.; RODRIGUEZ, T.; CAMEJO, J.; CARDOSO, F. Bebida láctea fermentada. **Alimentaria**, Habana, v.32, n.260, p.93-5, 1995.

PENNA, C. F. A. M. et al. Avaliação físico-química de leite de cabra produzido em Florestal – MG. **Revista de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora. v.54, n.309, p. 230 - 234, 1999.

PEREIRA, R. L. **Características físico-químicas e sensoriais do queijo tipo minas frescal elaborado com leite de vaca e cabra**. Ilha Solteira, 1999, 59p. Monografia (Graduação) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 466 p.

PONSANO, E. H. G. et al. Soro de leite – Obtenção, características e aproveitamento: revisão. **Semina: Revista Cultural e Científica da Universidade Estadual de Londrina**, Londrina, v.13, n.1 p.92 – 96, 1992.

PRATA, L. F. et al. Composição, perfil nitrogenado e características do leite caprino (Saanen) Região Sudeste, Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18,



n.4, 1998.

PRODUTOS de soro dos Estados Unidos em snacks e condimentos. São Paulo: USDEC, 2000. (Informativo trimestral da USDEC, v. 3, n. 2).

QUEIJOS dos Estados Unidos agregando valor ao seu produto. São Paulo: USDEC, 1999. (Informativo trimestral da USDEC, v. 2, n. 2.).

QURESHI, H. A.; DESHPANDE, K. S.; BONDE, H. S. Studies on chemical composition of goat milk. **Indian Veterinary Journal**, Madras, v.58, n.3, p.212 - 214, 1981.

RATTRAY, W.; JELEN, P. Thermal stability of skim milk with protein content standardized by the addition of ultrafiltration permeates. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.6, p.157 – 170, 1996.

REGULAMENTO técnico de produção, identidade e qualidade do leite de cabra.. Disponível em: <http://www.engetecno.com.br/leite_cabra.htm> Acesso em: 18 jun. 2002.

ROSSI, D. A.; ABREU, L. R.; FURTADO, M. M.; MOURA, C. J.; MAGALLÃES, F. A. R. Utilização do coalho bovino e coagulantes microbiano e genético na proteólise e durabilidade 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.

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

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.301/303, p. 57-63, 1998.

SOUZA, R. M. B.; RANGEL, F. F.; PENNA, C. F. A. M.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; SOUZA, M. R. Avaliação de características físico-químicas e microbiológicas de queijo minas frescal *light* comercializado em Belo Horizonte (MG). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, 2002, v.57, n.327,p.289 – 291, 2002.

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.136 – 142, 1999.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE (SAS) – **Statistical analysis systems user's guide**. 4.ed. Cary: SAS Institute, v.2, 1992.

TAVEIRA, J. A.; MÍDIO, A. F. Aflatoxina M – a micotoxina do leite. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.33, n.1, p. 115 – 126, 1999.

UTILIZAÇÃO de proteínas de soro em chocolates. São Paulo: USDEC, 1999. (Informativo trimestral da USDEC, v. 2, n. 1.)

VALLE, J. L. E.; CONTIERO, J. Efeitos do processamento térmico sobre as proteínas do leite. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.4, p. 425 - 48, 1981.

VIEIRA, S. D. A.; LOURENÇO, J. R. N. Elaboração de queijos frescais em pequena escala. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 8, n. 88, p.28 – 29, 1982.

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

WOLFSCHOON-POMBO, A. L. Índice de proteólise em alguns queijos brasileiros. **Boletim do leite e seus derivados**, Rio de Janeiro, v.56, n.661, p.1 – 8, 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. CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 5, 1978, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/Instituto de Laticínios "Cândido Tostes", 1978.. p.161-182, 1978.

YANG, S. Y.; JONES, J. H.; OLSEN, F. J. Soll as a medium for dairy liquid waste disposal. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 9, p.370 – 372, 1980.

YUNES, V. M.; BENEDET, H. D. Desenvolvimento experimental de um queijo fresco de leite da espécie bubalina. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.55, n.315, p.149-155, 2000.

ZALL, R. R. Whey treatment and utilization. In: GREEN, J. H. **Food processing waste management**. Westport: Avi, 1979. p.175 – 201.



