

**USO DE EXTENSORES NA FABRICAÇÃO
DE QUEIJO MINAS FRESCAL**

LUIZ CARLOS GONÇALVES COSTA JÚNIOR

2006

LUIZ CARLOS GONÇALVES COSTA JÚNIOR

**USO DE EXTENSORES NA FABRICAÇÃO
DO QUEIJO MINAS FRESCAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação “Strictu Sensu” em Ciência dos Alimentos,
para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Luiz Ronaldo de Abreu

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2006**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Costa Júnior, Luiz Carlos Gonçalves

Uso de extensores na fabricação de queijo Minas frescal / Luiz Carlos
Gonçalves Costa Júnior. -- Lavras : UFLA, 2006.

76 p. : il.

Orientador: Luiz Ronaldo de Abreu.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Laticínios. 2. Queijos. 3. Tecnologia de Fabricação. 4. Extensores. 5.
Rendimento. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-637.35

LUIZ CARLOS GONÇALVES COSTA JÚNIOR

**USO DE EXTENSORES NA FABRICAÇÃO
DO QUEIJO MINAS FRESCAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação “Strictu Sensu” em Ciência dos
Alimentos, para a obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 14 de junho de 2006

Prof. Dr. Fernando Antônio Resplande Magalhães	EPAMIG
Profa. Dra. Cristiane Gattini Sbampato	UNINCOR
Profa. Dra. Sandra Maria Pinto	UFLA
Prof. Dr. Carlos José Pimenta	UFLA

Prof. Dr. Luiz Ronaldo de Abreu
UFLA
(orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Ofereço a meus pais, a Renata, a Luiza e ao Henrique.

Dedico à memória de minha tia Wilma.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades concedidas na minha vida.

À minha família, pelo apoio constante.

Aos meus pais, pelo incentivo, carinho e força.

À Renata, minha esposa e companheira, por contribuir no trabalho e na minha vida.

Aos meus filhos, Luiza e Henrique, que alegram pela ternura e que ainda vão me estimular muito.

Ao orientador e grande amigo, Professor Luiz Ronaldo, por acreditar na proposta de trabalho, pela liberdade de opinião concedida nas discussões inerentes à realização do curso e pela amizade demonstrada sempre.

Ao amigo e colega de trabalho, Professor Fernando Magalhães, pelo incentivo e colaboração, não só durante o curso, mas no trabalho experimental.

Aos Professores Cristiane Gattini, Sandra Pinto e Carlos Pimenta, pela amizade, participação e grande contribuição ao trabalho.

Ao amigo Alessandro Rios, por ter aberto as portas de sua empresa para a realização deste trabalho e pela imensa contribuição na parte econômica.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela liberação e suporte para a realização deste curso.

Ao Centro Tecnológico – Instituto de Laticínios Cândido Tostes, pelo incentivo e confiança, para realizar o curso.

À FAPEMIG, pela concessão da bolsa de estudos.

À UFLA e, em especial, ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realização do curso.

À Gemacom, pelo apoio de sempre à realização do trabalho experimental e, em especial, ao amigo Henrique, pela atenção, sempre que requisitado.

A Chr. Hansen, pelo apoio prestativo de sempre, seja na forma de envio de materiais ou mesmo nas acessorias técnicas de seus competentes funcionários e, em especial, ao grande amigo Eduardo Dutra, por demonstrar interesse e disposição em ajudar sempre.

A todos os funcionários do Laticínio Verde Campo, que sempre demonstraram boa vontade em ajudar na realização da parte experimental da tese.

Aos laboratoristas e funcionários do DCA pela boa vontade em ajudar sempre e, em especial, à Cleuza, sempre apoiando e nos contagiando com sua alegria.

Aos colegas e amigos do CT/ILCT, por sempre estarem à disposição para ajudar na minha ausência.

Aos colegas da pós-graduação, pelo sadio convívio durante o período de realização do curso.

Aos provadores da análise sensorial: Ana Carla, Pan, João, Merce, Renata, Daniela, Luizinho, Jonas, Loren e Fabiano que, com compromisso e profissionalismo, sempre se dispuseram a colaborar para os bons resultados alcançados.

Ao amigo Renato Lima, pela orientação na parte estatística antes, durante e depois do experimento.

Enfim, a todas as pessoas que, de forma direta ou indireta, sempre estiveram presentes, seja em qualquer etapa da realização deste curso, meu sincero muito obrigado.

BIOGRAFIA

Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior, primeiro filho de Luiz Carlos Gonçalves Costa e Mariza Rafaela Mesquita Costa, nasceu em Lavras, MG, onde se graduou Engenheiro Agrônomo, pela antiga Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), atualmente Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Na UFLA, foi bolsista de iniciação científica no Departamento de Ciência de Alimentos, onde aprendeu os primeiros passos na área laticinista, para, posteriormente, estagiar no renomado Instituto de Laticínios Cândido Tostes, da EPAMIG, onde teve a oportunidade de conhecer pesquisadores, professores, funcionários e alunos, que muito lhe ensinaram e contribuíram para a formação profissional.

Cursou o mestrado na Universidade Federal de Viçosa, em Ciência e Tecnologia de Alimentos, quando abriram-se as portas para a entrada no Instituto de Laticínios Cândido Tostes, da EPAMIG, e onde atua, desde 1996, no ensino e pesquisa.

Escreveu diversos artigos científicos em revistas especializadas e duas edições de livro, além de palestras, cursos e apresentações de trabalhos em Congressos, atuando na área de tecnologia de leite e derivados.

Iniciou o curso de Doutorado em Ciência de Alimentos, na UFLA, em fevereiro de 2003, retornando ao CT/ILCT da EPAMIG em junho de 2006, para retomar os trabalhos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Sobre o queijo Minas frescal.....	4
2.2 Composição, características e classificação do queijo Minas frescal...	4
2.3 Mercado de queijos.....	6
2.4 Tecnologia tradicional de fabricação do queijo Minas frescal.....	7
2.5 Alternativas tecnológicas utilizadas em fabricações de queijos.....	9
2.5.1 Processo de produção de queijo frescal por ultrafiltração.....	10
2.5.2 Processo de produção de queijo frescal sem soro.....	12
2.5.3 Padronização de leite para a produção de queijos.....	13
2.6 Uso de extensores em fabricações de queijos.....	14
2.6.1 Uso de leite em pó.....	14
2.6.2 Uso de caseinatos na produção de queijo.....	15
2.6.3 Uso dos extensores para produção de queijos na América Latina.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Localização.....	20
3.2 Delineamento e tratamento estatístico dos dados.....	20
3.3 Definição dos extensores e ensaios para viabilizar a utilização.....	21
3.4 Determinação da composição dos extensores.....	21
3.4.1 Extensores de proteínas (EP).....	21
3.4.2 Extensores de gorduras (EG).....	22
3.5 Padronização e preparação do leite para fabricação.....	22

3.6	Preparação da mistura.....	23
3.7	Pasteurização do leite padronizado e da mistura.....	24
3.8	Coleta de amostras do leite padronizado e da mistura.....	25
3.9	Fabricação dos queijos.....	25
3.10	Coleta de amostras de soro.....	25
3.11	Análises das amostras de soro.....	27
3.12	Observações durante a fabricação.....	27
3.13	Coleta de amostras de queijos e cálculo de rendimento de fabricações.....	27
3.14	Estocagem dos queijos.....	28
3.15	Verificação da dessoragem percentual durante a estocagem.....	28
3.16	Amostragem dos queijos durante a estocagem.....	29
3.17	Análises realizadas nas amostras de queijos.....	29
3.18	Análise sensorial.....	30
3.18.1	Perfil sensorial por análise descritiva quantitativa modificada (ADQM).....	30
3.18.2	Teste de aceitação.....	30
3.19	Estudo de viabilidade econômica.....	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1	Definição dos extensores.....	34
4.2	Composição centesimal dos extensores usados.....	37
4.3	Composição do leite padronizado e da mistura para fabricações dos queijos.....	38
4.4	Parâmetros das fabricações.....	40
4.5	Composição dos soros coletados 15 minutos após o corte das coalhadas.....	41
4.6	Composição centesimal dos queijos.....	43
4.7	Acompanhamento da proteólise e pH durante a estocagem.....	46

4.8 Dessoragem percentual durante a estocagem.....	49
4.9 Rendimento das fabricações.....	49
4.9.1 Rendimento técnico – método empírico.....	49
4.9.2 Perdas de gordura e proteína no soro – método técnico.....	50
4.9.3 Coeficiente GL.....	51
4.9.4 Rendimento em L/kg.....	52
4.9.5 Produção ajustada.....	53
4.10 Aspectos sensoriais.....	55
4.10.1 Cor.....	55
4.10.2 Textura.....	56
4.10.3 Consistência.....	58
4.10.4 Sabor.....	59
4.10.5 Teste de aceitação.....	61
4.11 Aspectos econômicos.....	63
5 CONCLUSÕES.....	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS.....	72

RESUMO

COSTA JÚNIOR, Luiz Carlos Gonçalves. **Uso de extensores na fabricação de queijo Minas frescal**. 2006. 76 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

O uso de extensores em fabricação de queijos é uma tecnologia que começa a ser introduzida em países da América Latina, onde o preço do leite é elevado e ou onde há sazonalidade. Consiste em acrescentar ao leite fontes de proteínas e gorduras, com o intuito de aumentar os teores destes constituintes e, conseqüentemente, a quantidade de queijo. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a viabilidade tecnológica da utilização de extensores em queijo Minas frescal. Foram selecionados, como extensores de proteínas e gorduras, respectivamente, o WPC (concentrado protéico de soro) e o creme de leite, com nível de extensão de 40% para ambos. Nas análises físico-químicas, o experimento constou de 2 tratamentos (com e sem extensores), 6 repetições e diferentes tempos avaliados: D+1 (D refere-se ao dia da fabricação) na determinação das composições centesimais do leite padronizado, mistura, soros e queijos; D+1, D+4, D+7 e D+10 para índice de proteólise e pH dos queijos. Nos aspectos sensoriais, 2 tratamentos, 3 repetições, sendo realizados em D+1 para o teste de aceitação e D+1, D+4, D+7 e D+10 para os atributos sensoriais com provadores treinados. Os tratamentos não apresentaram diferenças quanto à composição química, pH e dessoragem percentual dos queijos. O pH apresentou decréscimo constante durante a estocagem e a dessoragem percentual aumentou no período. A relação $\% NS_{pH4,6}/NT$ dos queijos com extensores foi maior que no processo tradicional, nos 4 períodos de estocagem. O rendimento de fabricação foi superior no processo com extensores, seja pelo modo empírico (39,9% contra 31,5%), ou no modo técnico (32,9% e 18,9% de perdas de gordura e proteína, respectivamente, contra 34,4% e 25,2%). O aproveitamento dos sólidos do leite e da mistura nos queijos foi diferente, 69,0 g/L contra 59,2 g/L nos tratamentos com e sem extensores, respectivamente. As produções foram diferentes, sendo 5,4 L/kg com extensores contra 6,6 L/kg no processo tradicional. Com extensores, as produções ajustadas para teores de umidade máximo permitido pela legislação (54,9%) e médio, segundo a literatura (56,5%), foram 6,6 L/kg A e 6,4 L/kg A, contra 7,7 L/kg A e 7,6 L/kg A, sem extensores. Nos atributos sensoriais, foram detectadas diferenças na cor, textura e consistência dos queijos obtidos pelos 2 processos, tendo os escores atribuídos pelos provadores sido sempre maiores no

Comitê Orientador: Luiz Ronaldo de Abreu - UFLA (Orientador), Fernando Antônio Resplande Magalhães – EPAMIG.

processo tradicional, 13,0 contra 12,7 na coloração; 12,9 contra 12,5 na textura e 12,4 contra 11,8 na consistência, em escala de 15 pontos. O sabor não diferiu entre tratamentos, porém, durante a estocagem, diminuiu de 12,4 para 11,5 pontos. A textura variou, partindo de 12,5 pontos e atingindo 13,1 pontos ao final. A cor e a consistência não se alteraram durante a estocagem. Todas as interações tratamento x tempo foram não significativas. No teste de aceitação, queijos fabricados de forma tradicional receberam 7,7 pontos, contra 7,0 daqueles com extensores, em escala de 9 pontos. O uso de extensores, no Brasil, pode ser viável, desde que em períodos de entressafra ou quando se deseja aumentar a produção de queijos sem que haja aumento na produção de leite.

ABSTRACT

COSTA JÚNIOR, Luiz Carlos Gonçalves. Use of extensors in Minas frescal cheese manufacturing, 2006. 76 p. Thesis (Doctorate in Food Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais Brazil.*

Use of extensors in cheese manufacturing is a technology that begins to be introduced in some countries of Latin America, where price of milk is high and or milk production is seasonal. Such technique consist in addition of some sources of protein and fat into the manufacturing milk, with the purpose of increase the content of such constituents and, consequently, cheese yield. The objective of this work was to evaluate the technological feasibility of extensors utilization on *Minas frescal* cheese manufacturing. It was selected as extensor for both protein and fat, WPC (whey protein concentrated) and fresh cream respectively, with extension level of 40% for both components. For the physico-chemical analysis, the experiment had 2 treatments (with and without extensors), 6 replicates and different evaluation periods: D+1 (D referring to the day of manufacturing) in determination of percentage composition of the standardized milk, mixture, whey and cheeses; D+1, D+4, D+7 and D+10 for proteolysis index and pH of the cheeses. For sensory evaluation, it was utilized 2 treatments, 3 replicates, being conducted at D+1 for the acceptance test and D+1, D+4, D+7 and D+10 for the sensory attributes with trained panelists. Treatments did not statistically differ concerning chemical composition, pH and percentage “whey dripping” of cheeses. pH presented steady decreasing along storage and percentage “whey dripping” increased during the same period. The percentile rate $SN_{pH4,6}/TN$ of cheeses with extensors was higher compared to traditional, in the 4 storage period. Cheese yield was higher in the process with extensors, whether by the empiric method (39,9% against 31,5%), whether by the technical one (32,9% and 18,9% losses of fat and protein, respectively, against 34,4% and 25,2%). Cheese yield was higher in the technology using extensor, considering either empiric or technical. Transition of solids from both milk and mixture to cheeses was different, 69,0 g/L against 59,2 g/L comparing treatments with and without extensors, respectively. Cheese yield was different, 5,4 L/kg with extensors against 6,6 L/kg in the traditional process. When extensors were used, yield correct for maximum legally allowed moisture content for cheeses (54,9%)

* Guidance Committee: Prof. Luiz Ronaldo de Abreu – DCA/UFLA (Advisor), Fernando Antônio Resplande Magalhães – EPAMIG CT/ILCT.

and average, according to literature (56,5%), were 6,6 L/kg adjusted (A) and 6,4 L/kg (A), compared to 7,7 L/kg (A) and 7,6 L/kg (A), with extensors. In the sensory properties was detected differences in color, texture and consistence of cheeses by the two processes, having the scores given by the panelists always higher in the traditional process 13,0 against 12,7 for color; 12,9 against 12,5 for texture and 12,4 against 11,8 for the consistence, in a 15 points scale. Taste did not differ between treatments, however, during the storage period, decreasing from 12,4 to 11,5 points. The texture varied, from 12,5 points reaching 13,1 points at the end of the storage period. Color and consistence did not alter along storage period. All interactions treatment x period were not statistically significant. In the acceptance test, cheeses manufactured in the traditional way received 7,7 points, against 7,0 of those with extensors, in a 9 points scale. Use of extensors, may be viable in Brazil, mainly in periods of shortage of milk and when cheese production needs to be increased with the same amount of available milk.

1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos mais remotos, a fabricação de queijos em todo o mundo é uma das maneiras de conservação do leite, objetivando, segundo Magalhães (2002), a conversão de seus constituintes, num produto mais estável, palatável e cujas qualidades são mantidas.

Segundo Brasil (1996), entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e ou especiarias e ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes.

Diversos são os tipos de queijos fabricados em todo o mundo, daí a necessidade de classificá-los de acordo com o teor de matéria gorda no extrato seco e umidade, a fim de adequar a qualidade do produto obtido à Legislação vigente do país. A obtenção de um produto padronizado, não só dentro da unidade de fabricação, mas também em diferentes regiões e épocas do ano, é um dos objetivos da indústria laticinista, uma vez que satisfaz ainda mais o consumidor, revertendo em aumento de venda e maior faturamento.

A cada ano, a indústria queijeira mundial tem avançado em todos os aspectos, seja na modernização de equipamentos, no uso de insumos ou, mesmo, de tecnologias mais aplicáveis ao processo atual, e o Brasil também tem acompanhado este desenvolvimento para que seus produtos possam se tornar competitivos no mercado globalizado.

Os queijos frescais, de acordo com a definição de Brasil (1996), são aqueles que estão prontos para o consumo logo após sua fabricação. Diversos são os tipos de queijos da linha dos frescais, pois cada país tem os seus típicos, que se diferenciam de outros por detalhes tecnológicos. No Brasil, existem queijos frescais típicos em diferentes regiões do país, mas o Minas frescal é, sem dúvida, o mais tradicional e comercial de todos, já se tendo notícia da entrada deste produto láctico no mercado norte-americano.

Embora pareçam simples a fabricação e a tecnologia ligada ao Minas frescal, este queijo ainda pode ser fonte de muitos estudos, sob diversos aspectos, para que se possa obter maior lucratividade, padronização no processo de fabricação e nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, pois no Brasil, ainda existem muitos problemas ligados à falta de padronização na produção de derivados lácteos. Sendo assim, as hipóteses testadas foram:

1. o uso de extensores aumenta o rendimento de fabricação de queijos Minas frescal; e
2. o uso de extensores torna-se viável economicamente, permitindo ser mais rentável a fabricação do Minas frescal por esta tecnologia proposta.

O mercado lácteo brasileiro está sendo inviável para pequenos produtores de leite e ou aqueles cuja produtividade é baixa, devido ao custo de insumos e alimentos industrializados, à manutenção da saúde dos animais, ao controle de zoonoses, ao custo de mão-de-obra e encargos sociais, enfim, tudo que cerca a produção de leite. A mesma situação também pode ser observada nas indústrias de laticínios de pequeno a médio portes.

Em face dessa dura realidade, torna-se uma das obrigações da pesquisa agropecuária brasileira buscar viabilidade a esses pequenos, porém, persistentes produtores. Todos sabem que investir em equipamentos maiores e reformas de ampliação das fábricas onera muito a indústria e nem sempre tem-se capital disponível e ou financiável para tal. Daí a necessidade de alternativas que

permitam que essas indústrias consigam competir nas suas regiões comerciais e, conseqüentemente, expandirem-se.

Buscar um melhor rendimento de fabricação para o Minas frescal usando os extensores, o que se traduz em mesmo volume de leite para a obtenção da maior quantidade de queijo produzida é o objetivo principal a que este trabalho se propõe. Dentre os objetivos específicos seguem-se:

- (i) comparar, por meio de resultados analíticos, a composição físico-química dos queijos obtidos pelo uso dos extensores com aqueles pelo processo tradicional, a partir do mesmo leite;
- (ii) calcular os rendimentos de fabricação dos processos citados, por meio de diferentes formas existentes, como cifras de transição, métodos empírico e técnico e outras, demonstrando estatisticamente as possíveis diferenças encontradas quando se modifica a tecnologia de fabricação;
- (iii) conduzir análise sensorial dos queijos obtidos pelos diferentes processos, enfocando diversos atributos como cor, consistência, textura e sabor, além do teste de aceitação com consumidores potenciais deste tipo de queijo; e
- (iv) analisar a viabilidade econômica do uso dos extensores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sobre o queijo Minas frescal

Não só no Brasil, mas em toda a América Latina, os queijos frescais são muito comuns. No México têm-se os tipos Panela e Dobra Crema, que possuem teor de umidade entre 50% e 55% (m/m). No primeiro, o teor de proteína situa-se entre 15% e 17% (m/m) e, no segundo, entre 8% e 10% (m/m). Para a compensação dos sólidos totais, o teor de gordura do primeiro varia de 17% a 19% (m/m) e do segundo, de 38% a 40% (m/m). Na Colômbia, o queijo tipo Camposino representa o típico frescal, tendo teor de umidade variável entre 47% e 51% (m/m). Os teores de proteína e gordura variam entre 18% e 21% (m/m) e entre 22% e 26% (m/m), respectivamente (Ballinger, 2001b).

A versão brasileira para este tipo de queijo é o Minas frescal, que é produzido em diversos estados do país, porém, o início de sua fabricação no século XVIII se deu no estado de Minas Gerais, em regiões onde o gado de leite era dominante.

2.2 Composição, características e classificação do queijo Minas frescal

Segundo Dutra (2002) e Furtado & Lourenço Neto (1994), a composição físico-química e as características esperadas no queijo Minas frescal são:

- teor de umidade: 55%-60% (m/m);
- teor de gordura: 15%-19% (m/m);
- teor de gordura no extrato seco (GES) ideal: 40% (m/m);
- pH: 5,0-6,3 e
- teor de cloreto de sódio: 1,4%-1,6% (m/m).

Conforme a classificação dos queijos, segundo Brasil (1997), o produto cuja denominação de venda é Minas frescal é um queijo fresco obtido por coagulação enzimática do leite, de acordo com a classificação estabelecida no Regulamento Técnico Geral de Identidade e Qualidade dos Queijos, devendo ser:

- semi-gordo, ou seja com teor de gordura no extrato seco (GES) variando de 25,0% a 44,9% (m/m);
- de alta umidade, geralmente conhecido como de massa branda ou macio, e cujo teor varia de 46,0% a 54,9 % (m/m) e
- consumido fresco.

Outras características do queijo Minas frescal segundo Brasil (1997) são:

- sua composição, sendo ingredientes obrigatórios o leite e ou leite reconstituído, coalho e ou enzimas coagulantes apropriadas e ingredientes opcionais, como: leite em pó, creme, sólidos de origem láctea, cloreto de sódio, cloreto de cálcio e cultivo de bactérias lácteas específicas;
- consistência branda, macia; textura com ou sem olhaduras mecânicas; cor esbranquiçada; sabor suave ou levemente ácido; odor suave, característico; sem crosta ou fina e, eventualmente, algumas olhaduras mecânicas. A forma deve ser cilíndrica e o peso variando entre 300g e 5kg;
- características distintivas do processo de elaboração, como obtenção de uma massa coalhada, dessorada, não prensada, salgada e não maturada;
- acondicionamento deve ser em embalagem plástica ou envases bromatologicamente aptos e
- suas condições de conservação e comercialização deve ser em temperatura não superior a 8°C.

Segundo Nova Legislação de Produtos Lácteos (2002), por tratar-se de um produto com excessivo manuseio da massa durante as etapas da fabricação,

como enformagem, viragem e, até mesmo, salga, além do tipo de equipamentos empregados, seus padrões são muito elásticos quando comparados a queijos frescos europeus. Os padrões microbiológicos, segundo Portaria do Ministério da Agricultura nº146/1996, definem $n = 5$, $c = 2$, $m = 10.000$ e $M = 100.000$ para coliformes 30°C/g e $n = 5$, $c = 2$, $m = 1.000$ e $M = 5.000$ para coliformes 45°C/g . Para estafilococos coagulase positiva/g, os padrões brasileiros são $n = 5$, $c = 2$, $m = 100$ e $M = 1.000$.

2.3 Mercado de queijos

Segundo Pinheiro (2002), o Brasil é o sexto maior produtor de laticínios do mundo e cresce a uma taxa anual de 4%, superior a de todos os países que ocupam os cinco primeiros lugares. O país responde também por 66% do volume total de laticínios produzidos nas nações que compõem o Mercosul. O leite e seus derivados estão entre os seis primeiros setores mais importantes da agropecuária brasileira, à frente de produtos tradicionais, como café e arroz. Para cada real investido no setor laticinista, há um crescimento de, aproximadamente, cinco reais no Produto Interno Bruto (PIB), o que coloca o negócio à frente de setores importantes, como o da siderurgia e o da indústria têxtil. O país tem, hoje, acima de 1.100.000 propriedades entre fazendas e laticínios que exploram produtos lácteos, empregando diretamente cerca de 3,6 milhões de pessoas.

Quanto ao mercado de queijos, segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Queijos - ABIQ (2006), o Minas frescal ocupa o terceiro lugar dentre os queijos mais produzidos no Brasil sob Serviço de Inspeção Federal, atrás da Mussarela e Prato que ocupam o 1º e o 2º lugares, respectivamente. Esta posição tem sido mantida desde o início da última década. A produção do Minas frescal subiu de 20,40 mil toneladas, em 1996 para 30 mil toneladas, em 2005, ou seja, um crescimento de aproximadamente 50% em dez anos. Esta produção equivale a 67,5% dos queijos frescos (massa crua) e 6,18% do total de queijos

produzidos no país. Segundo a ABIQ (2006), é importante ressaltar que estes valores referem-se, tão somente, à produção dos estabelecimentos registrados no SIF/DIPOA do Ministério da Agricultura que representa, conforme projeções feitas por especialistas, apenas 60% do mercado total.

2.4 Tecnologia tradicional de fabricação do queijo Minas frescal

Tradicionalmente, o queijo Minas frescal era fabricado com emprego de cultura lática mesofílica tipo “O”, à base de *Lactococcus lactis* subsp *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp *cremoris* ou até mesmo fermento termofílico. O uso de leite integral é uma prática muito comum, seja em produção informal ou, mesmo, em pequenas indústrias que não dispõem de padronizadora. Porém, segundo Dutra (2002), resulta em queijo de consistência muito macia e untuosa. O uso de cloreto de cálcio melhora as propriedades da coalhada e diminui as perdas de constituintes no soro durante o corte da mesma.

Com o intuito de aumentar a vida de prateleira do produto, emprega-se ácido láctico industrial, que confere ao queijo sabor levemente ácido e refrescante. Desejando sabor mais ácido, recomenda-se o uso de 0,5% de fermento mesofílico. Entretanto, para um queijo bastante suave, pode-se deixar de adicionar ácido láctico ou fermento. Quando se opta pelo fermento, o queijo desdora-se mais intensamente, diminuindo o rendimento. A elevação da acidez após alguns dias de fabricação, provocada pelo fermento láctico, diminui a durabilidade do produto. Tais fatores são minimizados quando se usa ácido láctico em substituição ao fermento (Dutra, 2002; Milknet, 2003).

O coagulante deve ser usado na dosagem recomendada pelo fabricante para que a coagulação ocorra em 30-40 minutos a 35°C-37°C ou 40°C-42°C, quando se faz uso ou não de fermento láctico, respectivamente. Deve estar dissolvido em água livre de cloro e em volume 10 vezes ao de coalho.

O corte da coalhada deve ser lento e com auxílio das liras (horizontal e vertical). Nesse momento, o soro deve apresentar acidez equivalente a $\frac{2}{3}$ da acidez inicial do leite, ou seja, de 0,10% a 0,12% de ácido láctico. Após o corte, deve-se fazer um repouso da massa por cerca de 5 minutos. Nesse período, os grãos começam a expulsar o soro naturalmente, firmando mais a coalhada e, conseqüentemente, diminuindo a perda de finos no soro.

A mexedura é realizada com pá apropriada de aço inoxidável e em hipótese nenhuma se deve utilizar material de madeira. O processo deve ser conduzido sob agitação lenta, com repouso regulares, caso haja quebra excessiva dos grãos, mexendo-se 5 minutos, com repouso de 3 minutos, em média. O processo deve durar, aproximadamente, 20-30 minutos até obter ligeira firmeza dos grãos. O ponto da massa deve variar de acordo com o teor de umidade desejado no produto final. Geralmente, é observado quando a massa escorre facilmente pela forma, sem reter muito soro e quando os grãos tornam-se mais arredondados.

Dutra (2002) relata que o soro deve ser eliminado na sua maior parte para, posteriormente, se proceder à enformagem, coletando-se a massa diretamente com as formas ou com o auxílio de uma chapa própria perfurada. Já Milknet (2003) recomenda que parte do soro, em média 50%, deve permanecer junto à massa, para evitar resfriamento da mesma e problemas de enformagem. Embora existam diferentes estilos de enformagem, esta etapa deve ser a mais rápida possível para evitar resfriamento da massa e, conseqüentemente, problemas de compactação. Atualmente, são utilizadas mesas enformadoras, que reduzem também substancialmente a perda de massa durante o processo. Recomenda-se sempre encher bem as fôrmas de massa, para evitar que os queijos fiquem com altura e peso inadequados.

A viragem dos queijos deve ocorrer após 10-20 minutos da enformagem, para que os mesmos fiquem com bom aspecto. Esta operação objetiva a

uniformidade do produto, devendo ser repetida mais duas vezes a cada 60 minutos. É bom lembrar que o queijo Minas frescal não necessita de prensagem ou de ser apertado com as mãos, uma vez que o próprio peso do queijo e a gravidade são suficientes para deixar a massa compacta. Após esta etapa, conduzi-los à câmara fria (10-12°C) para completa dessoragem, onde devem permanecer até o dia seguinte.

Existem várias maneiras de salgar o queijo Minas frescal. A primeira opção é a salga no leite, antes da adição do coagulante e na proporção de 2,0%-2,5% de cloreto de sódio em relação ao volume de leite. Neste processo, há uma boa distribuição do sal no queijo, porém, ocorre grande perda de sal no soro, tornando-o impróprio para subprodutos e alimentação animal. A segunda opção é a salga a seco, que é realizada na proporção de 1,5% em cada face do queijo, sendo realizada durante as viragens dos queijos. Nesse caso, a distribuição do sal pelo queijo é prejudicada. A terceira opção de salga é um método bastante usado, em salmoura a 10°C-12°C, com 20% (m/v) de teor de cloreto de sódio, por períodos proporcionais à massa e ao formato dos queijos. Se a opção for por este último método, após serem retirados do tanque de salmoura, os queijos devem ser conduzidos a uma câmara a 10°C-12°C, acondicionados nas próprias fôrmas para secarem um pouco.

A embalagem é feita usando-se película plástica a vácuo, que protege melhor o produto no local onde são comercializados e ou estocados, a 2°C-5°C sem empilhar. A durabilidade é muito baixa, chegando, no máximo, a 20 dias, dependendo do processo de fabricação empregado.

2.5 Alternativas tecnológicas utilizadas em fabricações de queijos

Diversas alternativas tecnológicas foram disponibilizadas para a fabricação de queijos ao longo do tempo.

2.5.1 Processo de produção de queijo frescal por ultrafiltração

O processo de ultrafiltração é uma maneira eficaz de separar lactose e minerais, aumentando os níveis de proteínas e propiciando aumento significativo de rendimento por retenção de soroproteínas e aumento de umidade do queijo.

Segundo Ballinger (2001b), as grandes empresas de laticínios têm evitado o processo tradicional de fabricação dos queijos frescais, devido à manipulação associada às etapas de elaboração, como corte, separação do soro, drenagem, salga e embalagem. Por estas razões, pode-se ter:

- vida de prateleira curta, em média uma semana;
- altos níveis de devolução e desperdício de produto;
- perdas de rendimento ao longo de várias etapas da elaboração;
- acesso difícil aos supermercados devido a preocupações com vida de prateleira e devoluções;
- dificuldade de produção deste tipo de queijo em grande escala;
- variações na composição;
- alto risco de contaminação por bactérias patogênicas;
- em alguns casos, percepção de baixa qualidade por parte dos consumidores;
- baixa flexibilidade de distribuição em outras regiões, devido à instabilidade de vida de prateleira.

Para contornar o problema, muitos pesquisadores definiram parâmetros para a fabricação de Minas frescal por uso de lactofiltração e concluíram que o emprego da técnica permite a obtenção de queijos com características desejáveis, com excelente rendimento e com uma melhor qualidade higiênica (Chr. Hansen, 2003a).

Após o processo de ultrafiltração do leite pasteurizado desnatado, adicionam-se creme, cloreto de cálcio, cloreto de sódio e coalho imediatamente antes da embalagem do líquido resultante, em potes. O queijo é coagulado diretamente no recipiente, após 30 minutos (Ballinger, 2001b).

Trabalhando com ultrafiltração na elaboração de queijo Minas frescal, Cunha et al. (2002) relataram que os valores de recuperação de gordura e proteína podem chegar a 92,81% e 89,27%, respectivamente, quando se usa fator de concentração (FC) 4:1. Os mesmos autores obtiveram rendimento ajustado, nesta faixa de concentração, de 12,66 kg queijo/100kg leite e apresentaram tendência de aumento, elevando-se o FC.

Por razões diversas, não se sabe com precisão, mas, talvez em função de elevados custos de instalação e manutenção do equipamento, de volume mínimo necessário para viabilizar um projeto, de razões tecnológicas ou até mesmo de tradição, a fabricação do Minas frescal por ultrafiltração praticamente não se desenvolveu em ritmo esperado. A presença de apenas duas ou três marcas no mercado atual evidencia o pequeno percentual de usuários da tecnologia com esta finalidade. Ainda com respeito à parte tecnológica, foram realizados estudos objetivando a melhoria da qualidade, do rendimento e do custo de fabricação com emprego de distintos tipos de coalho, adição de proteínas, de hidrocolóides e de gorduras vegetais (Chr. Hansen, 2003b).

Ballinger (2001b) relata que o uso da ultrafiltração resolveu parte dos problemas citados e ela tem sido empregada no Brasil nos últimos quinze anos. Porém, o produto se diferencia dos tradicionais, apresentando os seguintes aspectos:

- aumento da vida de prateleira de 1 para 4 semanas, porém, dependente da qualidade do leite processado, principalmente sob o aspecto microbiológico, quanto aos níveis de esporos mesofílicos e termofílicos;
- níveis de bactérias mais baixos;
- sabor suave e pH neutro;
- textura lisa, brilhante e elástica e
- composição, sabor e textura muito consistentes.

2.5.2 Processo de produção de queijo frescal sem soro

Neste processo, há a necessidade de produzir o “leite base”, que é composto de leite desnatado, creme de leite, concentrados protéicos de leite e água, cujo teor de sólidos varia de 35% a 45% (m/m). A etapa da hidratação do “leite base” é de extrema importância para que a fração κ -caseína esteja disponível para coagular-se. Outro detalhe importante é o processo de pasteurização, que deve ser feito no tanque, ou seja, em “batch”, a 65°C por 30 minutos, devido ao alto teor de sólidos do “leite base”, o que dificulta o uso de trocadores de calor à placa. Neste caso, o tratamento LTLT usado permite hidratação suficiente das proteínas, não necessitando de etapa extra para tal. Após o tratamento térmico, adicionam-se à base, cloreto de sódio, cloreto de cálcio, ácidos de grau alimentar e coalho, que são colocados na forma líquida nas embalagens. A coagulação ocorre em temperatura ambiente, por 30 minutos (Ballinger, 2001b).

Quando se opta por um processo mais prático, ou seja, que não necessita de aparelho de ultrafiltração, em vez de concentrar as proteínas por meio da remoção da lactose, adicionam-se concentrados protéicos de leites apropriados a este fim, diretamente ao leite para fabricação. Com isso, economiza-se capital referente à compra de equipamentos de ultrafiltração, não há necessidade de substituição de membranas a cada 18 meses, os custos operacionais tornam-se mais baixos e sem necessidade de treinamento e, ainda, sem a necessidade de uso de enzimas de alto custo para limpeza das membranas (Ballinger, 2001b).

O tipo de concentrado protéico usado no processo é muito importante, pois deve conter proporção certa entre proteína e lactose, devendo a primeira conter caseína micelar com fração κ -caseína suficiente para divisão, além do sabor suave. Deve-se fazer a seleção da proteína de acordo com a composição, sabor e textura desejados no queijo a ser produzido. Outro aspecto importante é o tipo de coagulante empregado, para evitar pós-hidrólise protéica, o que

resultaria em peptídeos de massa molecular pequena e, conseqüentemente, gosto amargo no queijo (Ballinger, 2001b).

O controle de dosagem do cloreto de cálcio é importante para evitar gosto amargo e ácidos de grau alimentar também podem ser empregados de acordo com o sabor final desejado no produto, porém, após a pasteurização (Ballinger, 2001b).

Trabalhando com o queijo mexicano Panela, Ballinger (2001b) obteve rendimento bem superior aos processos tradicional e por ultrafiltração, quando usou o concentrado protéico no leite integral, produzindo 1.700 kg de queijo fresco a partir de 1.000 kg de leite integral e fontes de proteínas e gorduras, contra produções de 148 kg e 362 kg, pelos processos citados anteriormente, respectivamente. As quantidades de soro resultantes das fabricações foram 841 kg e 723 kg, respectivamente nos processos tradicional e por ultrafiltração, contra 0 kg com concentrado protéico.

2.5.3 Padronização de leite para produção de queijos

Uma das etapas do processo de fabricação de queijos nas grandes indústrias é a padronização do leite, principalmente para acertar a proporção certa entre caseína e gordura no produto que se deseja obter, seja pela remoção da gordura (creme) por centrifugação, que é a maneira economicamente mais viável, ou por adição de fonte protéica ao leite de fabricação. A correta padronização do leite baseada na relação caseína/gordura permite um produto homogêneo dentro da indústria e durante os diversos períodos do ano (Costa Júnior, 1997).

Segundo Ballinger (2001a), a viabilidade de se padronizar leite para a produção de queijos usando proteína ou por desnate da matéria gorda torna-se viável se:

- as margens de lucro forem mais altas para o queijo do que para o produto gordo resultante subsequente, como manteiga, creme e requeijão;
- se a capacidade industrial é restrita para produção de queijos e
- se os custos podem ser reduzidos por kg de queijo produzido, por exemplo, o custo da proteína compensa o valor operacional resultante da economia de custos operacionais por kg de queijo.

2.6 Uso de extensores em fabricações de queijos

Historicamente, os extensores em fabricações de queijos já foram usados de diferentes maneiras.

2.6.1 Uso de leite em pó

Desde a década de 1930, já são relatados trabalhos de pesquisadores utilizando recursos tecnológicos para aumentar o rendimento de queijos. Naquela época, os neozelandeses Hansen e Theophilus lançaram mão do uso de leite em pó para as suas fabricações (Cherrey, 1978).

Na época da segunda Guerra Mundial, houve intensificação de produção de queijos a partir de leite reconstituído, porém, a possibilidade desta alternativa se difundiu mundialmente somente a partir da década de 1960 (Alves, 1999). Este mesmo autor relata que produtores franceses começaram a estudar o uso de leite em pó nas suas fabricações a partir de 1952, quando a produção de leite “in natura” diminuía no inverno, não atendendo à demanda de produção que satisfizesse àquele mercado, porém, as primeiras pesquisas iniciaram-se em 1957, usando leite em pó selecionado.

Segundo Alves (1999), qualidade do leite em pó usado nas fabricações de queijos é de suma importância, uma vez que influencia na velocidade de coagulação e na firmeza do coágulo. A matéria-prima não deve sofrer pré-aquecimento antes do processo de concentração e secagem, que também devem

ter as temperaturas bem controladas (leite em pó “low heat”) para que resulte num produto com maiores teores de nitrogênio protéico solúvel não desnaturado (NPSND) que, segundo a ADMI (1971), deve superar 6 mg/g de leite em pó desnatado, além do tempo de estocagem ser inferior a 1 ano.

O uso de leite em pó visando à fabricação de queijos pode, segundo Ballinger (2001a), provocar doçura não característica no produto final, além da possibilidade da não coagulação do leite, seja pela pouca aptidão das proteínas à ação do coalho devido a seu estado após processamento do leite em pó ou pelo excesso de soro-proteínas desnaturadas que dificultam a atuação do coagulante.

Quando se compara o mesmo processo de fabricação, porém, usando leites reconstituídos e frescos, nota-se aumento de rendimento no primeiro caso, devido à maior retenção de água no queijo provocada pelo aumento da massa protéica retida, representada na sua maior proporção pelas caseínas (Furtado, 1998).

Quanto à gordura, Furtado (1998) relata que o aumento no teor também faz aumentar o rendimento da fabricação, porém, neste caso, pela maior retenção de água no queijo, devido à menor sinérese durante a elaboração no tanque. Segundo Alves (1999), as perdas de caseínas e gordura no soro, quando se usa leite reconstituído e fresco, podem ser consideradas iguais, desde que haja eficiente homogeneização dos ingredientes básicos.

2.6.2 Uso de caseinatos na produção de queijo

O uso de caseinatos também pode ser uma alternativa visando à fabricação de queijos. Segundo Ballinger (2001a), são obtidos por meio do uso de hidróxidos antes da secagem, porém, podem gerar dificuldade na coagulação, uma vez que as caseínas não se encontram na forma micelar, o que exige altas dosagens de cloreto de cálcio. Necessitam-se, neste caso, de equipamentos

especiais para a dissolução adequada da proteína, além do “sabor de caseínas” residual nos queijos poder tornar-se aparente.

2.6.3 Uso dos extensores para a produção de queijos na América Latina

Entende-se por nível de extensão a quantia de queijo extra que se obtém a partir de uma quantidade de leite. Isso quer dizer que, desejando uma quantidade de queijo 100% maior que no processo tradicional, empregam-se 100% de extensão. É uma alternativa tecnológica empregada para aumentar o rendimento de fabricação (Ballinger, 2001a).

O tipo de extensor depende do tipo de queijo requerido, do processo de produção, dos requisitos funcionais do extensor e do nível de extensão. Os extensores são compostos de fontes de proteína e de gordura e têm sua justificativa de uso, segundo Ballinger (2001a):

- devido à escassez dos sólidos de leite disponíveis durante o ano todo, como acontece em algumas regiões e no México;
- devido à escassez dos sólidos de leite disponíveis na entressafra, como no Brasil e Chile e
- para que a demanda de vendas se iguale à produção.

As possíveis vantagens do uso dos extensores, segundo Ballinger (2001a), são:

- custo de proteína mais baixo em determinados casos;
- controle do processo com produto mais consistente;
- aumento no rendimento, uma vez que a quantidade de extensor utilizado faz o leite eqüivaler ao dobro em volume;
- qualidade consistente e
- volume de soro reduzido com mais sólidos para processamento adicional.

Não se pode chamar de padronização do leite, uma vez que o último refere-se somente ao acréscimo de fonte protéica.

Trabalhando com queijos mexicanos de alta umidade e empregando os extensores, Ballinger (2001a) descreve o processo conforme ilustração da Figura 1.

Neste processo, define-se primeiramente a quantidade de leite “extra” desejado, ou seja, o nível de extensão. Caso se opte por dobrar a produção, tem-se 100% de extensão. Ao se usar 1.000 L de leite fresco, o chamado “leite equivalente” para o nível de extensão de 100% são 2.000 L, ou seja, 1.000L de leite chamado “adicional”. Isso se faz somando-se o volume de leite empregado à quantidade de fonte de proteína e gordura que forem adicionados ao sistema.

Para se adicionar as fontes de proteína e gordura deve-se proceder a um cálculo baseando-se nos teores dos extensores, teores de proteína e gordura do leite padronizado e volume de leite “adicional”, lembrando-se que o tipo de

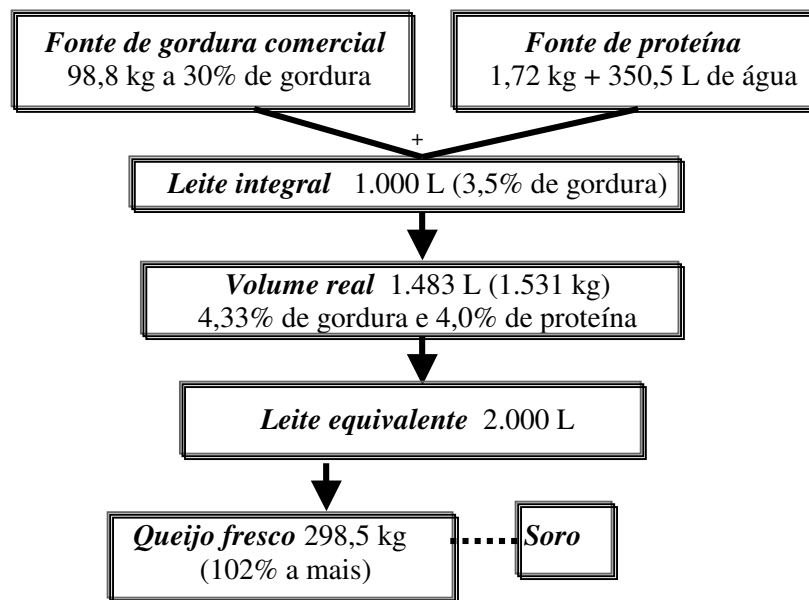


FIGURA 1 Fluxograma demonstrativo do processo de fabricação de queijos mexicanos frescos usando extensores de fabricação, segundo Ballinger (2001a)

extensor dependerá do tipo de queijo, custo, qualidade requerida, processo de produção, requisitos funcionais do extensor e nível de extensão (Ballinger, 2001a). As fontes de gordura podem ser: creme, manteiga, gordura anidra (AMF) ou até mesmo gordura vegetal onde a legislação permite. No caso do Brasil, a Portaria nº352/1997 do Ministério da Agricultura permite o uso sólidos somente de origem láctea na fabricação do Minas frescal.

Segundo Ballinger (2001a), é necessário o emprego de água junto ao extensor de proteína para assegurar a dissolução adequada e hidratação do pó e também para evitar defeitos de textura e funcionalidade no queijo produzido. Adiciona-se também cloreto de cálcio na quantidade requerida quando o extensor protéico for lácteo, porém, deve-se ter o cuidado com a dosagem, pois, proteínas lácteas de diferentes tipos requerem níveis diferentes, devendo ser calculado para que se tenha um tempo de sedimentação de aproximadamente 30 minutos. Quanto ao coagulante e à cultura do fermento lácteo, deve-se proceder ao cálculo de acordo com o volume de leite equivalente, podendo-se diminuir ligeiramente a dosagem de coalho devido ao efeito do conteúdo protéico concentrado adicionado.

O processo de preparação do extensor protéico realizado por Ballinger (2001b) para a elaboração dos queijos frescos mexicanos está ilustrado na Figura 2.

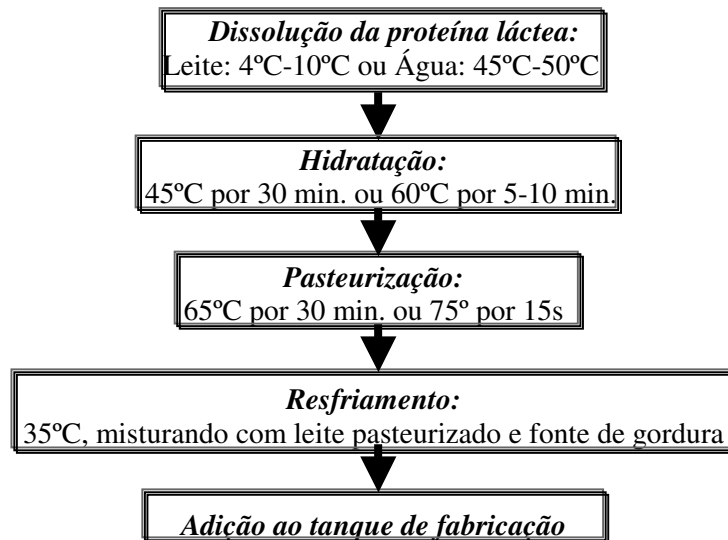


FIGURA 2 Fluxograma demonstrativo do processo de preparo do extensor protéico para adição ao leite usado na fabricação de queijo frescal mexicano, segundo Ballinger (2001a)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O trabalho foi realizado nos Laboratórios do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras (DCA/UFLA) e nas dependências industrial e laboratorial do Laticínio Verde Campo, situados no município de Lavras, MG.

3.2 Delineamento e tratamento estatístico dos dados

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC).

Aplicaram-se 2 tratamentos referentes à utilização ou não de extensores no processo de fabricação do queijo Minas frescal.

O número de repetições (fabricações) e os tempos avaliados estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 Esquema adotado nos dois tratamentos, com e sem extensores, quanto às repetições para análises do leite, mistura, soro e queijo fabricados, e tempos em que estes foram analisados, em duplicata

Análises	Repetições				Tempos avaliados
	Leite	Mistura	Soro	Queijo	
Composição centesimal	6	6	6	6	1: D+1
pH	-	-	-	6	4: D+1, D+4, D+7 D+10
Índices proteólise	-	-	-	6	4: D+1, D+4, D+7 D+10
ADQM (sensorial)	-	-	-	3	4: D+1, D+4, D+7 D+10
Teste de aceitação	-	-	-	3	1: D+1
Dessoragem percentual	-	-	-	6	9: D+2 a D+10

D: dia da fabricação; ADQM: análise descritiva quantitativa modificada

Após a obtenção dos resultados, os dados foram tabulados em planilha eletrônica e, posteriormente, analisados estatisticamente por meio de programa “SISVAR” 4.3 (Ferreira, 1999).

3.3 Definição dos extensores e ensaios para viabilizar a utilização

Ensaio foram realizados para definir o tipo e a quantidade do extensor de proteínas a serem utilizados nas fabricações de queijos Minas frescal. O creme oriundo do desnatado do leite na padronização foi definido como extensor de gorduras, devido à facilidade de obtenção na indústria e baixo custo.

Avaliou-se também, nessa fase, o comportamento dos extensores após adição ao leite, além das quantidades necessárias de coagulante e cloreto de cálcio para coagular a mistura adequadamente, assim como no leite padronizado. Nessa etapa, foram fabricadas diversas partidas de queijo Minas frescal em escala laboratorial, empregando sempre 500g da mistura por fabricação, sempre em comparação com a mesma quantidade de uma testemunha, ou seja, o mesmo leite, porém, sem adição de extensores.

3.4 Determinação da composição dos extensores

3.4.1 Extensor de proteínas (EP)

Realizou-se a determinação da composição centesimal dos extensores de proteínas fornecidos por indústrias de insumos, utilizando-se as seguintes metodologias:

- teores percentuais (m/m) de umidade e sólido totais: método em estufa a $85 \pm 2^\circ\text{C}$ para leite em pó e soro de leite em pó (Brasil, 2003);
- teor percentual (m/m) de proteína: obtida pelo método Kjeldahl, com base nos teores de nitrogênio total e não-protéico, descrito por Brasil (2003). O fator utilizado foi 6,38;

- teor percentual (m/m) de gordura: método de Roesse-Gottlieb, que utiliza extração, conforme descrito por Brasil (2003);
- teor percentual (m/m) de resíduo mineral fixo (cinzas): incineração da amostra, após dessecação, conforme descrito por Brasil (2003) e
- teor percentual (m/m) lactose: por diferença, baseando-se na composição centesimal da amostra, sendo:

$$\% \text{ lactose (m/m)} = \% \text{ ST} - (\% \text{ gordura} + \% \text{ proteína} + \% \text{ RMF})$$

3.4.2 Extensor de gorduras (EG)

O extensor de gorduras usado foi o creme de leite obtido por desnate ao padronizar o leite integral recebido para a fabricação dos queijos. Seus teores percentuais (m/m) de gordura e proteína foram determinados pelos métodos butirométrico (com diluição da amostra a 10%) e do formol (descontando-se os compostos não protéicos), respectivamente, conforme técnicas descritas por Pereira et al. (2001).

3.5 Padronização e preparação do leite para fabricação

A partir da chegada do leite de conjunto destinado à fabricação, foram conduzidas as análises físico-químicas, em duplicata, para validação da qualidade e para padronização do mesmo. As análises realizadas foram:

- teste do alizarol: foi realizado com solução de alizarol a 78°GL (Brasil, 2003);
- densidade a 15°C: foi realizada utilizando termolactodensímetro (Brasil, 2003);
- acidez titulável: foi utilizado o método titrimétrico Dornic com solução de NaOH 0,111 mol/L, até a alteração da coloração de branco para róseo claro (Brasil, 2003);

- teor percentual (m/m) de gordura: foi utilizado o método butirométrico para leite fluido, com resultado expresso em percentual (m/v), segundo Brasil (2003), posteriormente convertido para % (m/m) por meio da densidade obtida;
- teor percentual (m/m) de proteína: obtido pelo método do formol, conforme descrito por Pereira et al. (2001), descontando-se os compostos não protéicos e com resultado expresso em percentual (m/v), posteriormente convertido para (m/m) por meio da densidade obtida.

Estando o leite apto para fabricação de queijos, o mesmo foi padronizado para 3,0%-3,2% (m/v) de teor de gordura, conforme sugerido por Dutra (2002) e Furtado & Lourenço Neto (1994), para a fabricação do queijo Minas frescal. Em seguida, para efeito de constatação do processo de padronização, o leite foi novamente analisado quanto à sua composição centesimal.

A forma como foi conduzida a divisão do leite nos tratamentos com e sem extensores, a partir da chegada na plataforma, bem como as tomadas de amostras para análises em todas as etapas até o início das fabricações estão ilustradas na Figura 3.

3.6 Preparação da mistura

A partir do conhecimento dos teores de gordura e proteína dos extensores e do leite padronizado, foram calculadas, por meio de balanço de massa, as quantidades necessárias destes componentes para serem adicionadas diretamente ao leite padronizado no tratamento com extensores, para se obter o percentual desejado destes componentes na mistura. No processo tradicional, o leite padronizado atendia às sugestões de Dutra (2002) e Furtado & Lourenço Neto (1994), para a fabricação do queijo Minas frescal, que é de 3,0% a 3,2% (m/v).

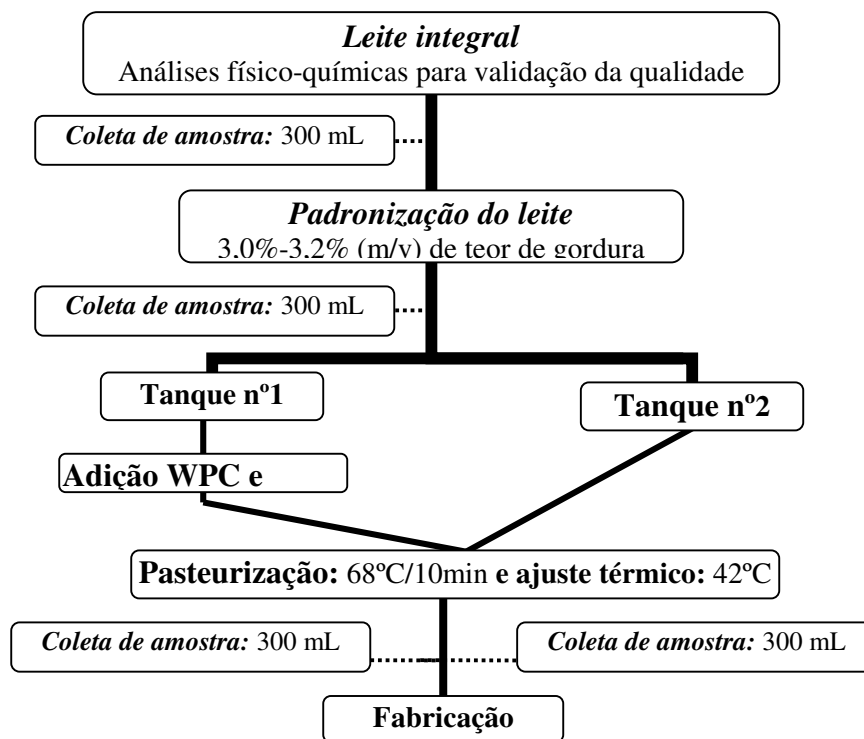


FIGURA 3 Fluxograma de preparação dos tratamentos com e sem extensores e esquema de coleta de amostras para análises até o início da fabricação

A dissolução do extensor de proteínas foi feita em, aproximadamente, cinco litros do leite destinado à fabricação, ainda à temperatura ambiente, para melhor resultado. Uma vez dissolvido, juntou-se a esta mistura o creme misturando-se novamente para incorporação adequada e, finalmente, juntaram-se à quantidade de leite restante, previamente calculada.

3.7 Pasteurização do leite padronizado e da mistura

Quantidades iguais (20 kg) do leite padronizado e da mistura foram descarregadas em tanques de fabricação de queijos de mesmas dimensões.

Procedeu-se à homogeneização e ao aquecimento do leite padronizado e da mistura, a 68°C por 10 minutos, nos respectivos tanques de fabricação, para, então, se ajustar a temperatura de fabricação, 42°C em ambos.

3.8 Coleta de amostras do leite padronizado e da mistura

Amostras de 300 mL dos tanques de fabricação de cada tratamento foram coletadas, devidamente acondicionadas e enviadas ao DCA/UFLA, para as seguintes análises:

- densidade a 15°C: conforme descrito em 3.6;
- teor percentual (m/m) de gordura: conforme descrito em 3.6;
- teor percentual (m/m) de proteína: conforme descrito em 3.5.1;
- teor percentual (m/m) de resíduo mineral fixo (cinzas): conforme descrito em 3.5.1;
- teor percentual (m/m) de sólidos totais: segundo a fórmula de Fleishmann, em percentual (m/m), conforme descrito por Brasil (2003) e
- teor percentual (m/m) lactose conforme descrito em 3.5.1.

3.9 Fabricação dos queijos

Os queijos Minas frescal foram fabricados seguindo tecnologia adaptada de Dutra (2002) e Furtado & Lourenço Neto (1994), empregando-se ácido láctico, conforme o fluxograma ilustrado na Figura 4.

3.10 Coleta de amostras de soro

Amostras de 300 mL de cada tanque foram coletadas 15 minutos após o corte das coalhadas nos dois processos, devidamente acondicionadas e enviadas ao DCA/UFLA para análises.

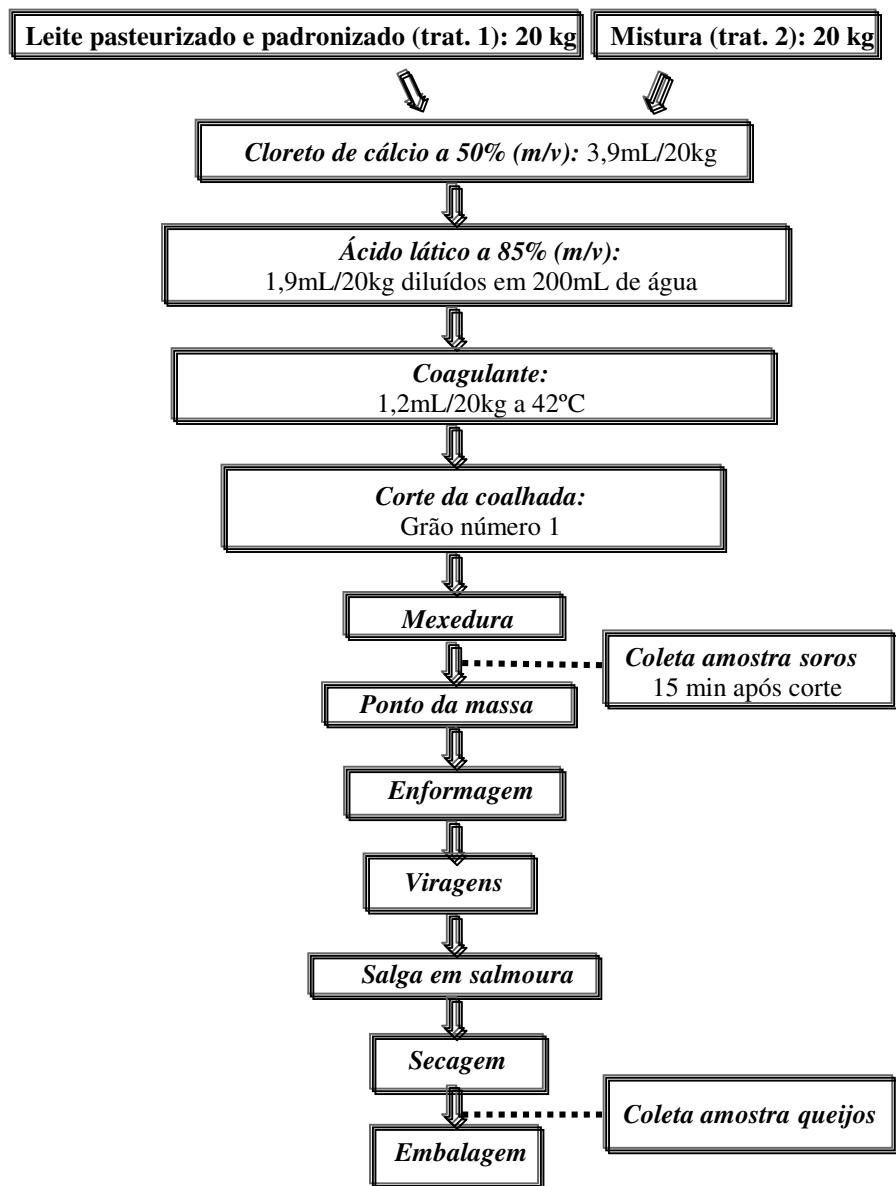


FIGURA 4 Fluxograma de fabricação do queijo Minas frescal, com e sem extensores e tomada de amostras

3.11 Análises das amostras de soro

Foram realizadas as seguintes análises das amostras dos soros:

- acidez titulável: conforme descrito em 3.6;
- acidez a 15°C: conforme descrito em 3.6;
- pH: por meio de leitura em potenciômetro calibrado após filtração da amostra (Brasil, 2003);
- teor percentual (m/m) de gordura: conforme descrito em 3.6;
- teor percentual (m/m) de proteína: conforme descrito em 3.5.1;
- teor percentual (m/m) de resíduo mineral fixo (cinzas): conforme descrito em 3.5.1;
- teor percentual (m/m) de sólidos totais: conforme descrito em 3.9 e
- teor percentual (m/m) lactose: conforme descrito em 3.5.1.

3.12 Observações durante a fabricação

Foram anotadas todas as etapas durante as fabricações dos dois tanques, como adição de ingredientes e suas respectivas quantidades, tempos de coagulação, aspectos dos coágulos, cortes das coalhadas, aspectos dos soros, mexeduras e pontos das massas.

3.13 Coleta de amostras de queijos e cálculo de rendimento de fabricações

Após o ponto da massa, os queijos foram colocados em fôrmas plásticas adequadas de 800g, virados após 30 minutos e conduzidos para câmara fria a 5°C, onde permaneceram por 24 horas. Após este período, foram desenformados e pesados, indo para salga em salmoura a 20% (m/v) de teor de NaCl por 40 minutos, tempo estipulado de acordo com a massa dos queijos e, finalmente, acondicionados em 2 caixas plásticas perfuradas, uma para cada tratamento.

Após esta etapa, os queijos permaneceram acondicionados nas caixas plásticas, para secagem, por 45 minutos, em câmara a 5°C, antes de serem

novamente pesados, com o propósito de se fazer estudo comparativo da variação de massa de queijo durante o processo de salga e também para cálculos de rendimento de fabricação: L de leite/kg de queijo produzido, ajuste para teor fixo de umidade, produção ajustada, coeficiente GL (gramas/litro) e cifras de transição dos componentes do leite para queijo e soro, baseados na composição dos mesmos, conforme descrito por Furtado (1999).

Terminada as pesagens, os lotes de queijos foram imediatamente conduzidos para serem embalados em sacolas plásticas apropriadas ao envase a vácuo de queijos Minas frescal.

3.14 Estocagem dos queijos

Depois de embalados, os queijos foram acondicionados em câmara fria a 5°C, por até 10 dias.

3.15 Verificação da dessoragem percentual durante a estocagem

Após a secagem dos queijos, retirou-se aleatoriamente um queijo (amostra) de cada lote, que foi embalado em sacola plástica, com fecho de arame, sem uso de vácuo, para a verificação de dessoragem percentual (m/m) a cada 24 horas, até o 10º dia.

Coletava-se todo o soro da embalagem, que era pesado, sendo posteriormente retornado à embalagem para simulação de mesmas condições de ambiente de estocagem em mercados, com a embalagem novamente fechada e o queijo retornando à câmara fria. A partir do conhecimento das pesagens das amostras dos queijos antes de suas respectivas dessoragens, em D+1 e das massas de soro perdidas diariamente, de D+2 a D+10, fez-se um estudo da perda percentual de soro de cada tratamento, uma vez que o envase dos queijos se deu em D+1, sem dessoragem.

3.16 Amostragem dos queijos durante a estocagem

Em cada lote, retirou-se aleatoriamente um queijo (amostra) que foi enviado ao Laboratório de Laticínios do DCA/UFLA para análises físico-químicas, tendo o mesmo procedimento de amostra sido adotado a cada 3 dias até o 10º dia de estocagem.

O procedimento de preparo das amostras foi feito triturando-se pedaços cortados de amostras em gral e homogeneizando-as para posteriores análises, segundo instruções de Brasil (2003).

3.17 Análises realizadas nas amostras de queijos

Os queijos foram analisados logo após a fabricação, em D+1, quanto aos seguintes aspectos:

- teores percentuais (m/m) de umidade e sólido totais: método gravimétrico, que utiliza estufa a $102 \pm 2^\circ\text{C}$ (Brasil, 2003);
- teor percentual (m/m) de nitrogênio total: obtido pelo método Kjeldahl, conforme descrito por Brasil (2003) para se calcular:
 - teor percentual (m/m) de proteína: conforme descrito na seção 6.036 da A.O.A.C. (1984). O fator utilizado foi 6,38.
- teor percentual (m/m) de gordura: método butirométrico de Van Gulik, conforme descrito por Brasil (2003);
- teor percentual (m/m) de resíduo mineral fixo (cinzas): incineração da amostra, após dessecação, conforme descrito por Brasil (2003) e
- teor percentual (m/m) lactose: conforme descrito em 3.5.1.

A cada 3 dias após a fabricação, os queijos foram analisados até o 10º dia, quanto:

- pH: depois da extração e posterior filtração da amostra, segundo Brasil (2003) e

- teores percentuais (m/m) de nitrogênio total (NT) (Brasil, 2003) e nitrogênio solúvel em pH 4,6 ($NS_{pH4,6}$) (Pereira et al., 2001): para se calcular:
 - Índice de extensão de proteólise (relação percentual $NS_{pH4,6}/NT$).

3.18 Análise sensorial

3.18.1 Perfil sensorial por análise descritiva quantitativa modificada (ADQM)

Os queijos fabricados pelos processos tradicional e com uso de extensores foram submetidos à análise sensorial em D+1, D+4, D+7 e D+10, para avaliação dos atributos: cor, consistência, textura e sabor, utilizando-se de escala não-estruturada, seguindo a Análise Descritiva Quantitativa Modificada, conforme Figura 5 (Stone et al., 1974).

Para avaliar os citados atributos, foi formada uma equipe de 10 julgadores, que foram selecionados por aptidão aos atributos definidos. Eles foram treinados quanto aos critérios de avaliação, por meio de reuniões, discussões e simulações, quanto aos parâmetros de interesse do trabalho.

Os julgadores receberam, em cabines individuais, as amostras codificadas com números de três dígitos aleatórios, preparadas para a análise. O traço vertical, na ficha de resposta referente à nota de cada julgador, foi transformada em escore, medido em cm, do comprimento da linha assinalada na ficha de resposta (escala de 15 cm ou 15 pontos).

3.18.2 Teste de aceitação

Também foi conduzido o teste de aceitação dos produtos obtidos, mediante o uso de uma escala hedônica de nove pontos (Jones et al., 1955), conforme ficha de resposta (Figura 6), utilizando provadores não treinados e selecionados aleatoriamente, representando os consumidores potenciais ativos

PERFIL SENSORIAL POR ADQM

Amostra número: _____ Data: __/__/__

Nome: _____

Por favor, avalie a amostra de queijo Minas frescal conforme instruções anexas e expresse seu conceito, marcando com traço vertical na escala não-estruturada.

1 - COR

-----|-----|-----

Atípica Típica

2 - TEXTURA

-----|-----|-----

Atípica Típica

3 - CONSISTÊNCIA

-----|-----|-----

Atípica Típica

4 - SABOR

-----|-----|-----

Atípico Típico

Comentários: _____

FIGURA 5 Ficha-resposta da análise descritiva quantitativa modificada (ADQM) do queijo Minas frescal, em escala não-estruturada de 15 pontos

ESCALA HEDÔNICA

Nome: _____ Data: __/__/__

Por favor, avalie a amostra usando 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: _____

FIGURA 6 Ficha-resposta do teste de aceitação (escala hedônica de nove pontos) para o queijo Minas frescal.

deste tipo de queijo. Foram realizadas 50 avaliações para cada tratamento, em cada repetição, em D+1.

3.19 Estudo de viabilidade econômica

Foi realizado um estudo sobre a viabilidade econômica de se produzir queijos com uso de extensores para aumento de rendimento. Este estudo pode comprovar se a adição dos extensores, que possuem um custo adicional para a indústria, é compensada ou não pelo aumento do rendimento de fabricação. Nas simulações apresentadas, levantaram-se os custos de matéria-prima, insumos, ingredientes, embalagens, custos industriais e administrativos relativos aos processos tradicional e com uso de extensores. Em ambos foi descontada a geração de subprodutos, como o crédito da venda dos soros oriundos dos processos, com suas respectivas composições químicas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Definição dos extensores

Os ensaios definiram o tipo de extensor protéico, quantidades empregadas, nível de extensão e quantidades de coagulante, cloreto de cálcio, além do teste de hidratação do concentrado protéico. Buscou-se, com isso, a obtenção de um produto com as características do queijo Minas frescal.

Foram testados três tipos de concentrados protéicos de fornecedores diferentes, sendo dois de proteínas do soro (WPC), com 33% e 80% de teor protéico, e o último de proteínas totais do leite, com teor protéico de 50%.

Quanto à hidratação, em todos os concentrados empregados, dispensou-se o uso de hidratação prévia em água a 45°C/30 minutos ou 60°C/5-10 minutos, conforme sugere Ballinger (2001a) para queijos frescos mexicanos. Todos os concentrados estavam bem dissolvidos quando adicionados diretamente ao leite, seja ele cru ou pasteurizado, ambos sob refrigeração ou temperatura ambiente. Com a mistura aquecida à temperatura de coagulação (42°C), todos os tipos de concentrados tiveram dificuldades de dissolução, apresentando sempre alguns grumos não dissolvidos na superfície do leite. O leite cru foi submetido a aquecimento gradativo após a adição do concentrado, com mexedura constante para melhor dissolução, até o mesmo atingir 68°C e permanecer por 10 minutos nesta temperatura, também sob agitação. A partir daí, os produtos apresentaram-se dissolvidos e aptos à coagulação. Quando se empregou leite pasteurizado refrigerado, fazia-se a adição do concentrado e homogeneizava-se, para, então, iniciar o aquecimento à temperatura de coagulação. Após a adição dos concentrados, adicionou-se também creme de leite, na proporção calculada para atingir o nível de extensão desejada, que foi de 100% num primeiro momento,

ou seja, com o intuito de dobrar os teores de proteína e gordura do leite para queijo.

As características observadas nos ensaios com diferentes tipos de concentrados protéicos e níveis de extensão encontram-se relacionadas na Tabela 2.

Num primeiro momento, foram realizados testes de coagulação, utilizando-se dose regular do coagulante conforme instruções do fabricante e

TABELA 2 Aspectos observados nas coalhadas e soros oriundos de fabricações de queijos Minas frescal utilizando três tipos de extensores protéicos em diversos níveis de extensão

Concentrados protéicos	Nível de extensão	Consistências das coalhadas	Aspectos dos soros
WPC 33%	100%	Muito mole	Branco
	80%	Muito mole	Branco
	60%	Mole	Branco-esverdeado
	50%	Pouco mole	Branco-esverdeado
	40%	Pouco mole	Verde-esbranquiçado
WPC 80%	100%	Muito mole	Branco
	80%	Muito mole	Branco
	60%	Mole	Branco-esverdeado
	50%	Pouco mole	Verde-esbranquiçado
	40%	Normal	Verde-esbranquiçado
Proteínas totais do leite 50%	100%	Não formou	-
	80%	Não formou	-
	60%	Não formou	-
	50%	Muito mole	Branco
	40%	Muito mole	Branco

observando-se os aspectos das coalhadas formadas e soros resultantes. As partidas contendo WPC com teores de 33% e 80% de proteína coagularam normalmente após quarenta minutos, da mesma forma que o controle (sem extensores). No entanto, notou-se que suas coalhadas ficaram com menor firmeza que a do controle, mesmo quando se aumentavam as doses de coagulante e cloreto de cálcio. O aspecto normal da coalhada, bem como sua firmeza, só pôde ser verificado quando se empregou WPC 80% e com nível de extensão de 40%, conforme ilustrada na Tabela 2. Com o concentrado de proteínas totais, a coagulação foi sempre comprometida e, em alguns casos, só atingindo a primeira fase. Mesmo adicionando-se mais cloreto de cálcio e coagulante (até 100% a mais), notou-se a fragilidade extrema dessa coalhada, que não possibilitou corte normal, como ocorre numa fabricação.

Quando verificou-se que 100% de extensão impossibilitou a produção de queijos, foram se reduzindo os níveis de extensão, com todos os concentrados empregados, até se conseguir fabricar queijos sem comprometimento de suas características. Estas reduções se deram para 80%, 60%, 50%, atingindo, finalmente, 40% de extensão, valor este definido como melhor nestes ensaios, para o WPC 80%, que foi eleito, para a realização do experimento propriamente dito, o de melhor desempenho. Com ele, além de não haver necessidade de alteração de quantidades de coagulante e cloreto de cálcio, a coalhada apresentou-se normal e o soro com coloração mais próxima à do processo tradicional.

Em todos estes ensaios, o processo tradicional não se diferenciou, apresentando os aspectos normais do queijo Minas frescal. Sempre que se conseguiu fabricar queijos nestes ensaios, fez-se a degustação das partidas e quando foi empregado WPC 33%, houve sabor residual “de leite” do produto nos mesmos, diminuindo na mesma proporção que a redução do nível de extensão. Com o concentrado de proteínas totais, devido à fragilidade da

coalhada obtida, mesmo com 50% e 40% de extensão, não foi possível produzir queijos. Já com o WPC 80%, somente com os níveis de extensão de 100% e 80%, é que não se conseguiu obter queijos de forma adequada. Com 60%, notou-se sabor residual do produto, o que foi diminuído quando se utilizou nível de 50%; mas, com 40%, a percepção de sabor residual foi nula.

Vale lembrar que, nestes ensaios com extensores, o teor protéico original do leite para fabricação foi aumentado conforme o nível de extensão, mas o teor de gordura, independente do teor inicial do leite, foi aumentado para acima de 3,1%, conforme o nível de extensão empregado, uma vez que Furtado & Lourenço Neto (1994) recomendam este teor para o leite destinado ao queijo Minas frescal.

Após diversos ensaios, optou-se pelo WPC com teor protéico de 80%, trabalhando-se, exclusivamente, com este produto de três marcas comerciais, tendo todos apresentado o mesmo comportamento no processo de fabricação.

4.2 Composição centesimal dos extensores usados

A composição centesimal dos extensores usados nas fabricações de queijos encontra-se na Tabela 3.

Embora o WPC possua classificação de acordo com seu teor de proteínas, de 80%, foi constatado que o mesmo, sempre que analisado, apresentou valor abaixo. O mesmo acontece com o teor de umidade que, segundo informações do fabricante, deveria conter, no máximo, 5,5% (m/m), mas foi constatado maior valor (8%, e chegando até a 9,45% m/m). Este aumento percentual do teor de umidade e conseqüente diminuição dos sólidos totais, e particularmente do teor protéico, provavelmente se devem ao tempo de

TABELA 3 Composição centesimal dos extensores usados nas fabricações de queijos Minas frescal. Média de 6 repetições

<i>Constituinte</i>	WPC 80		Creme de leite	
	Teor % (m/m)	Valores min. e max.	Teor % (m/m)	Valores min. e max.
EST	91,27	90,55-92,00	-	-
Umidade	8,73	8,00-9,45	-	-
Proteína	71,95	71,00-72,90	1,18	0,83-1,49
Gordura	6,00	4,00-8,00	65,78	60,00-71,10
RMF*	3,29	3,17-3,40	-	-
Lactose	10,04	7,7-12,38	-	-

*RMF – resíduo mineral fixo

condicionamento da fabricação até o momento do uso, que pode ter absorvido umidade atmosférica, uma vez tratar-se de um produto concentrado e desidratado, que é higroscópico. A margem indicada pelos fabricantes para o teor protéico foi de 76% a 80% (m/m).

Para os teores de gordura e RMF do WPC, os valores encontrados situam-se dentro dos limites máximos informados pelos fabricantes, que foram, respectivamente, de 6%-8% e 3,5% (m/m).

Quanto aos cremes de leite usados como extensor gorduroso, os mesmos eram obtidos dos respectivos desnates para padronização dos leites destinados à fabricação dos queijos.

4.3 Composição do leite padronizado e da mistura para as fabricações dos queijos

A composição média do leite padronizado e mistura dos tratamentos, com e sem extensores, destinados às fabricações dos queijos Minas frescal encontra-se na Tabela 4. Com a adição dos extensores, há aumento do teor percentual de EST, devido ao incremento de 40% de extensão, quando

TABELA 4 Composição centesimal do leite padronizado (LP) e da mistura (M) destinados às fabricações de queijos Minas frescal, suas respectivas variações e diferenças percentuais entre constituintes dos tratamentos. Média de 6 repetições

<i>Constituintes</i>	% (m/m)		Valores min. e max.		Pr>Fc	Diferença média
	LP	M	LP	M		
<i>EST</i>	11,75	13,93	11,30-12,09	13,45-14,42	0,0000	18,6
<i>Umidade</i>	88,25	86,07	87,91-88,70	85,58-86,55	0,0000	18,6
<i>Proteína</i>	2,83	4,00	2,43-3,24	3,39-4,54	0,0035	41,3
<i>Gordura</i>	3,00	4,33	3,01-3,29	4,31-4,61	0,0001	44,3
<i>RMF*</i>	0,70	0,75	0,63-0,75	0,65-0,82	0,1335	7,1
<i>Lactose</i>	4,83	4,49	4,47-5,29	4,02-5,26	0,2464	7,6
<i>Acidez**</i>	0,175	0,205	0,15-0,19	0,19-0,21	0,0047	17,1

*RMF – resíduo mineral fixo; ** compostos ácidos expressos como ácido láctico

comparado ao tratamento do processo tradicional.

Embora o cálculo da extensão tenha sido feito de forma a aumentar os teores protéicos e de gordura em 40%, os resultados analíticos demonstraram aumento pouco acima nos percentuais de proteína e gordura, entretanto, dentro de um limite tolerável. Estes acréscimos podem ter sido causados por imprecisão analítica, seja por falta de maior precisão na escala do butirômetro, no caso da gordura ou diferentes métodos empregados, no caso da determinação da proteína (Formol e Kjeldahl).

A análise de variância confirmou diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos para teores de gordura, proteína, EST, umidade e acidez. Os outros constituintes também se comportaram de forma

esperada, ou seja, sem diferença estatisticamente significativa entre teores de RMF e lactose, segundo a análise de variância.

Quanto ao teor mais elevado de acidez da mistura em relação ao leite padronizado (17,14%), o grande responsável foi o concentrado protéico, que possui alto teor de proteínas, contribuindo bastante para esse incremento, independentemente de variação do pH. Isso porque, na determinação da acidez titulável, todos os compostos ácidos presentes são neutralizados pela solução de NaOH empregada, sejam eles provenientes do leite ou extensor.

4.4 Parâmetros das fabricações

Alguns parâmetros importantes nos processos de fabricações dos tratamentos estão apresentados na Tabela 5. A diferença entre os dois tratamentos, quanto ao tempo médio de coagulação, foi de 12 minutos (34,3%). Como se optou pela tecnologia tradicional de fabricação no processo com extensores, usando-se as mesmas quantidades de coagulante e cloreto de cálcio nos dois processos, é normal o maior tempo de coagulação da mistura frente ao leite padronizado, uma vez que o teor de proteína, neste caso, é, em média, 40% maior, quantidade esta considerável para a formação da coalhada.

TABELA 5 Tempos médios e aspectos observados em etapas das 6 fabricações de queijos Minas frescal, com e sem extensores

Parâmetros	Com extensor	Sem extensor
Coagulação: tempo	47 min. (35-60 min.)	35 min. (30-40 min.)
Mexedura: tempo	27,5 min. (25-30 min.)	26 min. (20-30 min.)
Observações	Coalhada mais frágil	Coalhada normal

Com o uso dos extensores, a maior fragilidade do coágulo é verificada desde o início da fabricação. Além disso, deve-se ter muito cuidado em todas as etapas de mexedura, uma vez que, mesmo cortando a coalhada em grãos maiores no queijo Minas frescal (de 1,5 a 2 cm de aresta), no momento do ponto, foi verificada diminuição significativa destes. Outro aspecto relevante foi o tipo de concentrado protéico usado, o WPC que, mesmo tendo comportamento normal e bom aproveitamento tecnológico, é composto de proteínas solúveis concentradas, que têm muita facilidade de serem carreadas no soro.

No tocante ao tempo médio de mexedura, nos dois processos os tempos se aproximam muito, do momento do corte ao ponto. A pequena diferença pode ser creditada à maior fragilidade da coalhada no processo com extensores, que demora pouco mais para atingir a consistência ideal para a enformagem. Dar um ponto muito firme ao queijo com extensores pode resultar, além de teor mais baixo de umidade, em produto com consistência “borrachenta”, fato este verificado em ensaios. Daí a opção pelo maior tempo de coagulação, para firmeza ideal no corte, evitando perdas de proteínas e gorduras no soro. Uma vez obtida coalhada apta ao corte no processo com extensores, pode-se manter um padrão de mexedura até o ponto de enformagem nos dois tratamentos.

A coloração do soro obtido nos dois processos diferiu um pouco. Naquele com extensores, houve maior tendência a ser esbranquiçado devido ao maior teor de proteínas solúveis.

4.5 Composição dos soros coletados 15 minutos após o corte das coalhadas

A composição média dos soros coletados nos tratamentos, com e sem extensores, após 15 minutos do corte das respectivas coalhadas, durante as fabricações, encontram-se na Tabela 6.

A análise de variância indicou diferenças estatisticamente significativas

TABELA 6 Composição centesimal dos soros obtidos nas fabricações de queijos Minas frescal, com (CE) e sem extensores (SE), suas respectivas variações e diferenças percentuais entre constituintes. Média de 6 repetições

Constituintes	% (m/m)		Valores min. e max.		Pr>Fc	Diferença média
	CE	SE	CE	SE		
EST	9,97	7,83	9,00-10,70	7,12-8,59	0,0001	27,3
Umidade	90,03	92,17	81,00-89,30	82,88-81,41	0,0001	27,3
Proteína	1,78	0,98	1,24-2,03	0,81-1,05	0,0007	81,4
Gordura	1,67	0,77	1,07-2,43	0,39-1,07	0,0074	116,9
RMF*	0,53	0,46	0,33-0,95	0,33-0,60	0,4989	15,2
Lactose	5,99	5,83	5,74-6,43	5,31-6,39	0,4734	2,7
pH	6,32	6,21	6,19-6,42	5,96-6,28	0,1226	1,8
Acidez**	0,145	0,125	0,11-0,16	0,11-0,14	0,0612	16,0

*RMF – resíduo mineral fixo; ** compostos ácidos expressos como ácido láctico

para os constituintes dos soros: EST, umidade, proteína e gordura, ou seja, os mesmos que apresentaram-se diferentes também no leite e mistura.

As perdas de componentes sólidos do leite no soro devem ser mínimas, para que se tenha maior rendimento numa fabricação de queijos. Por tratar-se de acréscimo de sólidos no leite, principalmente gordura e proteínas, o tratamento com extensores apresentou perdas muito maiores em comparação ao processo tradicional. Estes valores elevados podem ter sido reflexo da maior dificuldade de se trabalhar com teores mais elevados de gordura e proteína,

principalmente o primeiro, que se perde mais facilmente quando há maior fragilidade na coalhada obtida, como foi o caso do tratamento em que se usaram os extensores.

Quanto aos teores de RMF e lactose, da mesma forma que no leite, a análise de variância indicou não haver diferença estatisticamente significativa nos tratamentos. Um dos parâmetros de controle da fabricação de queijos é a acidez do soro, coletado após o corte da coalhada. A acidez do soro nesse momento deve ser, em média, $\frac{2}{3}$ da do leite. No tratamento sem extensores, este valor, que era de 0,175% de compostos ácidos expressos como ácido láctico no leite, atingiu 0,125% no soro, ou seja, 71,4%, valor esse que demonstra bom controle do processo de fabricação. No tratamento com extensores, o mesmo pode ser dito, uma vez que a variação da acidez do soro para a mistura também se aproximou dos $\frac{2}{3}$, variando 70,7%, ou seja, de 0,205% para 0,145%.

4.6 Composição centesimal dos queijos

Os queijos recém-fabricados foram analisados para a obtenção de suas composições centesimais, conforme apresentado na Tabela 7.

Embora a concentração de sólidos totais da mistura contenha 40% mais proteína e 40% mais gordura que no leite padronizado, a análise de variância indicou não haver diferença estatisticamente significativa entre os teores de EST, e conseqüentemente de umidade, além dos outros constituintes nos queijos produzidos.

Estas pequenas variações nos percentuais das composições centesimais dos dois tratamentos, que não são estatisticamente significativas, podem ser resultantes da maior produção de queijos gerada no tratamento com extensores (3,96 kg contra 3,27 kg, em média) que, provavelmente, se deve à maior distribuição dos sólidos totais nos queijos deste tratamento. Isso, provavelmente, deve-se à capacidade de absorção de água do extensor protéico e ao auxílio da

TABELA 7 Composição centesimal dos queijos Minas frescal, com (CE) e sem (SE) extensores, após 1 dia das fabricações. Média de 6 repetições

	Percentuais (m/m)					
	EST	Umidade	Proteína	Gordura	RMF	Lactose
Com extensor	36,98	63,02	14,65	17,11	2,73	3,24
Sem extensor	38,57	61,43	15,70	17,21	2,71	2,96
Valores min. e max. (CE)	33,70-	59,50-	12,99-	15,00-	2,53-	2,34-
	40,50	66,30	16,19	19,25	3,16	4,22
Valores min. e max. (SE)	36,03-	63,97-	12,99-	15,00-	2,46-	1,15-
	42,70	57,30	19,61	19,00	3,25	486
Pr>Fc	0,3100	0,3100	0,3739	0,9098	0,9037	0,6697
Diferença %	4,3	4,3	6,44	0,6	0,7	9,5

EST – extrato seco total; RMF – resíduo mineral fixo

gordura também adicionada, que permitem estabilizar e distribuir mais uniformemente estes constituintes, igualando as composições.

Os teores de cloreto de sódio nos dois tratamentos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p = 0,1443$), tendo as médias dos tratamentos sem e com extensores apresentado teores respectivos de 0,84% e 1,01% (m/m).

Diversos fatores influenciam na absorção de sal no queijo, tais como: concentração de NaCl, teor de cálcio, temperatura e pH da salmoura, tempo de salga, tamanho, pH, teor de umidade e de gordura do queijo (Furtado, 1991 e Guinee & Fox, 1987). Como aconteceu salga em mesma salmoura nos dois tratamentos, também por estes resultarem em queijos de iguais composições, a igualdade do teor de sal se faz perfeitamente compreensível, demonstrando que os extensores não afetaram o teor de sal final dos queijos.

Um importante fator para determinar a absorção de sal pelo queijo é a umidade que, como foi igual estatisticamente, permitiu igual absorção nos dois tratamentos. Sendo assim, a maneira mais correta de expressar o teor de sal em queijos é pelo seu teor na umidade, ou seja, sal na umidade que, segundo Costa (2002), serve para padronizar o teor de NaCl em queijos, uma vez que este encontra-se solúvel na água do mesmo. A análise de variância indicou não haver diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ($p = 0,2164$), sendo as médias encontradas de 1,59% e 1,36% (m/m), para tratamentos com e sem extensores, respectivamente.

A legislação brasileira preconiza na padronização de queijos, não somente o teor de gordura, mas sim seu teor percentual em relação ao extrato seco, também chamado gordura no extrato seco (GES). O queijo Minas frescal é classificado como semi-gordo, podendo ter o teor de gordura variando entre 25,0% e 44,9% (m/m). Neste caso, os queijos apresentaram valores de 46,31% e 44,62% (m/m) nos tratamentos com e sem extensores. O teor de GES dos queijos com extensores excedeu em 3,1% esse limite, provavelmente, por causa do elevado teor de gordura da mistura que lhes deu origem.

O teor de umidade do queijo Minas frescal, segundo a legislação brasileira, que o classifica como de alta umidade, pode variar entre 46,0% e 54,9% (m/m). Quase sempre, os queijos encontrados no mercado excedem estes limites, apresentando, segundo Furtado (1999), de 55,0% até 62,0% (m/m) deste teor, uma vez que, em 90% das fabricações deste queijo, usa-se ácido láctico em substituição ao fermento láctico, que faz reter maior umidade na massa, no momento da enformagem, talvez sendo este o principal motivo de exceder o limite superior deste constituinte.

4.7 Acompanhamento da proteólise e pH durante a estocagem

Durante os 10 dias em que os queijos permaneceram estocados em câmara fria (5°C), foi feito o acompanhamento da proteólise e pH destes, em intervalos de 3 dias.

A análise de variância indicou diferença significativa entre os tratamentos ($p = 0,0009$) e tempos ($p = 0,0000$) para a relação percentual $NS_{pH4,6}/NT$ dos queijos. A interação tratamento x tempo não apresentou diferença significativa ($p = 0,9286$). O comportamento da proteólise durante a estocagem está ilustrado na Figura 7.

Quanto aos tratamentos, a diferença estatisticamente significativa encontrada deve ser creditada aos diferentes tipos de proteínas nos dois casos, uma vez que o extensor protéico WPC contém basicamente proteínas solúveis. Sendo assim, o maior teor de nitrogênio solúvel no tratamento com extensores

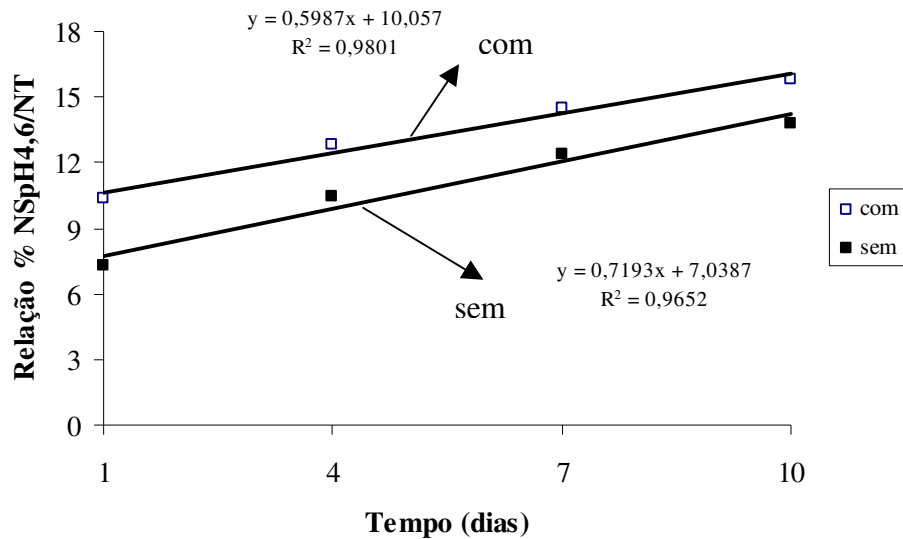


FIGURA 7 Evolução da proteólise dos queijos Minas frescal, com e sem extensores durante os 10 dias de estocagem em câmara fria.

desde o início da estocagem era esperado. O comportamento linear observado durante o todo o período de estocagem foi proporcional, ou seja, sempre maior nos queijos fabricados com extensores cujo teor de proteínas solúveis é maior. A interferência da umidade nesse processo proteolítico não foi efetiva, devido à semelhança entre estes teores nos dois tratamentos. As médias obtidas nos tratamentos com e sem extensores foram, respectivamente, 13,4% e 11,0% de extensão.

O aumento da relação $NS_{pH4,6}/NT$ dos queijos durante a estocagem era esperado, uma vez que as enzimas oriundas do coagulante, principalmente, vão quebrando a matriz caseínica e produzindo peptídeos, na maioria das vezes, neste caso, de alta massa molecular, que são solúveis e vão aumentando seus teores em relação ao nitrogênio total dos queijos à medida que o tempo passa, conforme ilustrado na Figura 7.

Os resultados encontrados para os dois tratamentos no dia posterior à fabricação e ao longo dos 10 dias de estocagem, encontram-se acima daqueles verificados por Wolfschoon Pombo & Lima (1989) em queijo Minas frescal produzido com ácido láctico, assim como neste experimento. Eles detectaram em D+1, 5,8% de $NS_{pH4,6}/NT$ e 10,9%, ao final de 2 semanas. Segundo estes mesmos autores, quando se produz o queijo com fermento láctico, a tendência é obter valores de extensão maiores durante toda a estocagem, devido à capacidade das enzimas do “starter” de atacarem as caseínas no queijo e convertê-las em produtos nitrogenados solúveis, independentemente dos produtos de degradação residual do coagulante.

Em queijos fabricados com fermento láctico, as proteases destes atuam sobre os peptídeos liberados, principalmente após a ação do coagulante, o que se traduz em maiores índices de extensão do que queijos fabricados com ácido.

A análise de variância indicou não haver diferença significativa no pH dos queijos dos dois tratamentos ($p = 0,5735$), assim como na interação

tratamento x tempo ($p = 0,8401$). Já o tempo de estocagem, diferenciou-se significativamente ($p = 0,0247$), sendo este comportamento, ilustrado na Figura 8, esperado uma vez que o queijo Minas frescal apresenta diminuição de pH, à medida que avança o tempo de estocagem. As médias encontradas nos tratamentos foram 6,20 para aquele com extensores e 6,14 para o processo tradicional.

Quando se trata de fabricação com adição de ácido lático em queijo Minas frescal em substituição ao fermento, como ocorreu neste caso, Furtado (1999) relata que o pH no início situa-se, em média, entre 6,3 e 6,5, como aconteceu com os dois tratamentos, conforme demonstrado na Figura 8. Estes valores podem chegar até a 5,2, dependendo do grau de contaminação e das condições do local de comercialização. Como a embalagem dos queijos foi

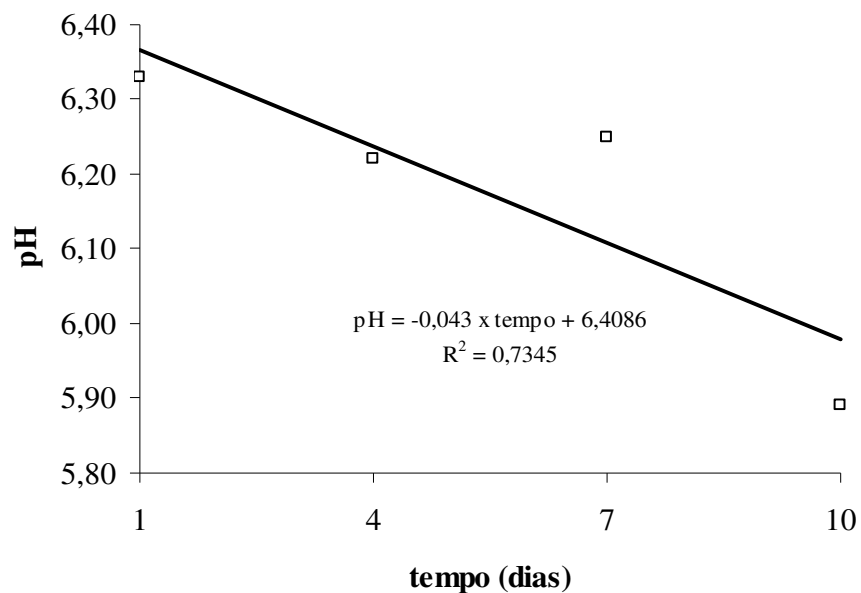


FIGURA 8 Evolução do pH dos queijos Minas frescal fabricados com e sem extensores, durante 10 dias de estocagem em câmara fria

a vácuo e os mesmos permaneceram em câmara fria durante os 10 dias de estocagem, estes valores não chegaram a abaixar tanto.

4.8 Dessoragem percentual durante a estocagem

A separação do soro é uma característica inerente ao queijo Minas frescal, uma vez que o mesmo apresenta uma série de características em sua tecnologia de fabricação que contribuem para tal.

A dessoragem percentual refere-se à massa de soro perdida durante a estocagem, em relação à massa do queijo.

Segundo a análise de variância, não há diferença estatisticamente significativa ($p = 0,8495$) entre as dessoragens médias dos dois tratamentos, ao longo dos 10 dias de estocagem. A média encontrada para o tratamento com extensores foi de 2,22% (m/m) de soro, enquanto que, no processo tradicional, esta atingiu 2,16% (m/m). A média geral foi 2,19% (m/m).

Quanto ao tempo, este demonstrou ser diferente estatisticamente ($p = 0,0000$), como pode ser visualizado na Figura 9. A interação tratamento x tempo de estocagem não foi diferente estatisticamente ($p = 1,0000$).

4.9 Rendimento das fabricações

Diversas são as formas de expressar o rendimento em fabricações de queijos, dentre elas a técnica, seja pelos métodos empírico ou técnico, coeficiente GL, econômica ou mesmo por produção ajustada.

4.9.1 Rendimento técnico – método empírico

O rendimento técnico considera os dados de composições físico-químicas do leite (ou mistura), soros e queijos obtidos.

Dentre as formas de se obter rendimento técnico, tem-se o método empírico, que considera os teores de gordura do soro, coletado 15 minutos após

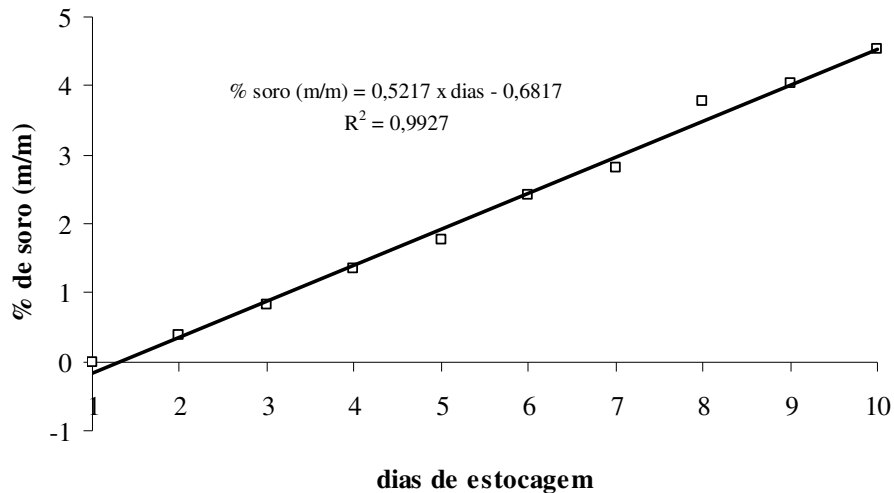


FIGURA 9 Dessoragem percentual dos queijos durante o período de 10 dias de estocagem em câmara fria (5°C)

o corte da coalhada e de gordura do leite, para se calcular a perda percentual deste constituinte na fabricação. Neste caso, a análise de variância indicou diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ($p = 0,0052$), com 39,90% com extensores e 21,47% pelo processo tradicional. A diferença entre os dois tratamentos foi de 85,84%, o que é considerável, uma vez que a diferença entre estes constituintes nos leites era de 40%, o que demonstra dificuldade de reter a gordura na massa do queijo, quando seu teor no leite é muito elevado. A comprovação deste fato pode ser verificada também pelo alto teor de gordura no soro do tratamento com extensor, em relação ao processo tradicional.

4.9.2 Perdas de gordura e proteína no soro – método técnico

Quando se parte para o método técnico, ou seja, aquele que considera produção obtida, densidade do leite e soro, teores de gordura do leite e soro e,

ainda, a quantidade de leite, a análise de variância indicou também diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ($p = 0,0096$), com 32,86% de perda de gordura no soro no processo com extensores e 18,40% naquele tradicional, o que difere em 78,59% os dois tratamentos. A média geral neste método foi 25,63%. Nota-se, assim, que houve diminuição de 21,4% do método técnico para o empírico no tratamento com extensores e de 16,7% no processo tradicional.

Da mesma forma que se calcula a perda de gordura no soro pelo método técnico, pode-se também calcular as perdas de outro importante constituinte do leite no soro, a proteína. No caso da proteína, a análise de variância indicou diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ($p = 0,0132$), sendo as médias encontradas para as fabricações com e sem extensores correspondem a 34,36% e 25,22%, respectivamente. Esta diferença na perda de proteína de 36,24%, entre os dois tratamentos, também pode ser explicada da mesma forma que a da gordura, ou seja, pelo excesso deste constituinte no leite, que dificulta a aglomeração, causando menor aproveitamento quando o teor é aumentado de forma significativa.

4.9.3 Coeficiente GL

O coeficiente GL mede o aproveitamento final de sólidos no queijo em relação a cada litro de leite trabalhado e é assim denominado por causa da unidade empregada para se expressar os resultados, ou seja, g/L dos sólidos totais por litro de leite trabalhado (Furtado, 1999).

Por este método de simples aplicação e de grande eficiência, a análise de variância indicou diferença estatisticamente significativa entre o uso de extensores e o processo tradicional de fabricação ($p = 0,0132$). No primeiro caso, a média foi de 68,98 g/L de sólidos totais aproveitados e, no segundo, esta foi de 59,16 g/L, com diferença percentual entre os tratamentos de 16,60%.

Embora a diferença entre os teores de proteína e gordura nos dois processos de fabricação fosse de 40%, este método também revelou a dificuldade que há em segurar os sólidos na coalhada e, conseqüentemente, no queijo, devido ao significativo aumento percentual destes constituintes da mistura em relação ao leite padronizado.

4.9.4 Rendimento em L/kg

O rendimento econômico, que segundo Furtado (1999) é amplamente utilizado pela indústria, é aquele monitorado pelos queijeiros para o controle do processo e medir o desempenho da fabricação. É dado em litros por kg, ou seja, considera o volume de leite gasto para se fabricar um kg de queijo.

Sendo assim, a análise de variância indicou diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos com e sem extensores, para o rendimento econômico antes ($p = 0,0294$) e após ($p = 0,0309$) a salga dos queijos. Com extensores, a média encontrada foi de 5,39 L/kg de queijo produzido, contra 6,59 pelo processo tradicional, antes da salga. A diferença percentual foi de 22,3% mais leite para fazer a mesma quantidade de queijo sem os extensores.

Já após a salga, este rendimento médio atingiu 5,36 e 6,55 L/kg, nos tratamentos com e sem extensores, respectivamente, o que resulta em 22,2% de diferença.

A perda de massa do queijo durante o processo de salga em salmoura, segundo Luquet (1993), pode variar de 2% até 4% da massa inicial. A análise de variância indicou não haver diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ($p = 0,7989$) para variação de massa dos queijos pela salga em salmoura. No tratamento com extensores, a massa aumentou 26,7g, enquanto que, no processo tradicional, este aumento foi de 23,3g. Estes valores são insignificantes, pois referem-se a 0,67% e 0,71% da massa dos queijos com e sem extensores, respectivamente.

4.9.5 Produção ajustada

No dia-a-dia de uma fábrica de queijos, segundo Furtado (1999), por melhor que seja o controle de qualidade da matéria-prima e do processo de fabricação, é muito difícil a obtenção de queijos de diferentes lotes de produção com a mesma composição físico-química. Isso dificulta a análise comparativa do rendimento de cada fabricação, por isso, uma boa maneira de se padronizar a produção para determinar o rendimento é ajustá-la para um teor de umidade padrão, que pode ser para um valor de acordo com a legislação vigente ou mesmo por um padrão interno da fábrica.

A produção em L/kg ajustada (A) dos queijos obtidos nos tratamentos com e sem extensores apresentou diferença estatisticamente significativa segundo indicou a análise de variância ($p = 0,0152$). Neste caso, foi adotado o valor máximo de umidade permitido para o queijo Minas frescal, que é de 54,9% (m/m). As médias destes dois tratamentos foram, respectivamente, 6,58 e 7,68 L/kg (A). Sendo assim, a diferença entre os tratamentos foi de 1,10 L/kg (A) a mais no processo tradicional ou 16,72% a mais de litros de leite, para se obter um quilo de queijo com umidade padrão de 54,9% (m/m) de umidade.

Outro caso analisado foi adotando a umidade padrão média de acordo com o recomendado por Furtado & Lourenço Neto (1994), que é de 56,5% (m/m), uma vez que estes autores recomendam de 55% a 58% (m/m) de teor de umidade para o queijo Minas frescal. Quando se adota este valor médio, a análise de variância também indica diferença estatisticamente significativa ($p = 0,0136$), sendo que, desta vez, os valores médios com e sem extensores são, respectivamente, 6,43 e 7,64 L/kg (A). A diferença, neste caso, foi de 1,21 L/kg (A), com percentual 18,82% desta vez, ou seja, ligeiramente maior do que quando se adota o padrão da legislação, que apresenta valor máximo de umidade abaixo da realidade da produção do queijo Minas frescal.

Os resultados médios encontram-se nas Figuras 10 e 11.

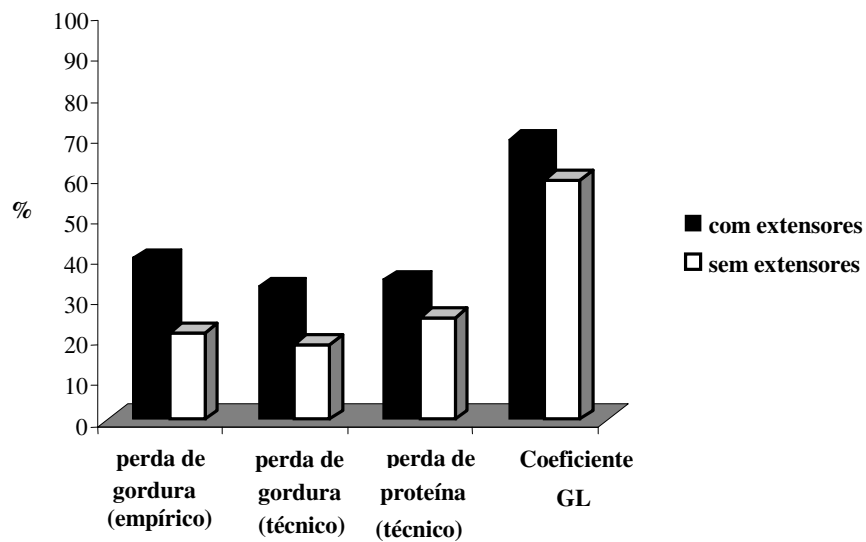


FIGURA 10 Efeito comparativo de diferentes formas de cálculo de perdas em fabricações e aproveitamento (coeficienteGL) dos queijos Minas frescal, com e sem extensores

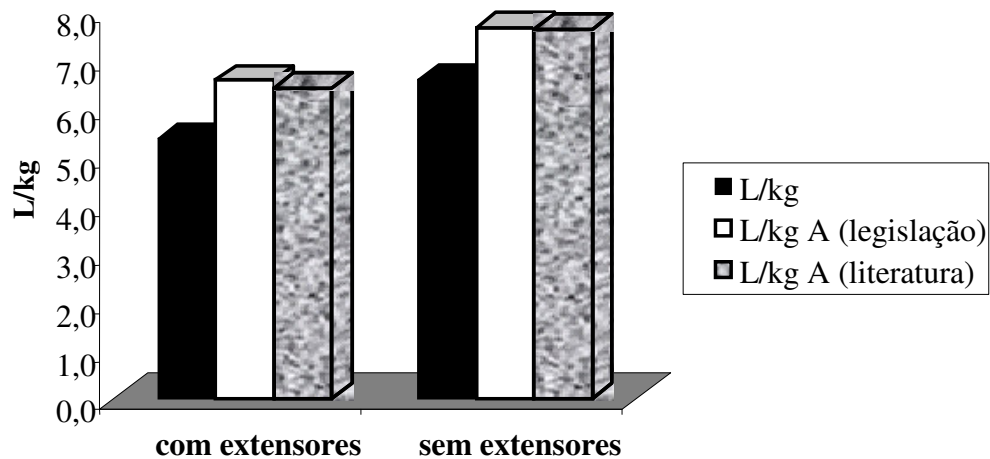


FIGURA 11 Efeito comparativo de diferentes formas de cálculo de rendimento em fabricações de queijos Minas frescal, com e sem extensores

4.10 Aspectos sensoriais

Os resultados obtidos na análise sensorial por ADQM e teste de aceitação encontram-se a seguir.

4.10.1 Cor

Para o atributo cor, a análise de variância indicou diferença significativa ($p = 0,0029$) entre os tratamentos, tendo o escore médio atribuído pelos provadores treinados aos queijos com extensores sido de 12,73, enquanto que, para aqueles fabricados pelo processo tradicional, foi 13,03, numa escala de 15 pontos.

Os resultados da avaliação da cor no período de estocagem estão ilustrados na Figura 12.

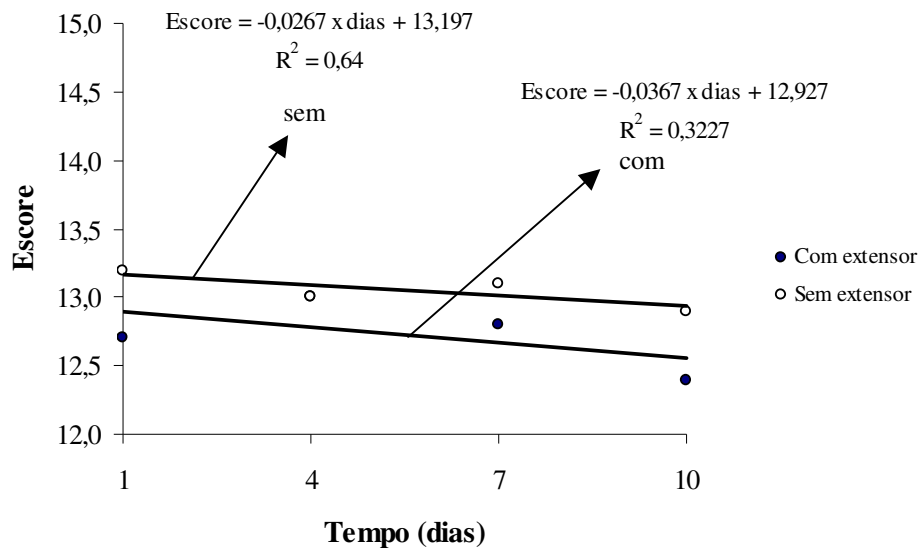


FIGURA 12 Evolução dos escores médios de cor dos queijos Minas frescal com e sem extensores, durante 10 dias de estocagem em câmara fria

Esta pontuação maior refere-se à maior aproximação da chamada coloração típica. A possível causa dessa diferença de cores dos queijos pode ser explicada pelas adições de creme e concentrado protéico, que alteram a coloração desde o momento em que são adicionados ao leite de fabricação, apresentando uma intensidade mais escura, refletindo também nos queijos produzidos. Segundo a legislação, o queijo Minas frescal deve apresentar coloração típica esbranquiçada e, sendo assim, qualquer variação de intensidade tende a diminuir o escore atribuído na ADQM.

Conforme o tempo de estocagem vai avançando, os queijos não têm alteradas suas colorações ($p = 0,0588$), assim como os tratamentos e os tempos, que não interagem significativamente ($p = 0,2051$).

4.10.2 Textura

Para a textura, a análise de variância indicou diferença significativa ($p = 0,0010$) entre os tratamentos, tendo o escore médio atribuído pelos provadores treinados para esta atributo, nos queijos com extensores, sido de 12,45, enquanto que para aqueles fabricados pelo processo tradicional, foi de 12,94 em escala de 15 pontos, em que a extremidade maior da escala representa a textura típica do queijo Minas frescal. O comportamento da textura dos queijos durante a estocagem está apresentado na Figura 13.

Este atributo é mais difícil de ser percebido em queijo Minas frescal, uma vez que o mesmo não é pré-prensado e prensado, o que permite textura mais heterogênea, aberta e com olhaduras mecânicas distribuídas no seu perfil. Os teores mais elevados de proteínas na mistura dificultaram a coagulação, refletindo provavelmente em pior compactação e homogeneização da massa, de modo que ela se diferenciou daquelas fabricadas pelo processo tradicional.

Quanto ao tempo de estocagem, a análise de variância também indicou diferença significativa ($p = 0,0044$), à medida que os queijos permaneceram

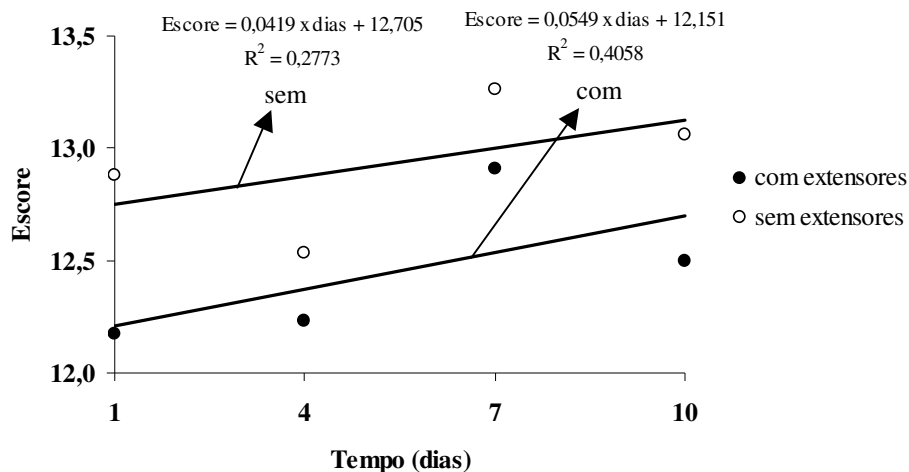


FIGURA 13 Evolução dos escores médios de textura dos queijos Minas frescal com e sem extensores, durante 10 dias de estocagem em câmara fria

estocados. A textura não se altera muito durante os primeiros dias de estocagem, sendo os escores bem próximos nesse período, porém, ao final do período os provadores atribuíram escores maiores. As prováveis explicações para este aumento nos escores da textura são a dessoragem e a proteólise, que vão avançando com o tempo e melhorando a adesividade, a firmeza e a elasticidade da massa.

Durante o período de estocagem, ocorrem várias mudanças que podem ser importantes no desenvolvimento da textura, como a estrutura e a composição que se tornam mais uniformes, particularmente nos estágios iniciais, devido à fusão dos grãos de coalhada e à redução dos gradientes de sal, umidade e pH; a perda de água dos queijos, seja por evaporação e pelo avanço da sinérese (especialmente próximo às extremidades) e devido à proteólise e a maturação

implica principalmente no rompimento da rede de paracaseinato. O queijo é formado por uma estrutura básica que pode ser modificada durante a maturação. Esta estrutura é afetada, principalmente, pela variação de pH e umidade, além das frações protéicas formadas durante a proteólise. A textura de um queijo está diretamente relacionada à estrutura básica e é influenciada, principalmente, pelo pH e pela taxa de caseína intacta presente na massa (Creamer & Olson, 1982; Lawrence et al., 1983; Lawrence et al., 1987).

A análise de variância indicou que a interação tratamento x tempo de estocagem não foi estatisticamente significativa ($p = 0,7474$).

4.10.3 Consistência

Para o atributo consistência, a análise de variância indicou diferença significativa ($p = 0,0010$) entre os tratamentos, sendo 11,76 e 12,40 os escores médios atribuído pelos provadores treinados aos queijos com e sem extensores, respectivamente, em escala de 15 pontos, em que a extremidade com maior valor indica consistência típica do queijo Minas frescal e não consistência mais dura. O comportamento da consistência está ilustrado na Figura 14.

Esta diferença já era esperada, uma vez que, durante a fabricação, já se notava a maior fragilidade da coalhada no tratamento com extensores. O excesso de proteína e gordura em relação ao processo tradicional pode ser a explicação para esta menor firmeza, pois, segundo Visser (1991), a consistência depende da composição do queijo, notadamente dos teores de umidade, gordura e sal, do pH e da degradação de proteínas. No caso do extensor protéico, o WPC, boa parte das proteínas já se encontra solúvel devido às suas origens.

O tempo de estocagem de 10 dias não foi capaz de alterar significativamente a consistência dos queijos ($p = 0,3000$), embora houvesse proteólise, perda de soro e outros fatores que colaboram para a alteração, como acontecem em queijos maturados, porém, o curto período de estocagem,

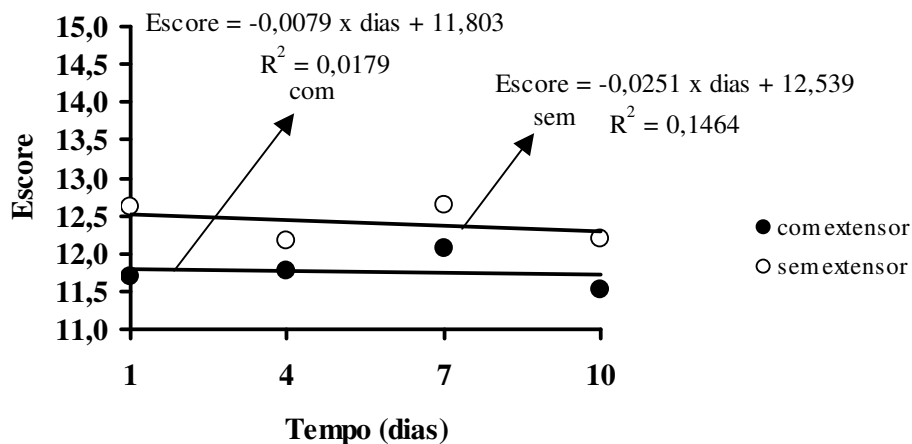


FIGURA 14 Evolução dos escores médios de consistência dos queijos Minas frescal com e sem extensores durante 10 dias de estocagem em câmara fria

provavelmente, contribui para a manutenção da consistência em ambos os processos. Os escores médios atribuídos para consistência ao longo dos 10 dias de estocagem variaram de 11,86 a 12,35.

A interação tratamento x tempo também não foi estatisticamente significativa ($p = 0,7921$), segundo indicou a análise de variância.

4.10.4 Sabor

Para este atributo, assim como aconteceu nos ensaios antes do experimento, o uso de extensores não foi, na opinião dos julgadores treinados, capaz de alterar significativamente o sabor ($p = 0,2854$). O comportamento médio do sabor ao longo da estocagem pode ser observado na Figura 15.

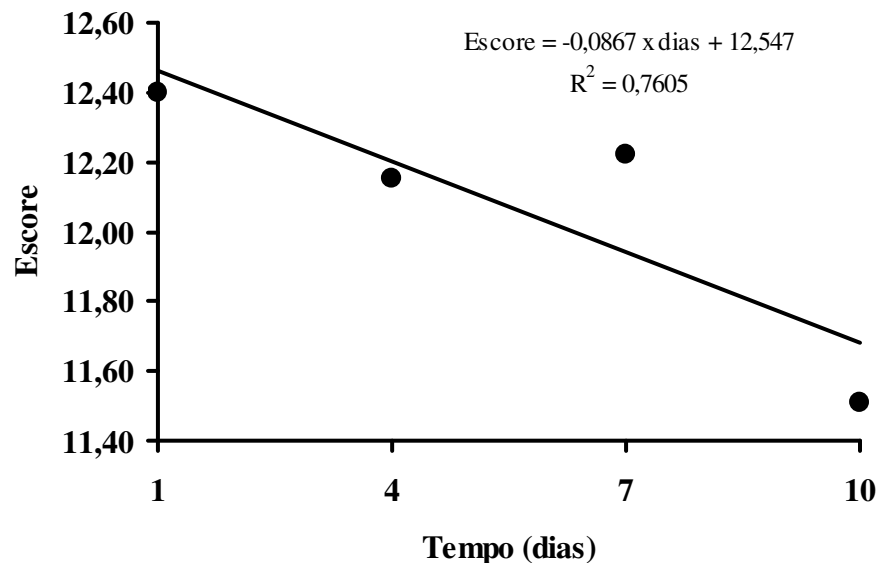


FIGURA 15 Evolução do escore médio de sabor dos queijos Minas frescal durante 10 dias de estocagem em câmara fria.

Os escores médios atribuídos aos tratamentos com e sem extensores foram 11,98 e 12,17, respectivamente, em escala de 15 pontos, cuja extremidade máxima representa o sabor típico do queijo Minas frescal. O sabor residual, principalmente do concentrado protéico, poderia ser um empecilho à adoção dos extensores nas fabricações de queijos, descaracterizando-os e tornando-os menos atrativos aos consumidores. Isso não aconteceu na opinião dos provadores, talvez pelo fato do alto teor protéico do WPC, que permite reduzir bastante a quantidade empregada na fabricação, num mesmo nível de extensão, quando comparado a outros concentrados anteriormente testados e que resultaram em queijos com sabores atípicos.

Como esperado, durante a estocagem, os julgadores perceberam alteração significativa ($p = 0,0027$) no sabor, com o mesmo se alterando,

tendendo ao atípico e acentuando-se, resultando em queda no escore. Essa alteração foi caracterizada pela elevação da acidez dos queijos, devido ao tempo de estocagem, pois, como utilizou-se ácido láctico em substituição ao fermento, o pH inicial deveria estar em torno de 6,3-6,5, segundo Furtado (1999). Isso conferiu aos queijos sabor bastante suave, tendo os escores, nos primeiros dias, não sido inferiores a 12,0 pontos, nos dois tratamentos. O pH, que segundo o mesmo autor pode reduzir-se a 5,2-5,4, no final da estocagem, por causa de contaminação e das condições de comercialização, foi o fator que mais contribuiu para a piorar o sabor. Porém, neste caso especificamente, o pH atingiu 5,89 e não valores tão baixo, uma vez que os queijos se mantiveram constantemente em câmara refrigerada a 5°C e embalados a vácuo, garantindo melhor qualidade.

Outro aspecto citado por alguns provadores no período final da estocagem foi o gosto amargo que, como preconiza Furtado (1999), não é considerado defeito comum, mas pode se manifestar e ser mascarado pela acidificação rápida que o caracteriza. É um problema mais freqüente quando se fabrica o queijo sem fermento, como foi o caso neste experimento, por não apresentar abundância de bactérias lácticas e havendo atuação de peptidases do coalho e acúmulo de peptídeos de massas moleculares baixas e mais hidrofóbicos, que geram o gosto amargo em queijos.

Quanto à interação tratamento x tempo, a análise de variância não indicou diferença significativa ($p = 0,9284$).

4.10.5 Teste de aceitação

No teste de aceitação, realizado logo após a fabricação dos queijos com provadores não treinados, porém, consumidores potenciais, a análise de variância indicou diferença significativa ($p = 0,0000$) entre os tratamentos, tendo os escores médios para aqueles com e sem extensores, sido respectivamente, de 6,95 e 7,66 pontos em escala de 9 pontos. A ilustração do teste de aceitação está

apresentada na Figura 16.

Embora a aceitação dos consumidores, em média, tenha sido pelo queijo Minas frescal fabricado pelo processo tradicional, esta diferença pode ser considerada pequena (0,71 pontos), além do fato de, na 2ª repetição, o escore superior ter sido atribuído ao processo com extensores. O atributo que mais afetou os escores foi a consistência, conforme relatado por muitos consumidores, como mais macia nos queijos com extensores. O sabor foi pouco comentado pelos consumidores, provavelmente pela similaridade entre eles, constatada pelos provadores treinados.

Alguns consumidores comentaram a diferença de teor de sal nos pedaços de 2,5 cm³ que lhes foram apresentados para o consumo. A instrução foi não julgar por este aspecto, pois, ao partir os queijos para o teste, o consumidor escolhe o pedaço desejado, que pode vir a ser da extremidade que conseqüentemente, apresenta maior teor de sal que pedaços provenientes do

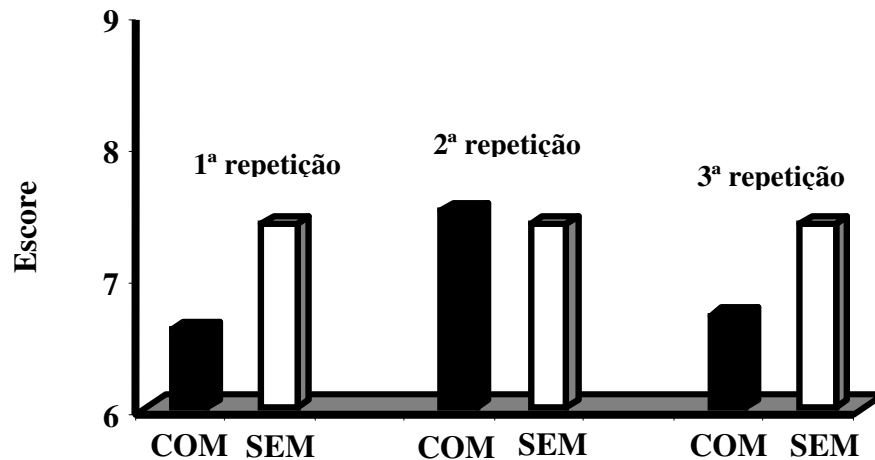


FIGURA 16 Escores médios dos queijos Minas frescal recém-fabricados com e sem extensores, nas 3 repetições

interior, principalmente por se tratar de queijo Minas frescal recém-fabricado, em que o sal ainda não se difundiu uniformemente no produto todo.

4.11 Aspectos econômicos

O estudo da viabilidade econômica foi feito comparativamente nos processos tradicional e com uso de extensores, conforme ilustrado na Tabela 8.

Comparando-se os custos nos dois processos em questão, a análise econômica indicou que o custo de produção médio de queijos Minas frescal, no processo tradicional é de R\$4,08/kg, enquanto que, naquele com extensores, o valor chega a R\$5,61/kg. Esta diferença é de 37,5% nos custos. Nas duas situações, os dados referem-se a valores médios, obtidos a partir das produções alcançadas, somente de custo industrial, ou seja, sem impostos e custos comerciais.

Os custos de insumos, ingredientes, embalagens, industriais e administrativos são muito parecidos, uma vez que os processos em si não apresentam diferenças no que se refere à fabricação dos queijos e sim nas suas quantidades produzidas. A diferença existente nos processos está na matéria-prima, uma vez que, com o uso dos extensores, devem-se considerar, além do leite padronizado, creme de leite e concentrado protéico para a mistura, enquanto que, no processo tradicional, somente leite padronizado.

Fazendo uma simulação de custos iguais nos dois processos, estes chegariam a R\$11,50 quando o preço do leite atingisse o valor R\$1,57/kg. Estes valores estão muito fora da realidade do mercado de lácteos brasileiro. Segundo informações de mercado, o queijo Minas frescal varia pouco seu preço nos períodos de safra e entressafra, atingindo 8%, em média.

TABELA 8 Estudo comparativo dos custos nos processos de fabricação de queijo Minas frescal pelos processos tradicional e com extensores

Custos	Custos dos processos em Reais (R\$)	
	Tradicional	Extensores
1. Matéria-prima	434,00	839,32
2. Insumos e ingredientes	2,66	2,66
3. Embalagens	72,82	88,18
4. Custos industriais e administrativos	158,91	158,91
<i>Sub-total</i>	668,39	1089,08
Receita		
1. Geração de subprodutos (soro)	-52,63	-64,50
<i>TOTAL</i>	615,76	1024,57
Produção	150,923 kg	182,755 kg
Preço por kg de queijo produzido*	4,08	5,61

* sem impostos e sem custos comerciais

O custo do extensor de proteínas (WPC) contribuiu bastante para elevar o preço do processo com extensor, uma vez que é cotado em dólar americano, por ser produto importado. A variação do preço do WPC é pouca, uma vez que o preço é controlado pelo mercado internacional, que o torna mais estável.

5 CONCLUSÕES

O WPC 80 foi o melhor extensor protéico, com nível de extensão de 40% para a fabricação de queijos Minas frescal.

Os extensores não possibilitaram diferenças significativas nas composições centesimais dos queijos Minas frescal e em suas dessoragens percentuais.

A relação percentual $NS_{pH4,6}/NT$ dos queijos com extensores foi maior que no processo tradicional, durante os 10 dias de estocagem, porém, o pH dos queijos não diferiu com o uso dos extensores, diminuindo durante a estocagem.

Os rendimentos econômicos (L/kg) da fabricação de queijos com extensores, antes e após a salga, foram 22,3% e 22,2% maiores, respectivamente, que no processo tradicional.

A perda de gordura no soro no processo com extensores apresentou-se 85,84% maior que no processo tradicional, pelo método empírico, enquanto que, pelo técnico, a diferença diminui para 78,59%, com perda de proteína por este método, 36,24% superior.

O aproveitamento de sólidos totais da mistura foi 16,6% maior que do leite padronizado, enquanto que a produção ajustada (L/kg A) para o teor máximo de umidade permitido pela legislação brasileira (54,9%) foi 16,72% maior no processo com extensores, da mesma forma que para com o teor médio de umidade recomendado pela literatura (56,5%), que foi 18,82%.

Nos aspectos sensoriais dos queijos, cor, textura e consistência no processo sem extensores diferiram daquelas do processo tradicional, tendo a textura também se alterado na estocagem, assim como o sabor dos queijos, porém, este último não diferiu entre os processos.

Os consumidores atribuíram maior escore aos queijos tradicionais, tendo a consistência sido o aspecto mais relevante na opinião deles.

O uso de extensores no Brasil apresenta viabilidade tecnológica, desde que em épocas de entressafra ou mesmo quando a indústria precisar aumentar a produção para ganhar um mercado e ou cliente, em condições de menor fornecimento de leite.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de extensores no Brasil pode ser viável em período de entressafra, quando a indústria tem menor oferta de leite e o consumo se mantém estável, quando programas sociais forem adotados ou mesmo em épocas em que uma determinada indústria ganha um novo mercado e ou cliente e precisa aumentar e manter significativamente sua produção por determinados períodos. É o que acontece com o iogurte, no qual se emprega leite em pó, o que, mesmo fazendo aumentar o custo, eleva a produção em momentos de necessidade. Assim como os extensores, apresenta viabilidade tecnológica e garante a produção exigida num determinado período.

Sugere-se o estudo da viabilidade técnica e econômica, para a produção de concentrados protéicos em indústrias brasileiras com o intuito de diminuir custos, aumentar a produção e permitir maior competitividade do setor de lácteos no país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- AMERICAN DRY MILK INSTITUTE – ADMI. **Standards for grades of dry milk including Methods of analysis**. Chicago, 1971. (Bulletin, n. 916).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJOS – ABIQ. **Produção brasileira de produtos lácteos e estabelecimentos sob inspeção federal**. São Paulo. 2006. Não paginado.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 14. ed. Arlington:Sidiney Willians, 1984. 1141 p.
- BALLINGER, K. Padronização e extensão de queijo com proteínas de leite. Seminário Tecnológico do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”. Juiz de Fora. p. 51-59. 2001a.
- BALLINGER, K. Queijo fresco sem soro (processo sem utilização de ultrafiltrador). In: SEMINÁRIO TECNOLÓGICO DO INSTITUTO DE LATICÍNIOS “CÂNDIDO TOSTES”, 2001, Juiz de Fora. p. 44-49. 2001b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos. Instrução Normativa SDA Nº22**, de abr. de 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Queijos**. Portaria nº146 de 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Queijos**. Portaria nº352 04 de setembro de 1997.
- CHERREY, G. Os leites reconstituídos para fabricação de queijos. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 33, n. 199, p. 39-45, set./out. 1978.

CHR. HANSEN IND. E COM. LTDA. **Informativo ha-la biotec – divisão laticínios**. Valinhos, 2003a. n. 50.

CHR. HANSEN IND. E COM. LTDA. **Informativo ha-la biotec – divisão laticínios**. Valinhos, 2003b. n. 51.

CREAMER, L. K.; OLSON Rheological evaluation of maturing Cheddar cheese. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 17, n. 2, p. 631-636, 646, 1982.

COSTA, L. C. G. **Influência da pasteurização do leite pelos sistemas de placas e de ejetor de vapor, nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais do queijo Prato**. 2002. 132 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

COSTA JÚNIOR, L. C. G. **Influência da relação caseína/gordura nas características físico-químicas e sensoriais do queijo Prato**. 1997. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CUNHA, C. R.; SPADOTI, L. M.; ZACARCHENCO, P. B.; VIOTTO, W. H. Efeito do fator de concentração do retentado no rendimento de queijo minas frescal de baixo teor de gordura fabricado por ultrafiltração. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 76-81, jan./abr. 2002.

DUTRA, E. R. P. **Tecnologia de queijos**. Juiz de Fora: EPAMIG CT/ILCT, 2002.

FERREIRA, D. F. **Sisvar – Sistema de Análise de Variância**. Lavras: UFLA, 1999.

FURTADO, M. M. **A arte e a ciência do queijo**. São Paulo: Globo, 1991. 297 p.

FURTADO, M. M. Queijo Reino: alguns defeitos típicos. **Informativo Ha-la Biotec**, Valinhos, n. 46, p. 3, jul. 1998.

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

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

GUINEE, T. P.; FOX, P. F. Salt in cheese: physical, chemical and biological aspects. In: FOX, P. F. **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. London: Elsevier, 1987. v. 1, p. 251-297.

JONES, L. V.; PERYAM, D. R.; THURSTONE, L. L. Development of a scale for measuring soldiers food preferences. **Food Research**, Oxford, v. 20, n. 4, p. 512-520, Apr. 1955.

LAWRENCE, R. C.; CREAMER, L. K.; GILLES, J. Textura development during cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 70, n. 8, p. 1748-1760, Aug. 1987.

LAWRENCE, R. C.; GILLES, J.; CREAMER, L. K. The relation between cheese texture and flavour. **New Zealand Journal of Dairy Science and Technology**, Palmerston North, v. 18, p. 175-190, 1983.

LUQUET, F. M. **Leche y productos lacteos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1993. v. 2, 524 p.

MAGALHÃES, F. A. R. **Correlação entre medidas físico-química e sensoriais na avaliação de qualidade do queijo tipo Gorgonzola**. 2002. 89 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MILKNET: In: **Minas Frescal** – Disponível em: <<http://www.milknet.com.br>>. consultado em 15 mar. 2003.

NOVA LEGISLAÇÃO DE PRODUTOS LÁCTEOS. rev. ampl. e com. São Paulo: Editora Revista Indústria de Laticínios, 2002. 327 p.

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

PINHEIRO, F. **Associação Paranaense de Supermercado - APRAS - Supermix on line**. Disponível em: <<http://www.apras.org.br/supermix/geladeira.htm>>. Acesso em: set. 2002.

STONE, J. R.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOSLEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, Chicago, v. 28, n. 11, p. 24-34, Nov. 1974.

VISSER, J. Factors affecting the rheological and fracture properties of hard and semihard cheese. **IDF – Annuel Bulletin**, Guyancourt, v. 268, p. 49-61, 1991.

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

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Simulação de custos de queijo Minas frescal fabricado pelo processo tradicional com leite a preço de mercado.....	73
TABELA 2A	Simulação de custos de queijo Minas frescal fabricado pelo processo com uso de extensores com leite a preço de mercado.....	74
TABELA 3A	Simulação de custos de queijo Minas frescal fabricado pelo processo tradicional com leite a preço fictício.....	75
TABELA 4A	Simulação de custos de queijo Minas frescal fabricado pelo processo com uso de extensores com leite a preço fictício.....	76

TABELA 1 A Simulação de custos de queijo Minas frescal fabricado pelo processo tradicional com leite a preço de mercado

Matéria-prima	Quantidade	R\$/unidade	Total
leite "in natura" plataforma	1.000	0,450	450,00
excedente mat. gorda	0,40%	4,000	16,00
Insumos e ingredientes			
ácido láctico	0,10	1,660	0,17
coalho	0,04	52,220	1,83
cloreto de cálcio	0,20	3,320	0,66
Embalagens			
saco plástico tamanho (180mm x 200mm)	377,31	0,193	72,82
Custos industriais e administrativos			
unidades industriais		0,054	54,11
unidades de apoio		0,021	20,96
administrativo e comercial		0,084	83,84
subtotal.....			R\$ 668,39
Geração de subprodutos			
soro	Volume	Teor de EST	kg sólidos
	806,6	7,83%	63,2
Crédito com a venda do soro	quantidade	R\$/unid.	total
	63,2	0,83	52,63
total.....			R\$ 615,76
Produção			
queijo Minas frescal		150,923	kg
Custo industrial unitário (*).....			R\$ 4,08

(*) custo industrial: sem impostos e sem custos comerciais

TABELA 2 A Simulação de custos de queijo Minas frescal fabricado pelo processo com uso de extensores com leite a preço de mercado

Matéria-prima	Quantidade	R\$/unidade	Total
leite "in natura" plataforma	961,70	0,450	432,76
creme de leite (66% gordura)	20,84	2,640	55,03
WPC	17,46	21,015	66,92
excedente mat. gorda	0,40%	4,000	15,39
Insumos e ingredientes			
ácido láctico	0,10	1,660	0,17
coalho	0,04	52,220	1,83
cloreto de cálcio	0,20	3,320	0,66
Embalagens			
saco plástico tamanho(180mm x 200mm)	456,89	0,193	88,18
Custos industriais e administrativos			
unidades industriais		0,054	54,11
unidades de apoio		0,021	20,96
administrativo e comercial		0,084	83,84
subtotal.....			R\$ 668,39
Geração de subprodutos			
soro	Volume	Teor de EST	kg sólidos
	776,4	9,97%	77,4
Crédito com a venda do soro	quantidade	R\$/unid.	total
	77,4	0,83	64,50
total.....			R\$ 1024,57
Produção			
queijo Minas frescal		182,755	kg
Custo industrial unitário (*).....			R\$ 5,61

(*) custo industrial: sem impostos e sem custos comerciais

TABELA 3 A Simulação de custos de queijo Minas frescal fabricado pelo processo tradicional com leite a preço fictício

Matéria-prima	Quantidade	R\$/unidade	Total
leite "in natura" plataforma	1.000	1,570	1570,00
excedente mat. gorda	0,40%	4,000	16,00
Insumos e ingredientes			
ácido láctico	0,10	1,660	0,17
coalho	0,04	52,220	1,83
cloreto de cálcio	0,20	3,320	0,66
Embalagens			
saco plástico tamanho(180mm x 200mm)	377,31	0,193	72,82
Custos industriais e administrativos			
unidades industriais		0,054	54,11
unidades de apoio		0,021	20,96
administrativo e comercial		0,084	83,84
subtotal.....			R\$ 1788,39
Geração de subprodutos			
	Volume	Teor de EST	kg sólidos
soro	806,6	7,83%	63,2
Crédito com a venda do soro	quantidade	R\$/unid.	total
	63,2	0,83	52,63
total.....			R\$ 1735,76
Produção			
queijo Minas frescal		150,923	kg
Custo industrial unitário (*).....			R\$ 11,50

(*) custo industrial: sem impostos e sem custos comerciais

TABELA 4 A Simulação de custos de queijo Minas frescal fabricado pelo processo com uso de extensores com leite a preço de mercado

Matéria-prima	Quantidade	R\$/unidade	Total
leite "in natura" plataforma	961,70	1,570	1509,86
creme de leite (66% gordura)	20,84	2,640	55,03
WPC	17,46	21,015	66,92
excedente mat. gorda	0,40%	4,000	15,39
Insumos e ingredientes			
ácido láctico	0,10	1,660	0,17
coalho	0,04	52,220	1,83
cloreto de cálcio	0,20	3,320	0,66
Embalagens			
saco plástico tamanho(180mm x 200mm)	456,89	0,193	88,18
Custos industriais e administrativos			
unidades industriais		0,054	54,11
unidades de apoio		0,021	20,96
administrativo e comercial		0,084	83,84
subtotal.....			R\$ 2166,18
Geração de subprodutos			
soro	Volume	Teor de EST	kg sólidos
	776,4	9,97%	77,4
Crédito com a venda do soro	quantidade	R\$/unid.	total
	77,4	0,83	64,50
total.....			R\$ 2101,67
Produção			
queijo Minas frescal		182,755	kg
Custo industrial unitário (*).....			R\$ 11,50

(*) custo industrial: sem impostos e sem custos comerciais

