INFLUÊNCIA DA COAGULAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS DO QUEIJO TIPO MINAS MATURADO - MOMENTO DO CORTE

JOSÉ LEONARDO ETORE DO VALLE

Orientador: ANTONIO JOAQUIM DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

1983

A Deus

agradeço

Aos meus pais

dedico

A minha esposa e filhas

ofereço

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização do trabalho e, em especial:

- À Diretoria do Instituto de Tecnologia de Alimentos-ITAL, em permitir e apoiar a realização deste trabalho;

- Ao Professor Dr. Antonio Joaquim de Oliveira, pela segura orientação, estímulo e compreensão demonstrados durante a realização deste trabalho;

- À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, pelo auxílio financeiro na elaboração da Tese e concessão da bolsa de Pós-Graduação;

- Ao Corpo Docente e funcionários do Departamento de Tecnologia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz";

- Aos colegas e funcionários da Seção de Leite e Produtos Derivados do Instituto de Tecnologia de Alimentos pelo apoio e sugestões;

- Ao Químico Iovaldo Bueno de Figueiredo pelo valioso auxílio prestado quanto às análises químicas;

- À Carmen Silvia Barros Penteado, pelos serviços de datilografia.

INDICE

Página

RESUMO

SUMMARY

1. INTRODUÇÃO 01

2. REVISÃO DE LITERATURA 04

3. MATERIAIS E MÉTODOS 12

3.1. Materiais 12

3.1.1. Matéria-prima 12

3.1.2. Coalho 13

3.1.3. Microrganismos 13

3.1.4. Compostos Químicos 13

3.2. Métodos 13

3.2.1. Amostragem 13

3.2.2. Análises 14

3.2.2.1. pH 14

3.2.2.2. Acidez 14

3.2.2.3. Umidade 14

3.2.2.4. Proteína 14

3.2.2.5. Lactose 15

3.2.2.6. Densidade do Leite 15

3.2.2.7. Gordura 15

Página

3.2.2.8. Extrato Seco Total 15

3.2.2.9. Cloreto de Sódio 16

3.2.2.10. Indice de Maturação 16

3.2.2.11. Análise Sensorial 16

3.2.3. Processamento dos Queijos 18

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 21

4.1. Composição físico-química e avaliação organoléptica 21

4.2. Dessoragem, rendimento e maturação 32

5. CONCLUSÕES 37

6. LITERATURA CITADA 39

INFLUÊNCIA DA COAGULAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS DO QUEIJO TIPO MINAS MATURADO - MOMENTO DO CORTE

Candidato: José Leonardo Etore do Valle

Orientador: Antonio Joaquim de Oliveira

RESUMO

O queijo Minas é de origem tipicamente nacional, bastante conhecido e apreciado em todo o país, produzido em um grande número de usinas, principalmente nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, locais onde encontram-se as maiores produções de leite. Apesar da sua grande importância, pouca referência bibliográfica é encontrada em relação à tecnologia da sua fabricação.

O intuito do presente trabalho foi o de estudar o efeito da coagulação nas características físico-químicas e organolépticas do queijo Minas maturado e correlacioná-las com dessoragem, maturação, composição físico-química, rendimento e textura.

Os resultados deste estudo permitem as seguintes conclusões:

- o manuseio adequado da coalhada, bem como o corte efetuado com precisão e no momento oportuno, são fatores

importantes para a obtenção de um maior rendimento na fabricação do queijo Minas maturado;

- o corte realizado com atraso prejudica as características organolépticas desse tipo de queijo, sendo a textura, uma das características que foi mais afetada;

- o presente trabalho mostrou, por outro lado, que o momento de corte da coalhada não afetou a composição físico-química do queijo Minas maturado;

- o corte da coalhada no ponto correto é fator importante na padronização da tecnologia para a elaboração do queijo Minas maturado.

THE INFLUENCE OF COAGULATION IN THE CHARACTERISTICS OF RIPENED MINAS CHEESE - THE CURD CUTTING TIME

Author: José Leonardo Etore do Valle

Adviser: Antonio Joaquim de Oliveira

SUMMARY

Minas cheese is from brazilian origin, well known and appreciated in the whole country. This kind of cheese is produced in a large number of plants mainly in São Paulo and Minas Gerais states which are the major milk producers. In despite of its great importance, very few references are found in relation to its technology of manufacturing.

The objective of this work was to study the influence of coagulation in the physico-chemical and organoleptics characteristics of ripened Minas cheese and at the same time stablish a correlation with properties such as: whey draining, ripening, texture, yield and physico-chemical composition.

From the results obtained the following conclusions may be withdrew:

- the correct handling of the curd as well the cutting operation with accuracy at the right moment are

important features to achieve the best yield;

- a delay of the cutting operation may affect the organoleptics characteristics as well the texture of the product;

- by the other hand this work revealed that the cutting operation at the right moment did not affect physico--chemical composition of Minas cheese;

- the cutting operation at the right moment is an important feature in the standardization of technology to the manufacture of Minas cheese.

1. INTRODUÇÃO

O queijo é um dos alimentos que costuma fazer parte da nossa alimentação devido ao seu alto valor nutritivo, sabor agradável e ao grande número de variedades existentes. A sua produção vem crescendo significativamente em nosso país conforme indicam as estatísticas, e no ano de 1981, a produção brasileira alcançou um total de 157.333 ton. No mercado brasileiro de queijos, dentre os vários tipos produzidos, o tipo Minas ocupa o 3º posto.

O queijo Minas apesar da sua grande importância e de ser o tipo mais conhecido entre nós, não tem sido muito estudado e pouca referência bibliográfica é encontrada em relação à tecnologia de sua fabricação, a qual originou-se de fabricações caseiras, passando mais tarde à escala industrial. Ainda

hoje, considerando-se a sua grande produção, os fatores que a controlam, não são bem conhecidos. Trata-se de um queijo de pasta macia, obtido pela coagulação do leite, através da ação do coalho de origem bovina, seguido de prensagem para a eliminação do soro. A sua maturação é relativamente curta, em torno de 20 dias, ao final da qual, apresenta-se macio, amanteigado, textura homogênea, pequenas olhaduras de formato irregulares e bem distribuídas, sabor ligeiramente ácido, bastante agradável, de coloração branco-creme, formato cilíndrico, com faces planas e bordos retos.

Este tipo de queijo é produzido em um grande número de usinas espalhadas por quase todo o país, especialmente nos Estados de Minas Gerais e São Paulo, onde se concentram as maiores produções de leite. Apesar dos avanços tecnológicos já alcançados em algumas etapas de sua fabricação, ainda são aplicados conhecimentos ditados pela "tradição" e dentre estes, os relativos ao processo da coagulação.

Há alguns fatores que influem sobremaneira no processo da coagulação e dentre estes, segundo ROSSI (1977), destacam-se a temperatura, acidez, aquecimento do leite, sais presentes, quantidade de coalho, etc., os quais vão afetar a obtenção do coágulo e por conseguinte do queijo, com as características desejadas.

Através de uma pré-maturação do leite empregado na fabricação do queijo, pode-se conseguir uma coagulação mais

rápida e a coalhada torna-se mais consistente e menos desmineralizada e o queijo pode ficar mais plástico. Uma coagulação rápida pode originar uma coalhada dura, enquanto que a lenta permite obtê-la macia e suave, devendo-se, também, considerar-se outros fatores que intervêm no fenomêno em questão.

O intuito do presente trabalho foi o de estudar o efeito da coagulação nas características físico-químicas e organolépticas do queijo Minas maturado e correlacioná-las com dessoragem, maturação, composição físico-química, rendimento e textura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A proteína do leite é um composto orgânico dos mais complexos e o seu peso molecular é bastante elevado, alcançando valores de até 500.000. Os métodos eletroforéticos e os cromatográficos, o microscópio eletrônico, a ressonância nuclear magnética, tem permitido revelar a sua composição e estrutura, colocando ao alcance dos pesquisadores, maiores informações. Sabe-se hoje, que a caseína é o principal constituinte nitrogenado do leite e apresenta-se no seu estado normal composta por fosfocaseinato de cálcio e por quantidades razoáveis de sódio, magnésio, potássio e radicais cítricos.

As substâncias nitrogenadas do leite podem ser divididas em cinco frações:

- caseína
- globulina
- albumina
- proteases-peptona
- nitrogênio não protéico

Considerando-se a proteína total como 100, teremos, segundo ZANNONI (1979), a seguinte distribuição média percentual:

		%
Caseína		78
α_s	31,2	
β	23,4	
κ	11,7	
Constituintes menores	11,7	
Proteínas do soro		17
β-lactoglobulina	8,56	
α-lactoalbumina	3,74	
albumina do soro	0,86	
imunoglobulina	2,14	
proteases-peptona	1,70	
Nitrogênio não protéico		5

Uma das características mais notáveis da caseína é a sua grande heterogeneidade. Segundo ALAIS (1970), 85% da caseína é constituída por proteínas de reação ácida definida, destacando-se:

- caseína α, sensível ao cálcio seja qual for a temperatura;
- caseína β, sensível ao cálcio à temperatura ambiente;
- caseína κ, insensível ao cálcio.

O cálcio, elemento que figura na composição das diferentes frações da caseína, é indispensável à formação das micelas. A forma micelar representa cerca de 90% da caseína, enquanto que 5 - 10% estão presentes na forma de monômeros ou pequenos agregados, conhecidos como caseína solúvel.

Os elementos fósforo e cálcio desempenham importante função no equilíbrio das micelas de caseína. Diversos agentes como, por exemplo, o coalho podem romper este equilíbrio, que é bastante frágil, causando a precipitação das micelas e por conseguinte a coagulação do leite.

A literatura sobre coagulação e fabricação de queijos é bastante volumosa, mas poucas referências encontram-se sobre o queijo em estudo.

O processo da coagulação tem influência nas

características físicas, químicas e organolépticas da coalhada obtida e, portanto, do queijo. As características do produto final podem ser controladas pela coagulação; esta pode ocorrer das seguintes formas:

- coagulação enzímica, utilizando, normalmente, coalho de origem bovina ou de origem microbiana, sendo o de origem animal o mais utilizado;

- coagulação ácida pela acidificação do leite até o ponto isoelétrico da caseína (pH = 4,6).

O tipo e características do queijo vai depender do método da coagulação empregado. A ácida é utilizada para produzir queijos frescos predominando as fermentações na sua superfície, enquanto que a enzímica é a mais empregada, principalmente nos queijos maturados. A enzima mais utilizada na coagulação do leite é a quimosina, princípio ativo do coalho. Segundo HARPER e KRISTOFFERSEN (1956), a sua função primordial é a de coagular a caseína, mas a sua atividade proteolítica continua durante o processo de maturação.

O fenômeno da coagulação apesar de ser intensivamente estudado desde o início do século, ainda continua obscuro, não totalmente conhecido, face, principalmente, à sua complexidade. Opiniões contraditórias e numerosas hipóteses tem sido formuladas e não conseguem, ainda, explicar e justificar toda a série de fenômenos que ocorrem durante a coagulação.

Os primeiros estudos sobre coagulação datam do final do século passado, por volta do ano de 1870. Naquela época considerava-se a caseína um corpo perfeitamente homogêneo, composta por uma única substância e facilmente separável através da precipitação ácida, processo ainda hoje utilizado industrialmente na obtenção dessa proteína. O fenômeno da coagulação consiste de duas fases, sendo que na primeira ocorre um desdobramento da molécula da caseína pelas enzimas presentes no coalho, e na segunda, ocorre a formação de um gel sob a influência de íons divalentes, principalmente de cálcio (Ca^{++}).

Desde que o coalho contém outras enzimas, o problema não pode ser efetivamente estudado antes que este fosse finalmente purificado e cristalizado por BERRIDGE (1945) e também antes que os componentes da caseína fossem identificados e caracterizados. Nos últimos anos os trabalhos de BERRIDGE (1954), PYNE (1955), BURUIANA e FOSTIPOROL (1956), WHEELOCK e KNIGHT (1969), PAYENS (1966), CHEESEMAN e JEFFCOAT (1970), DOUILLARD (1973), GUTHY e NOVAK (1977) reativaram o assunto, indicando que a primeira ação do coalho é a quebra da κ-caseína em pequenos peptídeos resultando um produto mais sensível aos íons de cálcio, e também de acordo com as hipóteses de LAHAV e BABAD (1964) e FUENTE e ALAIS (1975), o qual coagula com as frações β e γ caseínas imutáveis.

A ação do coalho sobre a caseína pode ser representada sob a forma esquemática:

fosfocaseínato de cálcio + coalho (solúvel)	⟶	*fosfoparacaseínato de cálcio + proteases (insolúvel) (solúvel)*

BEAU (1941) apresentou a sua hipótese sobre o assunto afirmando que a quimosina despolimerisa o complexo caseína, liberando os grupamentos carboxilas, aminas e fosfóricos. Produz-se de uma parte, uma combinação entre os grupamentos carboxilas e os íons de cálcio e de outra parte, os grupamentos oxidrilas fosfóricas e os amimicos, resultando um polímero, a paracaseína, de grande peso molecular e de estrutura organizada e tridimensional.

Segundo a teoria da desnaturação proposta por BERRIDGE (1942) a quimosina exerce uma ação protetora sobre o complexo fosfo-cálcio-caseína hidrolisando certas ligações químicas na estrutura original da caseína, produzindo moléculas metaestáveis e desnaturadas. Estas moléculas muito reativas, iniciam um processo autocatalítico com reações em cadeia, resultando polipeptídeos reativos que se combinam entre si e também com as moléculas de caseína originais e as micelas formadas geleificam-se facilmente, originando um coágulo de estrutura reticular.

Durante o estudo do fenômeno da coagulação segundo ALAIS (1963), distinguem-se quatro etapas principais:

- reconhecimento da natureza enzímica da ação do coalho;

- provas de heterogeneidade da caseína e teoria do colóide protetor decomposto pelo coalho;

- clara distinção sobre a existência de fases no fenômeno da coagulação e estudo da reação primária (enzímica) com o auxílio do coalho cristalizado;

- concepção do substrato específico com a ajuda de novos trabalhos sobre o fracionamento da caseína (caseína x).

Embora não completamente explicado em face da complexidade do fenômeno, a ação do coalho sobre a caseína, segundo a opinião de JOLLÈS (1975), (ALAIS, 1974), WEEB E JOHNSON (1975), CHERYAN *et alii* (1975), KOWALCHYK e OLSON (1977) e BROWN (1983), pode ser subdividida em fases:

- na fase primária, ocorre uma hidrólise enzímica limitada da κ-caseína, fração esta conhecida como colóide protetor. Nesta fase a coagulação da κ-caseína não necessita de íons de cálcio e nem da temperatura normalmente utilizada na coagulação. Forma-se, inicialmente, um coágulo homogêneo e frágil, o qual poderá originar um precipitado fibroso se agitado;

- na fase secundária, intervém também as frações α e β caseínas, pois a hidrólise ocorrida na fase anterior

destrói a ação protetora da κ-caseína de estabilizar as micelas e há também necessidade da presença de íons de cálcio. As micelas instabilizadas juntam-se, forma-se o coágulo, sendo a lactose, proteínas séricas e gorduras ocluídas mecanicamente e ocorre o aparecimento da sinérese. Esta fase é muito sensível à ação do calor e à temperaturas menores que 15°C a coagulação praticamente não ocorre, sendo esta a base para a coagulação contínua, empregada para alguns tipos de queijos;

- na fase terciária, ocorre uma proteólise lenta dos constituintes da caseína.

O fenômeno da coagulação, seja enzímica ou ácida, é comum a todos os tipos de queijos. Sabe-se que a coagulação tem influência marcante nas propriedades e composição físico-química do queijo obtido e no queijo Minas este fenômeno tem sido muito pouco investigado, e quase não se encontra referências na literatura sobre este queijo, que é sem dúvida o tipo mais difundido em todo o país e de origem tipicamente nacional.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

3.1.1. Matéria-prima

Como matéria-prima foi utilizado leite tipo "B", apresentando as seguintes características físico-químicas:

Densidade	1.028-1.032
pH	6,4-6,6
Gordura (%)	3,2-3,5
Acidez (^{o}D)	15-18
Extrato Seco Total (%)	12-12,5
Proteína (%)	3,3-3,4
Lactose (%)	4,8-5,0

3.1.2. Coalho

O coalho utilizado foi o do tipo líquido, de origem animal, encontrado no comércio.

3.1.3. Microrganismos

O fermento do tipo BD constituído por cepas de *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus lactis* var. *diacetylactis* e *Leuconostoc cremoris*.

3.1.4. Compostos Químicos

Foram também utilizados nos processamentos:

- Cloreto de cálcio: solução a 50%

- Cloreto de sódio: sal moído industrial

Os processamentos foram realizados na Usina Piloto do Instituto de Tecnologia de Alimentos - (ITAL) - Campinas-SP.

3.2. Métodos

3.2.1. Amostragem

As amostras do leite, do soro e produto em processamento foram retiradas do tanque de fabricação, após uma agitação para uniformização da amostra.

No caso dos queijos, as amostras foram cortadas em forma de cunha, maceradas em gral até uniformização, segundo as Normas Britânicas (BRITISH STANDARD'S INSTITUTION, 1974).

3.2.2. Análises

3.2.2.1. pH

O pH do leite, soro e queijo foi determinado pelo potenciômetro Metrohm Herisau (FURTADO, 1975).

3.2.2.2. Acidez

A acidez do leite e a do soro foi determinada em graus Dornic e a da massa e dos queijos, em porcentagem de ácido láctico (AOAC, 1970).

3.2.2.3. Umidade

O teor de umidade dos queijos foi determinado em estufa a 100-105°C, pelo método de pesagem até peso constante (FURTADO, 1975, PINTO e HONBRAKEN, 1976).

3.2.2.4. Proteína

Os teores de nitrogênio do leite, soro e queijo foram determinados pelo método de Kjeldahl e a proteína bruta calculada multiplicando-se o nitrogênio total pelo fator 6,38 (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1962).

3.2.2.5. Lactose

Os teores de lactose no leite, soro e queijo foram determinados pelo método gravimétrico de Munson-Walker (AOAC, 1970).

3.2.2.6. Densidade do Leite

A densidade do leite foi determinada a 15°C, utilizando-se termolactodensímetro de Quevene (FURTADO, 1975).

3.2.2.7. Gordura

Os teores de gordura no leite, no soro e no queijo foram determinados pelo método volumétrico de Gerber (WALTER, 1967). A gordura no extrato seco (GES) dos queijos (FURTADO, 1975), foi calculada através da fórmula:

$$GES = \frac{\%\ \text{de gordura}}{\%\ EST} \times 100$$

3.2.2.8. Extrato Seco Total

No leite foi calculado pelo Disco de Ackermann, baseando-se nas determinações de gordura e densidade (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976). No soro e queijo (FURTADO, 1975), determinou-se pela diferença:

$$EST = 100 - \text{Umidade}$$

3.2.2.9. Cloreto de Sódio

A porcentagem de sal no queijo, pelo método de Volhard modificado (AOAC, 1970).

3.2.2.10. Indice de Maturação

O índice de maturação dos queijos (I.M.) foi determinado pela relação dos teores de proteínas totais (Pt) e proteínas solúveis (Ps); (SCHIMIDT-HEBBEL, 1956).

$$I.M. = \frac{Ps}{Pt} \times 100$$

3.2.2.11. Análise Sensorial

Foram avaliadas as características, teor de sal, acidez, aroma, cor, textura e aparência das amostras de queijos obtidos, com uma equipe formada por 6 provadores, sendo os queijos cortados no momento das análises. O modelo da ficha de avaliação sensorial é mostrada a seguir.

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Características	Escala de Avaliação			
	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
Teor de sal				
Acidez				
Aroma				
Cor				
Textura				
Aparência				

3.2.3. Processamento dos Queijos

Os queijos foram processados seguindo-se o fluxograma geral de operações descriminados:

Recepção do Leite
↓
Pasteurização
↓
Resfriamento
↓
Adição de Coadjuvantes
↓
Coagulação
↓
Corte
↓
Agitação
↓
Pré-Prensagem
↓
Dessoragem
↓
Enformagem
↓
Prensagem
↓
Salga
↓
Maturação

Na recepção, o leite foi caracterizado quanto à sua composição físico-química.

A pasteurização foi realizada a 62°C durante 30 minutos. Após resfriamento a 32°C, adicionou-se:

- cloreto de cálcio: 50mℓ de solução a 50% para 100 litros de leite;

- fermento: do tipo BD, ao nível de 1% em relação ao volume de leite;

- coalho: do tipo líquido suficiente para coagular, em aproximadamente, 50 a 60 minutos.

A temperatura de coagulação foi de 32°C e o corte realizado com liras tamanho nº 1, ou seja, 1cm de aresta.

A agitação, iniciada 10 minutos após o corte, foi do tipo lenta.

A massa após a pré-prensagem foi colocada em fôrmas plásticas com dessoradores, obtendo-se os queijos com peso aproximado de 1kg.

A prensagem foi realizada durante 18 horas com 14kg e 21kg de peso por quilograma de massa.

A salga foi realizada em salmoura, apresentando esta, as seguintes características:

- temperatura: 12°C
- % de sal: 22% de NaCl
- duração: 20 horas

A maturação com 18 - 21 dias de duração, em câmara a 12 - 15°C, os queijos raspados e lavados quando necessários e virados diariamente para melhor uniformização durante a maturação. A umidade relativa das câmaras, embora estas não dispusessem de controle automático para a sua manutenção, foi da ordem de 80 a 85%.

Os experimentos, em número de seis, foram realizados nos seis primeiros meses de 1982, utilizando-se 300 litros de leite em cada tanque, obtendo-se 35 a 40 queijos com peso aproximado de 1kg.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Composição físico-química e avaliação organoléptica

Em relação à composição físico-química do queijo Minas, os valores encontrados por CASTRO E MESQUITA (1949), ROGICK (1944) e SOUZA (1960), foram diferentes, indicando que este produto apresenta uma variação acentuada nas suas características físico-químicas conforme pode-se observar na Tabela 1.

TABELA 1. Composição físico-química média do queijo tipo Minas maturado.

Composição		Segundo ROGICK	Segundo CASTRO e MESQUITA	Segundo SOUZA
Umidade	(%)	38,30	35,85	43,00
Gordura	(%)	32,00	27,82	26,80
Proteína	(%)	24,40	30,80	25,40
Cinzas	(%)	4,10	4,29	4,80
Cloreto de sódio	(%)	2,45	2,02	2,3

Segundo SOUZA (1960), o queijo Minas nacional, é maturado, prensado e salgado, e classificado como de pasta macia e gordo, pois apresenta, no extrato seco, um teor de gordura compreendido entre 45% e 50%, com a seguinte composição físico-química média:

Umidade 43,0%

Gordura 26,8%

Gordura no Extrato Seco 47,0%

Proteínas 25,4%

Cloreto de Sódio 2,3%

Resíduo Mineral 2,5%

Ácido Láctico 1,6%

O autor recomenda para este tipo de queijo, prensagem da ordem de 20kg de pressão por quilograma de massa durante 16 horas. Processamentos preliminares empregando-se pressões da ordem de 14kg e 21kg por quilograma de massa durante 18 horas, levaram-nos à obtenção de queijos com as composições médias expressas na Tabela 2.

TABELA 2. Resultados médios das análises físico-químicas dos queijos após 2 dias de fabricação.

Determinações	Valores	
	Prensagem de 14kg/kg de massa	Prensagem de 21kg/kg de massa
pH	5,1	5,1
Acidez (% ác. láct.)	0,8 - 1,0	0,8 - 1,0
Umidade (%)	42,21	39,66
Gordura (%)	29,55	31,50
Cloreto de Sódio (%)	1,20	1,31
Lactose (%)	0,47	0,58
Cinzas (%)	3,13	3,28

Analisando-se os resultados da Tabela 2, pode-se concluir que a melhor prensagem para obtermos o queijo

Minas dentro das características físico-químicas segundo os autores ROGICK (1944), CASTRO e MESQUITA (1949) e SOUZA (1960), foi a de 14kg de pressão por quilograma de massa durante 18 horas.

Para se obter queijos de boa qualidade e de acordo com a tecnologia, a coalhada deve ser cortada tão logo atinja o ponto, sendo este reconhecido pela facilidade com que a massa desprende-se da cuba de fabricação após ser levemente pressionada, apresentar-se com a superfície brilhante e nítida e exsudação de um soro límpido após o corte (KEATING,1965). A coagulação do leite é um processo pelo qual as micelas da caseína agregam-se para formar uma rede contínua, a qual engloba a gordura e retém a água. Desde que a rigidez estrutural do gel aumenta, um tempo ótimo tem que ser determinado para cortar a massa. Um corte antes do tempo causa rompimento da frágil coalhada durante esta operação e subsequente agitação e, também, a força adicional e as pressões durante o corte de um coágulo firme, podem resultar na sua quebra.

Portanto, para se controlar e regular a saída da umidade da coalhada e por conseguinte do queijo, torna-se necessário fazer o corte da mesma no ponto correto, e após submetê-la à agitação e prensagem.

A coalhada retém gordura, proteínas, microrganismos e uma parte do soro e seus constituintes. Uma coagulação

rápida torna os grãos da coalhada duros, o que não é desejável para o queijo Minas, enquanto que a lenta permite obtê-la macia e com demora a contrair-se. Portanto, é de importância para a obtenção do queijo dentro das suas características, o tempo total da coagulação.

No caso do queijo Minas, segundo a opinião de SOUZA (1960) e BONASSI (1973), a duração da coagulação deve ser aproximadamente entre 50 a 60 minutos, valores estes obtidos nos processamentos realizados. Quando é ultrapassado o momento de cortar a massa, após esta já ter atingido o ponto, há formação de gotas de soro na superfície, as quais vão aumentando em número, indicando a contração da massa, que vai tornando-se progressivamente mais consistente, com alterações na umidade final e consistência do queijo. Como a umidade influi no teor de lactose, ocorre também, alterações na acidez do queijo, parâmetro importante na qualidade e aceitação do produto final. Cortar a massa após esta já ter atingido o ponto é uma prática comum na fabricação de queijos, principalmente em nosso país. Quando o corte da massa é efetuado com atraso, a coalhada torna-se compacta, de textura fechada e pouco porosa, e por conseguinte, a dessoragem é mais difícil e morosa.

Partindo-se de leite com a mesma composição físico-química, foram realizados dois processamentos. Em um deles procedeu-se o corte da coalhada no momento correto e no outro, o corte foi feito com 15 minutos de atraso em relação ao ponto

ótimo de se cortar a massa. Os resultados obtidos após dois (2) dias da fabricação, encontram-se nas Tabelas 3 e 4.

TABELA 3. Resultados das análises físico-químicas dos queijos cortados no tempo ótimo, após 2 dias de fabricação.

Determinações		Valores extremos
pH		5,0 - 5,1
Acidez (% ác. láct.)		0,8 - 1,0
Umidade	(%)	40,0 - 42,0
Extrato Seco	(%)	58,0 - 60,0
Gordura	(%)	28,0 - 30,0
Gordura no Extrato Seco	(%)	48,3 - 50,0
Cloreto de Sódio	(%)	1,3 - 1,5
Proteína Total	(%)	22,0 - 24,0
Lactose	(%)	0,5 - 0,6
Cinzas	(%)	3,1 - 3,2
Indice de Maturação	(%)	4,0 - 5,5

TABELA 4. Resultados das análises físico-químicas dos queijos cortados após 15 minutos do tempo ótimo (2 dias de fabricação).

Determinações	Valores extremos
pH	5,0 - 5,1
Acidez (% ác. láct.)	0,8 - 1,0
Umidade (%)	40,0 - 42,0
Extrato Seco (%)	58,0 - 60,0
Gordura (%)	28,0 - 30,0
Gordura no Extrato Seco (%)	48,3 - 50,0
Cloreto de Sódio (%)	1,3 - 1,5
Proteína Total (%)	22,0 - 24,0
Lactose (%)	0,5 - 0,6
Cinzas (%)	3,1 - 3,2
Indice de Maturação (%)	4,0 - 5,5

Pelos resultados expressos nas Tabelas 3 e 4, pode-se verificar que os valores encontrados para a umidade não

diferiram em ambos os processamentos, e também, por conseguinte, não ocorreram alterações percentuais de proteína, gordura e demais componentes. Os resultados expressos nas Tabelas 3 e 4, embora com algumas diferenças, devido à não padronização deste tipo de queijo, estão de acordo com os resultados da Tabela 1, a qual mostra a composição físico-química desta variedade de queijo, segundo alguns autores (ROGICK, 1944; CASTRO e MESQUITA, 1949; SOUZA, 1960). O teor de cloreto de sódio é diferente, devido ao fato deste sal ainda não estar difundido uniformemente na massa, fato este que ocorre após 25 dias de maturação.

Os queijos foram analisados de 7 em 7 dias até completarem o período de maturação, o qual é variável de 18 a 21 dias. Na literatura não há valores sobre índice de maturação desta variedade de queijo, mas sim sobre tempo de maturação em torno de 18 a 21 dias (SOUZA, 1960), valores estes que adotamos para considerar o queijo maturado. Após maturados, os queijos apresentaram as seguintes composições físico-químicas apresentadas nas Tabelas 5 e 6; aos 9 e 16 dias não houve alterações na composição físico-química dos queijos.

TABELA 5. Resultados das análises físico-químicas dos queijos cortados no tempo ótimo (21 dias de maturação).

Determinações		Valores extremos
pH		5,3 - 5,4
Acidez (% ác. láct.)		0,5 - 0,6
Umidade	(%)	39,0 - 40,0
Extrato Seco	(%)	60,0 - 61,0
Gordura	(%)	29,0 - 30,0
Gordura no Extrato Seco	(%)	48,3 - 49,2
Cloreto de Sódio	(%)	2,0 - 2,1
Proteína Total	(%)	22,5 - 24,5
Lactose	(%)	0,5 - 0,6
Cinzas	(%)	3,1 - 3,2
Indice de Maturação	(%)	10,0 - 12,0

TABELA 6. Resultados das análises físico-químicas dos queijos cortados após 15 minutos do tempo ótimo (21 dias de maturação).

Determinações		Valores extremos
pH		5,3 - 5,4
Acidez (% ác. láct.)		0,5 - 0,6
Umidade	(%)	39,0 - 40,0
Extrato Seco	(%)	60,0 - 61,0
Gordura	(%)	29,0 - 30,0
Gordura no Extrato Seco	(%)	48,3 - 49,2
Cloreto de Sódio	(%)	2,0 - 2,1
Proteína Total	(%)	22,5 - 24,5
Lactose	(%)	0,5 - 0,6
Cinzas	(%)	3,1 - 3,2
Indice de Maturação	(%)	10,0 - 12,0

Analisando-se os dados das Tabelas 5 e 6, verifica-se que o momento de corte da coalhada não afetou a composição físico-química do queijo Minas maturado, embora seja este um importante fator na padronização da tecnologia para obtenção desta variedade de queijos.

Pelos resultados das análises sensoriais expressas nas Tabelas 7 e 8, os queijos, cuja coalhada foi cortada no momento correto, obtiveram aceitação melhor no computo geral e dentre as características consideradas, a diferença foi marcante em relação à textura, indicando que um atraso no momento de se proceder o corte da massa, alterou a textura do queijo, tornando-a dura e consistente, o que sem dúvida, prejudica a sua aceitação pelo consumidor.

TABELA 7. Resultados da avaliação sensorial dos queijos cortados no tempo ótimo* (21 dias de maturação).

Características	Escala de Avaliação			
	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
Teor de sal	—	16,66	49,99	33,33
Acidez	—	16,66	49,99	33,33
Aroma	—	—	49,99	49,99
Cor	—	—	49,99	49,99
Textura	—	—	49,99	49,99
Aparência	—	—	49,99	49,99

*Porcentagem de provadores.

TABELA 8. Resultados da avaliação sensorial dos queijos cortados após 15 minutos do tempo ótimo* (21 dias de maturação).

Características	Escala de Avaliação			
	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
Teor de sal	—	16,66	49,99	33,33
Acidez	—	49,99	33,33	16,66
Aroma	—	—	49,99	49,99
Cor	—	—	49,99	49,99
Textura	16,66	49,99	33,33	—
Aparência	—	16,66	49,99	33,33

*Porcentagem de provadores.

4.2. Dessoragem, rendimento e maturação

Durante o corte da massa separa-se um subproduto da fabricação de queijos, ou seja, o soro, o qual é constituído por umidade, proteínas, gordura, sais minerais, etc. A análise do soro quanto à pH, acidez, proteína e gordura no corte e fases subsequentes da fabricação, tem sido realizada como meio de controle da qualidade do produto. A composição físico-química média porcentual do soro de queijo é a seguinte:

Umidade	93,5 - 94,0
Proteínas	0,8 - 1,0
Gordura	0,5 - 0,6
Lactose	4,9 - 5,0
Cinzas	0,49- 0,50

Além da caseína, que pode ser perdida devido a falhas no processamento, há as proteínas do soro, solúveis neste e o porcentual protéico total encontrado é da ordem de 0,8 a 1,0% em média.

Os porcentuais de proteína e gordura no soro são alguns dos parâmetros comumente utilizados para avaliar o rendimento de fabricação de queijos (MOCQUOT *et alii*, 1963; PORTMANN *et alii*, 1968; MAUBOIS *et alii*, 1970). Segundo OLSON (1977) em trabalhos realizados com o queijo tipo Cheddar, as perdas de gordura são da ordem de 10% em média do porcentual de gordura no leite, enquanto que as de caseína são de 4% do seu porcentual no leite, podendo ocorrer perdas adicionais se o leite não for coagulado apropriadamente ou por falhas no trabalho da coalhada. O soro ao sair da coalhada carrega os componentes solúveis: lactose, proteínas do soro, sais solúveis, nitrogênio não protéico e peptídeos liberados das micelas da caseína pela ação do coalho.

Nos experimentos realizados, os valores encontrados para proteína e gordura no soro, durante as várias etapas

da fabricação, são apresentados na Tabela 9.

TABELA 9. Porcentuais de proteína e gordura no soro durante as etapas de fabricação.

Etapas da fabricação	Queijos cortados no momento oportuno		Queijos cortados após 15' do momento oportuno	
	Proteína	Gordura	Proteína	Gordura
Corte	0,7 - 0,8	0,4 - 0,5	0,8 - 0,95	0,45 - 0,6
Final da agitação	0,7 - 0,8	0,4 - 0,5	0,8 - 0,95	0,45 - 0,6

Pelos dados apresentados na Tabela 9, verifica-se que as perdas de proteína e gordura foram menores nos queijos cortados no momento oportuno, indicando que o corte quando realizado corretamente possibilita um maior rendimento, visto ser estes componentes os principais responsáveis pelo extrato seco total dos queijos. Para esta variedade de queijo, os rendimentos obtidos nos vários processamentos realizados foram da ordem de 8,0 a 8,5 litros de leite para a obtenção de um (1) quilograma de queijo. Como consequência dos procedimentos adequados por ocasião da coagulação e corte, os porcentuais de proteína e gordura no soro ao final da agitação, também foram menores no queijo cortado no momento oportuno, mostrando que o corte e manuseio corretos da coalhada permitem que proteína e gordura permaneçam na massa, aumentando desta forma, o rendimento de fabricação.

Na literatura não se encontra valores sobre índice de maturação para esta variedade de queijo e os poucos dados para queijos nacionais são os de ROGICK (1951), o qual trabalhando com queijo tipo Prato encontrou valores para este índice de 4,2, 7,7 e 14,5% aos 2, 15 e 30 dias de maturação, respectivamente; o teor de umidade do queijo era de 40, 38 e 37% aos 2, 15 e 30 dias de maturação, respectivamente. FURTADO e LOURENÇO NETO (1979), ao estudarem a composição média do queijo Minas padronizado no mercado, encontraram para o índice de maturação 16,19% ± 4,49%, com valores extremos de 23,08 e 10,67%, mas os autores não conheciam o tempo de maturação dos queijos e o teor de umidade médio era da ordem de 43,94% com valores extremos de 40,29% e 45,70%.

Foram determinados os índices de maturação para o queijo em estudo e não houve diferenças entre os resultados obtidos para ambos os processamentos e também, provavelmente, devido ao curto período de maturação deste tipo de queijo, em torno de 18 a 21 dias, não foi possível constatar diferenças na evolução deste índice durante o processo de cura. O índice de maturação é uma relação porcentual existente entre a proteína total e a solúvel, e conforme pode-se observar nos valores expressos nas Tabelas 3 e 4, logo após a fabricação aos dois (2) dias, este índice, também conhecido como número de Duclaux, apresentou valores de 4,0 a 5,5%. Durante a maturação dos queijos, devido à degradação da caseína, ocorre o desdobramento do

nitrogênio total em formas de nitrogênio solúvel, e o índice aumenta progressivamente.

Conforme os resultados mostrados nas Tabelas 5 e 6, após vinte e um (21) dias de maturação, os valores encontrados para este índice foram de 10,0 a 12,0%.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos dos vários processamentos realizados, pode-se concluir que:

- O trabalho adequado da coalhada, bem como o corte efetuado com precisão e no momento correto, são fatores importantes para a obtenção de um maior rendimento na fabricação do queijo Minas maturado;

- O corte realizado com atraso prejudica as características organolépticas dessa variedade de queijo, sendo a textura, uma das características que foi mais afetada;

- O presente trabalho mostrou, por outro lado, que o momento de corte da coalhada não afetou a composição físico-química do queijo Minas maturado;

- O corte da coalhada no ponto certo é fator importante na padronização da tecnologia para a elaboração do queijo Minas maturado.

6. LITERATURA CITADA

ALAIS, C., 1963. L'Action de la présure sur la caséine. Le Lait, Paris, 43 (428): 481-488.

ALAIS, C., 1970. Science du Lait. Principes des techniques laitières. Paris, Imprimerie Paris, 807p.

ALAIS, C., 1974. Biochemie de la coagulation enzymatique du lait. Chimia, Zurich, 28 (10): 597-604.

AOAC, 1970. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 11 ed. Washington, 1015p.

BEAU, M., 1941. La caséine et la présure. Le Lait, Paris, 21 (204/206): 113-137.

BERRIDGE, N.J., 1942. The second phase of rennet coagulation. Nature, London, 149: 194-195.

BERRIDGE, N.J., 1945. The purification and crystallization of rennin. Biochem. J., London, 39: 179.

BERRIDGE, N.J., 1954. Rennin and the clotting of milk. Adv. in Enzymol., New York, 15: 423.

BONASSI, I.A., 1973. Estudos de Alguns Aspectos da Produção e Cura do Queijo tipo Minas. Botucatu, F.C.M.B.B., 101p. (Tese de Doutoramento).

BRITISH STANDARD'S INSTITUTION, 1974. Sampling of Cheese. British Standard's Institution, London, BS: 809, p. 12.

BROWN, R.J., 1983. El mecanismo de la coagulación de leche. Ind. Lacteas, Chicago, 32 (1): 10-16.

BURUIANA, L.M. e A. FOSTIPOROL, 1956. Sur le mécanisme de l'action coagulante de la chymosine. Le Lait, Paris, 36 (359/360): 593-600.

CASTRO, I.F. e M.Z. MESQUITA, 1949. Uniformização do Queijo Minas. 3ª ed. (Separata). Serviço de Informação Agrícola. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 7p.

CHEESEMAN, G.C. e J. JEFFCOAT, 1970. The interaction of bovine milk caseins with the detergent sodium dodecyl sulphate. I. The relationship between the composition and the size of the protein-detergent aggregate. J. Dairy Res., Reading, 37: 245-257.

CHERYAN, M.; P.J. van WIK; N.F. OLSON e T. RICHARDSON, 1975. Secondary phase and mechanism of enzymic milk coagulation. J. Dairy Sci., Champaign, 58: 477.

DOUILLARD, R., 1973. Rheological analysis of curd formation. J. of Text. Stud., Dordrecht - Holand, 4 (1): 158-165.

FUENTE, B.T. de la e C. ALAIS, 1975. Physico-chemical studies on the enzymatic coagulation of milk, Chimia, Zurich, 29: 379-383.

FURTADO, J.P., 1975. Análises Bromatológicas (Apostila). Universidade Federal de Juiz de Fora-MG., Brasil, 79p.

FURTADO, M.M. e J.P. de M. LOURENÇO NETO, 1979. Estudo rápido sobre a composição média dos queijos Prato e Minas no mercado. Bol. do Leite, Rio de Janeiro, Ano LI, nº 605: 4-10.

GUTHY, K. e G. NOVAK, 1977. Observations on the primary phase of milk coagulation by rennet under standardized conditions. J. Dairy Res., London, 44: 363-366.

HARPER, W.J. e T. KRISTOFFERSEN, 1956. Biochemical aspects of cheese ripening. J. Dairy Sci., Champaign, 39 (12): 1773-1775.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Vol. 1. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos, 2ª ed., São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 371p.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1962. Determination of the total nitrogen content of milk by the Kjeldahl Method. FIL - IDF, 20: 1-3.

JOLLÈS, P., 1975. Structural aspects of the milk clotting process. Comparative features with the blood clotting process. Moll. Cell. Biochem. The Hague, Netherlands, 7 (2): 73-85.

KEATING, P.F., 1965. Princípios Técnicos Generales de la Fabrication de Quesos. Cursos Regionales de Capacitación y Demonstration en Lecheria. Santiago, FAO, 77p. (Mimeografado).

KOWALCHYK, A.W. e N.F. OLSON, 1977. Effects of pH and temperature on the secondary phase of milk clotting by rennet. J. Dairy Sci., Champaign, 60: 1256-1259.

LAHAV, E. e Y. BABAD, 1964. Action of rennin on α-, β- and γ--caseins. J. Dairy Res., London, 31 (1): 31-39.

LEITE e Produtos Lácteos sob Inspeção Federal - S.I.F. - Brasil - 1981, 1982. Bol. do Leite, Rio de Janeiro, Ano LIV, (648): 3.

MAUBOIS, J.L.; G. RICORDEAU e G. MOCQUOT, 1970. Étude des rendiments en fromagerie de Camembert et de Saint-Paulin. Le Lait, Paris, 50 (497): 351-372.

MOCQUOT, G.; E. BLANC-PATIN; M. SAINCLIVER; P. ROUSSEAUX e R. JEUNET, 1963. Relation entre la teneur du lait en matière azotée et les poids de fromage obtenu. Ind. Lait., Paris, 203: 269-276.

OLSON, N.F., 1977. Factors affecting cheese yields. Dairy Ind. Intern., London, 42 (4): 14-19.

PAYENS, T.A.J., 1966. Association of caseins and their possible relation to structure of the casein micelle. J. Dairy Sci., Champaign, 49 (11): 1317-1324.

PINTO, M.E. e A. HONBRAKEN, 1976. Metodos de Analisis Quimicas de Leche e Produtos Lacteos. Centro Regional de Capacitación en Lecheria de FAO. Santiago, Chile.

PORTMANN, A.; A. PIERRE e P. VEDRENNE, 1968. Relation entre teneur en matière grasse et azotée du lait de chèvre et rendement en fromage. Rev. Lait. Franc., Paris, 251: 97-101.

PYNE, G.T., 1955. The Chemistry of Casein: A Review of the literature. Dairy Sci. Abstr., London, 17: 532.

ROGICK, F.A., 1944. Estudos sobre a tecnologia do queijo Minas. Revta. Ind. Anim., São Paulo, 7 (3 e 4): 81-98.

ROGICK, F.A., 1951. Estudos sobre a tecnologia do queijo Prato. Bol. Ind. Anim., São Paulo, 12: 131-148.

ROSSI, G., 1977. La Coagulazione del Latte. *In:* Manuale di Tecnologia Casearia. Bologna, Italia, Edagricole, p. 233-242.

SCHIMIDT-HEBBEL, H., 1956. Alimentos Proteicos. *In:* _____. Quimica y Tecnologia de los Alimentos, Santiago, Editorial Salesiana, p. 56.

SOUZA, E.A., 1960. Tecnologia da Fabricação de Queijos. Edição da Revista do ILCT, Juiz de Fora-MG., 116p.

WALTER, W.G., 1967. Fat in milk. *In:* Standard Methods for the Examination of Dairy Products. 2ª ed. American Public Health Association, Inc., p. 183-188.

WEBB, B.H. e A.H. JOHNSON, 1975. Milk - clotting Enzymes and Cheese Chemistry. *In:* Fundamentals of Dairy Chemistry, 2ª ed., Westport, Connecticut, USA. The AVI Publishing Co., Inc. p. 603-718.

WHEELOCK, J.V. e D.J. KNIGHT, 1969. The action of rennet on whole milk. J. Dairy Res., Reading, 36 (2): 183-190.

ZANNONI, L., 1979. La caseina ed il meccanismo della coagulazione presamica. Scienza e Tecnica Latt. Cas., Parma, 30 (2): 129--137.