

## PRINCÍPIOS BÁSICOS DE FABRICAÇÃO DE QUEIJO: DO HISTÓRICO À SALGA

### Basic principles of cheese production: from historical to salting

*Junio César Jacinto de Paula<sup>1</sup>  
Antônio Fernandes de Carvalho<sup>2</sup>  
Mauro Mansur Furtado<sup>3</sup>*

#### SUMÁRIO

A arte de transformação do leite em queijo é muito antiga e se constitui basicamente em um processo de concentração do leite no qual parte dos componentes sólidos, principalmente proteína e gordura, são concentrados na coalhada enquanto as proteínas do soro, lactose e sólidos solúveis, são removidos no soro. O rendimento da fabricação e sua composição centesimal são determinados pelas propriedades do leite empregado, especialmente pela composição e pelas etapas do processo de fabricação. A importância da composição do leite está ligada à coagulação enzimática, firmeza da coalhada, sinérese e textura do queijo. Várias etapas ou grupos de etapas estão envolvidos na conversão do leite em queijo, das quais as principais são: coagulação, acidificação, sinérese, enformagem e salga. Intervindo nessas etapas, o queijeiro pode controlar a composição do queijo que vai influenciar diretamente na sua maturação e na qualidade final do produto. Assim este artigo apresenta uma curta revisão dos princípios básicos de tecnologia de queijos.

**Termos para indexação:** queijos; processamento; tecnologia.

#### 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Queijos, regulamentado pela Portaria 146 de 1996 define queijo como sendo 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, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e, ou especiarias e, ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (BRASIL, 1996).

Queijo é um produto lácteo produzido em grande variedade tanto de sabor quanto de forma em todo o mundo. É comumente aceito que o queijo surgiu no crescente fértil entre os rios Tigres e Eufrates, no Iraque, há 8.000 anos, durante a chamada revolução agrícola, ocorrida com a domesticação de plantas e animais.

O leite constitui uma excelente fonte de nutrientes para as bactérias que o contaminam, algumas delas utilizam o seu açúcar (lactose) como fonte de

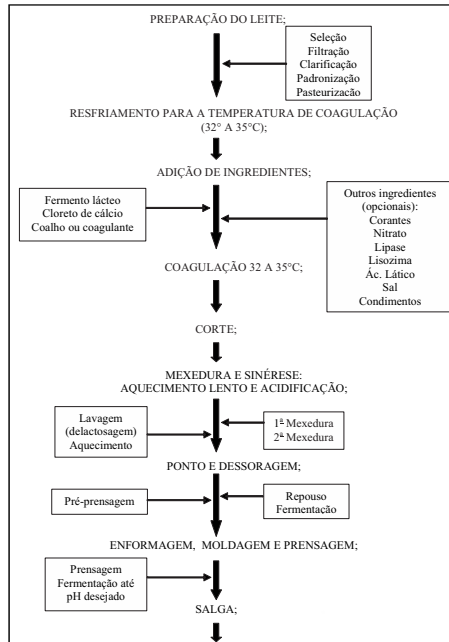
energia produzindo ácido lático. Essas bactérias são denominadas Bactérias Lácticas e crescem bem à temperatura ambiente. Quando uma quantidade suficiente de ácido é produzida, a principal proteína do leite (caseína) coagula no seu ponto isoelétrico (pH 4,6), dando origem a um gel que prende a gordura e a fase aquosa. A teoria mais provável do seu surgimento coincide com a domesticação de cabras e ovelhas, quando pastores observaram que, acidentalmente, o leite acidificava e separava-se em massa e soro, sendo que essa massa moldada e mais seca resultava em um alimento nutritivo e de fácil obtenção. Foi observado que a coalhada ácida gerada possuía alguma estabilidade ao armazenamento e que, quando desidratada e salgada, essa estabilidade era aumentada consideravelmente. Outra teoria muito comentada baseia-se no fato de que, antes da utilização das cerâmicas (aproximadamente 5.000 anos a.C.), a estocagem de leite em bolsas feitas de peles ou estômagos de animais era possivelmente comum e, ao ser estocado em tal recipiente, o leite entraria em contato com enzimas coagulantes do tecido animal e se coagularia durante a estocagem, liberando o soro (FOX et. al., 2000). A fabricação de queijo acompanha a expansão da

- 1 Doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos (UFV). Pesquisador e Professor da EPAMIG-CEPE/ILCT. Rua Tenente Freitas, 116, Juiz de Fora – MG. Tel: 32-3224-3116. E-mail: junio@epamig.br.
- 2 Pós-Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos (UFV). Professor Adjunto do DTA/UFV. DTA, Campus Universitário – Viçosa – MG. 31-3899-1800. E-mail: antoniofernandes@ufv.br.
- 3 Ph.D. Professor Adjunto do DTA/UFV. Campus Universitário Tel. 31-3899-1843 Viçosa – MG. Email: mmansur@ufv.br

civilização pelo leste mediterrâneo, Egito, pela Grécia e por Roma. Existem várias referências sobre queijos no Velho Testamento, na parede de tumbas egípcias antigas e na literatura clássica grega. A fabricação de queijos foi realmente estabelecida com o advento dos estados feudais e mosteiros de onde os conhecimentos adquiridos eram passados para as gerações sucessoras. Como eram comunidades essencialmente auto-suficientes com poucas viagens entre elas e pouca troca de informações, isso explicaria o fato de existirem centenas de variedades de queijos com características bem definidas, obtidos da mesma matéria-prima. Tradicionalmente, as variedades de queijos eram produzidas em uma determinada região, delimitada geograficamente, especialmente em áreas montanhosas. Essa produção local de algumas variedades é ainda preservada através da Denominação de Origem Protegida. A maioria das variedades de queijos surgiu de algum acidente por causa de determinada circunstância local (composição do leite, microbiota endógena, espécie e raça do animal) ou por causa de um único evento acontecido durante a tentativa de produção ou estocagem do queijo (crescimento de mofo ou outros microrganismos). Presumidamente, os acidentes que provocaram tais mudanças desejadas na qualidade do queijo foram incorporados ao protocolo de fabricação e vêm sofrendo adaptações evolutivas ao longo dos anos (FOX et. al., 2000). Aproximadamente 30% da produção mundial de leite destinam-se à fabricação de queijos e existem pelo menos 1.000 variedades diferentes do produto, sendo que as principais famílias são representadas pelos queijos Holandeses, Suíços, de massa filada, Cheddar e Parmesão, os quais representam mais de 80% da produção mundial. Todas as variedades podem ser classificadas em três superfamílias, com base no método de coagulação do leite: coagulação enzimática, que representa aproximadamente 75% do total dos queijos produzidos; coagulação ácida ou láctica do leite; e a coagulação pela combinação de aquecimento com a adição de um ácido ou um sal (FOX et. al., 2000; FOX e MCSWEENEY, 1998).

A produção de queijo é basicamente um processo de concentração do leite no qual parte dos componentes sólidos, principalmente proteína e gordura, são concentrados na coalhada enquanto as proteínas do soro, lactose e sólidos solúveis, são removidos no soro. O soro de leite é a porção aquosa que se separa da massa durante a fabricação convencional de queijos, e que retém cerca de 55% dos nutrientes do leite. Aproximadamente de 85 a 90% do volume de leite utilizado na fabricação de queijos resulta em soro, que contém grande parte dos sólidos representados por proteínas, sais minerais, vitaminas e, principalmente, lactose. Aproximadamente 75% das proteínas do leite são aproveitadas em queijos obtidos por coagulação enzimática, o restante é perdido no soro (KOSIKOWSKI, 1982; FOX e MCSWEENEY, 1998;

WALSTRA et. al., 1999). O rendimento da fabricação e a composição centesimal do queijo são determinados pelas propriedades do leite, especialmente pela composição e pelas etapas do processo de fabricação. Os queijos produzidos pelo processo de coagulação ácida e por coagulação das proteínas a quente, normalmente são consumidos frescos, porém, a grande maioria dos queijos coagulados enzimaticamente com uso de coalhos ou coagulantes são maturados ou curados por um período de tempo que varia de três semanas a até mais de dois anos. A maturação é uma etapa em que o queijo é mantido sob determinadas condições de temperatura e umidade relativa controladas, quando ocorrem numerosas modificações microbiológicas, bioquímicas, físicas e químicas. O objetivo da fabricação de queijo é produzir um produto atrativo e durável, com determinadas características de sabor, aroma e textura que são adquiridas quando o queijo é deixado maturar sob condições apropriadas. Durante a maturação, ocorrem diversas modificações bioquímicas que ainda não são completamente compreendidas, nas quais os principais constituintes: proteínas, lipídeos e lactose residual são degradados a produtos primários e posteriormente a produtos secundários (FOX e MCSWEENEY, 1998; FOX 2004a; MCSWEENEY, 2004). A Figura 1 mostra as etapas básicas de fabricação de queijo coagulado enzimaticamente.



Fonte: adaptado de FOX et. al., 2000.

Figura 1 – Etapas básicas de fabricação de queijo coagulado enzimaticamente.

## 2 SELEÇÃO E PRÉ-TRATAMENTO DO LEITE PARA A FABRICAÇÃO DE QUEIJOS

A fabricação de queijo começa com a seleção microbiológica e química do leite. É essencial que o leite seja livre de antibióticos e quanto melhor a qualidade microbiológica, maior será a chance de sucesso na fabricação do queijo; portanto, um leite de qualidade superior deve ser usado. Particular atenção com relação à contaminação com *Clostridium tyrobutyricum* no leite destinado à fabricação de queijos maturados deve ser tomada. Esse grupo de bactérias esporuladas causa estufamento tardio em vários tipos de queijos duros maturados, e essa contaminação pode ser controlada ou mantida baixa com boas práticas higiênicas ou com o uso de nitrato de sódio ( $\text{NaNO}_3$ ), Lisozima ou bactofugação (centrifugação) do leite, prevenindo, assim, o seu crescimento e o aparecimento do defeito. A importância da composição do leite está ligada à coagulação enzimática, firmeza da coalhada, sinérese (saída de soro do grão) e textura do queijo (FOX e MCSWEENEY, 1998).

Atualmente, o leite para a fabricação de queijo é normalmente refrigerado a 4° C imediatamente após a ordenha e pode ser mantido nessa temperatura por vários dias na fazenda ou na indústria. Esse processo ocasiona o desenvolvimento de uma microbiota psicrotrofica indesejada e provoca diversas mudanças físico-químicas que são prejudiciais ao processo de fabricação do queijo. A refrigeração do leite e dos produtos lácteos produz condições que são seletivas para bactérias psicrotólicas, principalmente *Pseudomonas* ssp. Este grupo de microrganismo tem sido implicado na deterioração de leite e produtos de laticínios por causa da sua habilidade de produzir enzimas termorresistentes (proteases e lipases) que afetam a eficiência de utilização do leite e a qualidade dos produtos fabricados (CARDOSO, 2006).

A fabricação de queijo a partir de leite cru é permitida somente quando o mesmo é maturado por um período mínimo de 60 dias a temperaturas superiores a 5° C. A pasteurização do leite para a fabricação de queijos pode ser realizada pelo processo rápido em trocadores de calor a placas, HTST (72 a 75° C por 15 segundos), ou pelo processo lento, LTLT (65° C por 30 min). O objetivo da pasteurização é aumentar a segurança alimentar do queijo pela eliminação de bactérias patogênicas e diminuição do número de bactérias deterioradoras do leite. Esse tratamento térmico modifica a microbiota do queijo facilitando a fabricação com maior uniformidade, no entanto, pode prejudicar a aptidão do leite para a coagulação, uma vez que insolubiliza parte do cálcio solúvel, resultando em

uma coalhada mais fraca, o que pode aumentar as perdas de sólidos do leite no soro. A adição de cloreto de cálcio (0,02%) no leite pasteurizado, para a fabricação de queijos, é utilizada para repor o cálcio insolubilizado durante a pasteurização, aumentando a firmeza da coalhada e reduzindo o tempo de coagulação. O queijo, quando fabricado com leite pasteurizado, apresenta sabor e aroma menos intensos e matura mais lentamente do que aqueles fabricados com leite cru, dadas as várias modificações que são provocadas pelo calor como: inativação de enzimas naturais do leite (lipases e proteases), inativação de grande parte da microbiota endógena, desnaturação de proteínas, dentre outras. Outro processo muito utilizado, principalmente em pequenas fábricas do sul de Minas Gerais, é a termização do leite com o uso de ejetor de vapor. O processo consiste em injetar vapor diretamente no leite, e aquecê-lo a temperaturas que variam entre 68 °C e 70 °C por um tempo que varia de 2 a 10 min. Esse tratamento necessita de permissão do serviço de inspeção federal e normalmente é utilizado por pequenas fábricas somente para fabricação de queijos maturados. A injeção de vapor diretamente ao leite provoca modificações e proporciona características particulares como: aumento de 10% no volume de leite pela condensação de água do vapor, coalhada mais branda, dispensa cloreto de cálcio, o vapor tem que ser purificado, e existem relatos de que o sistema atrapalha a etapa de filagem em queijos de massa filada. A utilização do ejetor de vapor é um método prático e econômico para tratamento térmico do leite. Contudo, esse processo não substitui a pasteurização clássica do leite e o queijo obtido matura mais rápido, possui sabor mais suave e massa mais macia devido à condensação de água proveniente do vapor em contato com o leite, o que provocaria uma diminuição no teor de lactose residual do queijo (FURTADO, 2005).

A composição do leite para a fabricação de queijos é muito importante para a uniformidade do produto final e pode ser padronizada pela utilização de centrífugas desnatadeiras padronizadoras ou pela mistura de leite integral com leite desnatado ou creme na proporção necessária para obtenção de uma relação caseína/gordura desejada.

## 3 TRANSFORMAÇÃO DO LEITE EM QUEIJO

Várias etapas ou grupos de etapas estão envolvidos na conversão do leite em queijo, das quais as principais são: coagulação, acidificação, dessoramento do grão (sinérese), enformagem e salga. Intervindo nessas etapas, o queijeiro pode controlar a composição do queijo que vai influenciar diretamente na sua maturação e na qualidade final do produto.

### 3.1 Coagulação enzimática do leite

A coagulação enzimática do leite envolve modificação da micela de caseína pela proteólise limitada (quebra da ligação peptídica Phe<sub>105</sub> – Met<sub>106</sub>) provocada pelas enzimas do coalho ou de coagulantes, seguida pela agregação, induzida pelo cálcio, dessas micelas alteradas. A coalhada formada tem a aparência de um gel que ocupa o mesmo volume de leite empregado no processo. O coalho ou coagulante é adicionado ao leite normalmente a 32-35°C em quantidade suficiente para haver a coagulação em 30 a 40 minutos. A dose de coalho ou coagulante varia de acordo com o fabricante, podendo ser usado na forma líquida ou em pó, desde que diluído em água não-clorada e adicionado lentamente ao leite sob agitação (FOX e MCSWEENEY, 1998); WALSTRA et. al., 1999; FOX et. al., 2000).

A temperatura de coagulação depende do fermento e das enzimas do coalho. O fermento lácteo mais usado na fabricação de queijos é o mesofílico, ou seja, desenvolve-se bem a uma temperatura de 20 a 25 °C, enquanto as enzimas do coalho, responsáveis pela coagulação do leite, atuam bem a uma temperatura de 40 a 42°C. Assim, como necessitamos tanto da ação dos microrganismos como das enzimas do coalho, a temperatura de coagulação deve ser regulada entre 32 e 35 °C.

O coalho normalmente utilizado na fabricação de queijos é obtido do quarto estômago do bovino adulto ou de bezerras, no caso de coalho de vitelo. O coalho é composto principalmente de duas proteinases, a quimosina que é a enzima de interesse para a indústria queijeira, dada a sua especificidade pela ligação entre os aminoácidos 105-106 da kappa-caseína e a pepsina que é uma enzima menos específica, mais proteolítica, que está muito relacionada ao gosto amargo em queijos. Quando o animal envelhece, a secreção de quimosina diminui, enquanto a de pepsina aumenta, dada a modificação da alimentação do animal que pára de consumir o leite e tem acesso a outros alimentos. Com o aumento da produção mundial de queijos e a diminuição do suprimento de estômagos bovinos para produção comercial de coalho, várias pesquisas vêm sendo realizadas para o desenvolvimento e produção de um substituto adequado para coagular o leite na produção de queijos. Muitas proteinases são capazes de coagular o leite, mas a maioria é muito proteolítica podendo provocar diminuição do rendimento da fabricação pela perda de peptídeos no soro além de sérios defeitos de sabor e textura nos queijos maturados, em consequência da proteólise excessiva e descontrolada. Seis proteinases são usadas comercialmente e estão citadas em ordem decrescente de atividade proteolítica: pepsina de frango, pepsina suína, coagulantes de fungos (*R. miehei* e *R. pusillus*), coalho bovino, coalho de vitelo

e quimosina pura de microrganismos geneticamente modificados, que tem sido usada com muito sucesso na fabricação de queijos, embora não seja permitida a sua utilização em alguns países. O aquecimento prolongado do leite a temperaturas acima de 70 °C retarda a sua coagulação devido às interações da proteína do soro,  $\alpha$ -lactoglobulina, que se desnatura e forma interações com a kappa-caseína, o que dificulta a ação da enzima coagulante, tornando o tempo de coagulação prolongado e proporcionando um queijo com maior teor de umidade, podendo provocar problemas na etapa de maturação e em propriedades como o fatiamento (FOX e MCSWEENEY, 1998).

Alguns fatores influenciam fortemente a coagulação do leite:

- A coagulação e formação do gel não ocorre abaixo de 18°C e acima de 55-60 °C o coalho é inativado;
- Temperaturas próximas a 40 °C estimulam a ação do coalho e diminuem o tempo de coagulação;
- Quanto mais próximo do pH ótimo de ação da enzima (aproximadamente pH 6,0) melhor a ação do coalho e maior a força da coalhada;
- Quanto maior a quantidade de cálcio solúvel presente no meio mais rápido será a formação do coágulo e maior a sua firmeza;
- Quanto maior a porcentagem de proteínas do leite melhor será a sua coagulabilidade; e,
- Quanto maior a concentração de enzimas, menor o tempo de coagulação do leite.

Após a coagulação a rede de coalhada continua sua formação por um tempo considerável após a obtenção de um gel visível, mesmo após o corte. A força do gel formado é muito importante do ponto de vista de sinérese e, conseqüentemente, para o controle de umidade e rendimento da fabricação (FOX e MCSWEENEY, 1998; WALSTRA et. al., 1999).

### 3.2 Sinérese

O gel de coalhada formado é bastante estável, mas apresenta sinérese (saída do soro) quando é cortada ou quebrada. Pelo controle da sinérese, o queijeiro pode facilmente controlar o conteúdo de umidade da massa do queijo e também o grau e a extensão da maturação e a estabilidade do queijo. Quanto maior a umidade do queijo, mais rápida será a sua maturação, porém, menor será a sua estabilidade. A sinérese é promovida pelos seguintes fatores:

- Menor espessura do corte;
- pH baixo;
- Presença de íons cálcio;

- Aumento da temperatura de cozimento;
- Mexedura da coalhada durante o cozimento;
- Maior teor de proteínas e menor teor de gordura.

A sinérese da coalhada é prejudicada quando o leite é aquecido excessivamente. Tal redução na sinérese é desejável em produtos fermentados como o iogurte, mas indesejável para queijos (FOX e MCSWEENEY, 1998).

### 3.3 Acidificação

A função primária da cultura "starter" é a produção de ácido que é crucial para a fabricação da maioria dos queijos. O pH da massa cai para próximo de 5,0 em um espaço de tempo entre 5 e 20 horas, dependendo da variedade do queijo a ser fabricado. A acidificação é proporcionada pela fermentação da lactose para ácido láctico pelas bactérias lácticas adicionadas ao leite ou pela acidificação direta com adição de ácido láctico em alguns casos. Tradicionalmente, os queijeiros confiavam na microbiota endógena presente no leite cru para a fermentação da lactose, processo que ainda é utilizado na fabricação do queijo Minas Artesanal. No entanto, essa microbiota pode variar muito, modificando o grau de acidificação e, conseqüentemente, a qualidade do queijo (FOX e MCSWEENEY, 1998; WALSTRA et al., 1999). O uso de soro-fermento constitui um dos meios mais tradicionais para incorporação de bactérias lácticas no processo de fabricação e é muito utilizado para a produção de queijos duros na Itália. O soro da própria fabricação do queijo Parmesão é retirado após o processo de cozimento da massa, com temperaturas elevadas (entre 55 e 57°C) e deixado fermentar até o dia seguinte onde será utilizado para a fabricação do dia, sua acidez pode atingir valores médios de 140 a 180°D sendo, portanto, um exemplo prático da seleção térmica natural de bactérias lácticas do próprio leite (ROBINSON, 2002).

Atualmente os fermentos liofilizados (DVS) são culturas superconcentradas, com alta atividade, para inoculação direta no tanque de fabricação. O uso dessa tecnologia elimina o preparo e a manipulação do fermento, eliminando, assim, problemas e inconvenientes provocados por contaminações. Esse tipo de fermento ainda permite maior flexibilidade na programação da produção. O fermento garante uma qualidade melhor e mais uniforme aos produtos produzidos, sendo uma tecnologia moderna hoje empregada nas grandes indústrias e nas pequenas fábricas de laticínios (FURTADO, 2005). Há no mercado vários tipos de fermentos, que podem ser empregados nos mais diversos tipos de queijos.

Os fermentos mais utilizados na fabricação de queijos são normalmente compostos por membros de três gêneros (ROBINSON, 2002):

- Os mesofílicos homofermentativos *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* que são bactérias acidificantes indicadas para os queijos com baixa temperatura de cozimento e de massa fechada e pouco aroma (Minas Curado, Prato para fatiar, Mussarela etc.);
- Os mesofílicos heterofermentativos *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *Diacetylactis* e *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* que são bactérias mesofílicas aromatizantes com função de produção de CO<sub>2</sub> e diacetil (principal composto de aroma dos queijos e da manteiga) indicadas para queijos de massa aberta e com aroma mais pronunciado (Prato, Gouda, Cottage etc.);
- Os fermentos termofílicos *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus helveticus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* que são bactérias lácticas indicadas para queijos de massa cozida, ou semi-cozida (Mussarela, Provolone, Parmesão etc.).

A produção de ácido desempenha vários papéis na fabricação de queijos tais como: controla e previne o crescimento de bactérias deterioradoras e patogênicas; afeta retenção e a atividade do coagulante durante a coagulação; solubiliza fosfato de cálcio afetando, portanto, a textura do queijo; promove sinérese e conseqüentemente influencia a composição do queijo e também a atividade de enzimas durante a maturação. A cultura "starter" primária desempenha várias funções além da produção de ácido no queijo, principalmente com relação ao abaixamento do potencial redox que passa de +250 mV no leite, para -150 mV no queijo. Essa modificação é essencial para o desenvolvimento bioquímico da maturação de um queijo. Varias espécies de bactérias lácticas são capazes de produzir bacteriocinas que controlam o crescimento de outras bactérias contaminantes e com isso exercem uma proteção muito eficiente durante e após a fabricação dos queijos no tanque (WALSTRA et al., 1999).

As culturas ou fermentos secundários são microrganismos adicionados que não têm a função específica de produção de acidez, mas com o objetivo de obtenção de alguma característica particular desejável para a categoria do queijo a ser produzido, como: *Propionibacterium* que produz gás provocando o aparecimento de olhaduras nos queijos Suíços; os mofo azuis e brancos são utilizados para a fabricação dos queijos como Gorgonzola, Camembert e Brie; as bactérias utilizadas especificamente para o tratamento da

superfície dos queijos com maturação de casca e as culturas aromáticas (FOX e MCSWEENEY, 1998; ROBINSON, 2002).

### 3.4 Enformagem e prensagem

Quando o ponto final da fabricação no tanque é obtido, isto é, atinge-se o pH e o conteúdo de umidade desejado, a massa é separada do soro e colocada em formas de tamanho e formatos específicos para que ocorra a drenagem do soro entre os grãos e se forme uma massa contínua e homogênea. Os queijos de alta umidade formam uma massa contínua sem a necessidade de sofrerem prensagem, mas os queijos de baixa umidade precisam sofrer a etapa de prensagem com pesos variados dependendo da categoria. Os queijos são fabricados em formatos e tamanhos variando de 250g até 60-80 kg. O tamanho do queijo não é somente uma questão de estética, mas também um requerimento para a obtenção de determinadas características, sendo que o Emmental tem de ser grande, para evitar a difusão excessiva do gás CO<sub>2</sub> que é responsável pela formação das olhaduras, enquanto o Camembert deve ser pequeno, para permitir a penetração das enzimas do mofo e, com isso, proporcionar uma maturação mais uniforme. Nos queijos de massa filada (Mussarela, Provolone, Cacio-cavallo, etc), após a fermentação, quando a massa atinge um grau de desmineralização adequado (pH 4,8 a 5,2), ela é aquecida em água quente, esticada e moldada no formato desejado. Esse processo, denominado de filagem, dá ao queijo uma estrutura fibrosa e filamentosa bem característica (FOX e MCSWEENEY, 1998).

### 3.5 Salga dos queijos

Três métodos clássicos de preservação de alimentos: fermentação, desidratação e salga, juntamente com refrigeração, são utilizados para a conservação da maioria dos queijos e para o controle de sua maturação. O uso de sal para prolongar a vida útil dos alimentos teve início na pré-história e é um dos métodos mais clássicos utilizados na preservação do alimento (FOX et. al. 2000).

Dentre as várias etapas da fabricação de queijos, a salga destaca-se por sua grande importância, uma vez que o sal (NaCl) possui várias funções nos queijos, tais como: sabor, controle do desenvolvimento microbiano, regulação dos processos bioquímicos (enzimas) e físico-químicos, durabilidade, entre outros. A salga tem ampla influência na etapa final da fabricação que é a maturação, uma vez que, se não for bem conduzida, pode afetar seriamente a atividade microbiológica e enzimática de um queijo e ser a causa de diversos defeitos em queijos. Os métodos mais comuns de salga são: no leite, na massa, em salmoura e a seco.

O teor médio de sal na maioria dos queijos varia de 0,5 a 2,5%. Em alguns casos, como nos queijos crioulo e feta, esses valores podem chegar a atingir de 5 a 8% (aproximadamente 15% de sal dissolvido na umidade). Independente do tipo de salga empregado, o sal utilizado deve sempre apresentar boa qualidade físico-química e microbiológica (COSTA, 2004).

A salga desempenha uma série de papéis importantes na fabricação de um queijo:

- Melhora e realça o sabor, além de mascarar sabores estranhos. A caseína e a gordura na massa fresca são praticamente insípidas. O sal atenua o gosto láctico da coalhada fresca e mascara a lipólise acentuada em queijos mofados;
- O sal auxilia na formação da casca do queijo pela desidratação superficial;
- O sal promove, pela modificação da pressão osmótica, a sinérese da massa, estimulando a expulsão de soro e a redução da umidade do queijo. Auxilia na complementação da dessoragem do queijo, pois favorece a liberação da água livre da massa. Ao penetrar na massa do queijo, o sal utiliza a água livre para a sua dissolução e parte dessa água é deslocada para a casca, a fim de manter o equilíbrio osmótico, acabando por perder-se externamente.
- A salga ajuda a controlar o crescimento e atividade microbiana, proporcionando uma seleção da microbiota do queijo. Bactérias propiônicas não suportam baixa atividade de água, portanto os queijos suíços não são deixados muito tempo na salmoura. No caso de queijos azuis, como o Gorgonzola, seu maior teor de sal favorece o crescimento do mofo.
- Controle bioquímico da maturação: a atividade enzimática nos queijos é fortemente controlada pela presença de sal. Lipases e proteases são mais ativas em teores de 0,5 a 2,5% de sal na umidade. Níveis mais elevados de sal retardam a maturação. Normalmente, os queijos são salgados apenas quando atingem uma fermentação adequada, pois, caso contrário, haverá inibição do fermento.
- Mudanças físicas das proteínas do queijo influenciam a textura, solubilidade e provavelmente a conformação da proteína. Teores de sal na umidade maiores que 5% favorecem a solubilização da caseína na maturação, devido a trocas entre cálcio e sódio. A proteína aumenta a sua interação com a água, tornando-a menos disponível

para os processos bioquímicos provocando uma diminuição da atividade de água durante a maturação (FOX e MCSWEENEY, 1998; WALSTRA et. al., 1999; FOX et. al., 2000; COSTA et. al., 2004).

#### SUMMARY

The art of transforming the milk in cheese is very old and it is constituted basically in a process of concentration of the milk in which part of the solid components, mainly protein and fat, are concentrated in the curd, while the whey proteins, lactose and soluble solids, are removed in the whey. The cheese yield and its centesimal composition are determined by the milk properties, especially by the milk composition and the process production steps. The importance of the milk composition is associated to the enzymatic coagulation, firmness of the curd, syneresis and texture of the cheese. Several steps or groups of steps are involved in the conversion of the milk in cheese, of which the main ones are: coagulation, acidification, syneresis of the curd, molding and shaping and salting. Intervening in those process steps the cheesemaker can control the cheese composition that will have a directly influence on its ripening and final quality. This article presents a short review of the basic principles of cheese technology.

**Index Terms:** cheeses; processing; technology

#### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. **Portaria nº 146 de 7 de março de 1996.** Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade dos queijos. Diário Oficial da União, Brasília, 11 de março de 1996.
- CARDOSO, R. R. **Influencia da microbiota psicrotrófica no rendimento de queijo Minas Frescal elaborado com leite estocado sob refrigeração.** Viçosa. MG, 2006. 43p. Dissertação de Mestrado, Microbiologia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa.
- COSTA, R. G. B.; LOBATO, V. ABREU, L. R. MAGALHÃES, F. A. R. Salga de queijos em salmoura: uma revisão. Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes". N° 336 a 338, vol. 59: p 41-49. Juiz de Fora. 2004.
- FOX, P. F. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology.** v. 1. General Aspects. Published by Chapman e Hall, 2-6 Boundary Row. 2 nd. ed. 577p. 1993
- FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology.** Volume 1. General Aspects. Published by Elsevier Academic Press. 3 nd. ed. 617p. 2004a.
- FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology.** Volume 2. Major Cheese Groups. Published by Elsevier Academic Press. 3 nd. ed. 434p. 2004b.
- FOX, P. F. Proteolysis during cheese manufacturing and ripening. **Journal of Dairy Science.** v. 72. n. 6, p. 1379 – 1400, 1989.
- FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. **Dairy Chemistry and Biochemistry.** Published by Blackie Academic & Professional, an imprint of Thomson Science, 2-6 Boundary Row, London SE1 8UK. First ed. 1998. 478p.
- FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; MCSWEENEY, P. L. H. **Fundamentals of cheese science.** Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland. 2000. 544 p.
- FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos causas e prevenção.** Fonte Comunicações e Editora. São Paulo, SP, Brasil, 2005, 200p.
- KOSIKOWSKI, F. **Cheese and fermented milk foods.** Second Edition 3 rd Printing-with revisions. P.O. Box 139, Brooktondale, 1982. 711p.
- MCSWEENEY, P. L.H Biochemistry of cheese ripening. **International Journal of Dairy Technology,** v. 27, n.2/3 p.127-144, mai/agosto de 2004.
- ROBINSON, R. K. **Dairy Microbiology Handbook.** Third Edition. ISBN 0-471-38596-4. Copyright © 2002. Wiley-Interscience, Inc. New York – USA. Microbiology of soft cheese, 479p – 513p. 765p. 2002.
- WALSTRA, P.; GEURTS, T. J.; NOOMEN, A.; JELEMA, A. VAN BOEKEL, M. A. J. S.; **Dairy technology: principles of milk properties and processes.** Food science and technology. Marcel Dekker, Inc. New York – Basel. 727p. 1999.