

**ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E
MICROBIOLÓGICOS DO QUEIJO PRATO
SUBMETIDO À SALGA EM SALMOURA
ESTÁTICA E COM AGITAÇÃO**

RENATA GOLIN BUENO COSTA

2004

58416

049922

RENATA GOLIN BUENO COSTA

ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DO QUEIJO PRATO SUBMETIDO À SALGA EM SALMOURA ESTÁTICA E COM AGITAÇÃO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência de Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Profa. Dra. Verônica Lobato

**LAVRAS
MINAS GERAIS - |
2004**

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

Costa, Renata Golin Bueno

Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo prato submetido à salga em salmoura estática e com agitação / Renata Golin Bueno Costa -- Lavras : UFLA, 2004.

78 p. : il.

Orientador: Verônica Lobato.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Salmoura. 2. Queijo prato. 3. Laticínio. 4. Fabricação. 5. Aspecto físico-químico. 6. Aspecto microbiológico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-637.35

RENATA GOLIN BUENO COSTA

**ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DO QUEIJO
PRATO SUBMETIDO À SALGA EM SALMOURA ESTÁTICA E COM
AGITAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência de Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 13 de agosto de 2004

Prof. Luiz Ronaldo de Abreu - PhD

UFLA

Prof. Dr. Fernando Antônio Resplande Magalhães

EPAMIG



Profa. Dra. Verônica Lobato
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

**Dedico este trabalho aos meus dois grandes
amores, Luiz Carlos e Luiza.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

À minha família, pelo apoio e carinho constantes nos meus estudos.

À professora Verônica Lobato, pelo apoio incondicional na orientação deste trabalho.

Ao professor Luiz Ronaldo, pelo auxílio na execução do trabalho.

Ao meu marido, Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior, pela colaboração nas análises do trabalho e pelo seu amor nos meus momentos de estresse.

À minha filha Luiza que, da sua forma, contribuiu para os momentos de descontração nas fases difíceis do trabalho.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao seu Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de aperfeiçoamento e a seus professores e funcionários, pela dedicação e apoio.

Às laboratoristas Cleusa, Eliana, Constantina e Sandra do Departamento de Ciência dos Alimentos/UFLA, pela colaboração para a realização das análises.

Aos funcionários do Laticínios Verde Campo, pelo auxílio no desenvolvimento de parte do trabalho.

Ao estagiário Alisson Borges de Souza, pela colaboração e responsabilidade nas análises.

Ao amigo Eduardo Reis, pelas suas contribuições ao trabalho e pelo material de salga disponibilizado.

À amiga Patrícia Rezende, pela disponibilidade em me auxiliar na parte microbiológica deste trabalho.

Aos amigos Sibelli, Sueli, Luizinho, Nélio e Gustavo, pelos momentos de convivência, amizade e apoio.

Enfim, a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Queijo Prato no Brasil	3
2.2 O sal (NaCl) no queijo.....	4
2.3 A salmoura.....	6
2.4 Manutenção da salmoura.....	8
2.4.1 Correção.....	8
2.4.2 Recuperação.....	9
2.5 O mecanismo de absorção do sal	9
2.6 Fatores que influenciam na absorção do sal.....	12
2.6.1 Concentração da salmoura	13
2.6.2 Teor de cálcio na salmoura	13
2.6.3 Tempo de salga.....	13
2.6.4 Temperatura da salmoura.....	14
2.6.5 pH da salmoura.....	14
2.6.6 Tamanho do queijo	15
2.6.7 pH do queijo.....	15
2.6.8 Teor de umidade da massa do queijo.....	15
2.6.9 Teor de gordura do queijo.....	16
2.7 Aspectos microbiológicos relacionados com a salmoura.....	16
2.7.1 Atividade de água.....	16
2.7.2 Contaminação do queijo causada pela salmoura.....	18

2.8	Proteólise no queijo.....	20
2.8.1	Relação $NS_{pH\ 4,6}/NT$ e $NS_{TCA12\%}/NT$	21
2.8.2	Influência do sal na proteólise do queijo.....	22
2.8.2.1	Efeito da relação sal/umidade na proteólise.....	23
2.9	Defeitos em queijos relacionados com a salga.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1	Localização do experimento.....	26
3.2	Fabricação e manutenção da salmoura.....	26
3.3	Fabricação dos queijos.....	27
3.4	Equipamento e processo.....	28
3.5	Análise da salmoura.....	29
3.5.1	Amostragem para análises físico-químicas.....	29
3.5.2	Análises físico-químicas.....	30
3.5.3	Coleta das amostras de salmoura para análises microbiológicas.....	30
3.5.4	Metodologia das análises microbiológicas.....	30
3.5.4.1	Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos.....	30
3.5.4.2	Contagem total de microrganismos aeróbios psicrotróficos.....	31
3.5.4.3	Contagem de bolores e leveduras.....	31
3.5.4.4	Contagem de <i>Staphylococcus coagulase positiva</i>	31
3.6	Amostragem dos queijos para análises.....	31
3.6.1	Análises físico-química dos queijos.....	32
3.6.1.1	Teor de NaCl (m/m).....	34
3.6.1.2	pH.....	34
3.6.1.3	Teor de gordura (m/m).....	34
3.6.1.4	Teor de umidade e extrato seco (m/m).....	34
3.6.1.5	Frações nitrogenadas.....	35
3.6.1.5.1	Teor de Nitrogênio Total (NT).....	35
3.6.1.5.2	Fracionamento do Nitrogênio Total.....	35

3.6.1.5.2.1 Teor de Nitrogênio Solúvel a pH 4,6.....	35
3.6.1.5.2.2 Teor de Nitrogênio Solúvel em TCA 12%.....	35
3.6.1.5.3 Índices de Maturação.....	36
3.6.2 Coleta das amostras para análises microbiológicas.....	36
3.6.2.1 Metodologia das Análises.....	37
3.6.2.2 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos.....	37
3.6.2.3 Contagem total de microrganismos aeróbios psicrotróficos.....	37
3.6.2.4 Contagem de bolores e leveduras.....	37
3.6.2.5 Contagem de <i>Staphylococcus coagulase positiva</i>	37
3.7 Análise Estatística dos Dados.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Análises das salmouras.....	39
4.1.1 Análises físico-químicas das salmouras.....	39
4.1.1.1 Análises de teor de NaCl das salmouras.....	39
4.1.1.2 pH das salmouras.....	41
4.1.2 Análises microbiológicas das salmouras.....	42
4.1.2.1 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos.....	42
4.1.2.2 Contagem total de microrganismos aeróbios psicrotróficos.....	44
4.1.2.3 Contagem de bolores e leveduras.....	45
4.1.2.4 Contagem de <i>Staphylococcus coagulase positiva</i>	46
4.2 Análises dos queijos.....	46
4.2.1 Análises físico-químicas dos queijos.....	46
4.2.1.1 Teor de extrato seco e umidade.....	46
4.2.1.2 Teor percentual de gordura no extrato seco (GES).....	48
4.2.1.3 Teor percentual de NaCl dos queijos.....	48
4.2.1.4 Sal na umidade.....	49
4.2.1.5 Teor percentual de NaCl em frações dos queijos.....	51

4.2.1.6 Acompanhamento do pH durante a proteólise.....	55
4.2.1.7 Proteólise.....	56
4.2.1.7.1 Relação % $NS_{pH4,6}$ / NT.....	56
4.2.1.7.2 Relação % $NS_{TCA12\%}$ / NT.....	58
4.2.2 Análises microbiológicas dos queijos.....	59
4.2.2.1 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos.....	59
4.2.2.2 Contagem total de microrganismos aeróbios psicrotróficos.....	60
4.2.2.3 Contagem de bolores e leveduras.....	61
4.2.2.4 Contagem de <i>Staphylococcus coagulase positiva</i>	62
5 CONCLUSÕES.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS.....	72

RESUMO

COSTA, Renata Golin Bueno. Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo prato submetido à salga em salmoura estática e com agitação. 2004. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

O trabalho foi realizado no Laticínios Verde Campo e nos Laboratórios de Laticínios e Microbiologia de Alimentos do DCA da UFLA, ambos situados no município de Lavras, MG. O objetivo foi avaliar aspectos físico-químicos e microbiológicos de queijos prato submetidos à salga em salmoura estática e com agitação, utilizando um agitador instalado no centro do tanque e mantido a 110 rpm durante todo o processo de salga. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, adotando esquemas fatoriais, conforme o tipo de análise. Queijos Prato de 0,5 kg foram salgados por até 12 horas, e a cada 4 horas retiraram-se amostras para análises físico-químicas da salmoura e dos queijos, não tendo sido verificadas diferenças nos tipos de salgas empregadas para teor de NaCl na salmoura. Com maior tempo de permanência nas salmouras, verificou-se diminuição do NaCl nas mesmas. Os valores de pH das salmouras apresentaram-se constantes durante todo o processo e o dos queijos aumentaram com o tempo de cura. Após a secagem dos queijos e até completarem 30 dias de maturação, também coletou-se amostras para análises físico-químicas, que demonstraram não haver diferença significativa ($P > 0,05$) entre tratamentos para: proteólise, umidade, ES, GES, sal na umidade e NaCl. No entanto, o primeiro só variou com o tempo de cura e os dois últimos aumentaram proporcionalmente com o tempo de permanência nas salmouras. Até os 20 dias de maturação, analisou-se também o teor de NaCl das frações dos queijos, retiradas por sonda, da casca ao centro do mesmo, que apresentaram teores de NaCl iguais no centro e fração intermediária, diferindo-se da casca, que apresentou teor superior. O sal das frações aumentou proporcionalmente ao tempo de salga e com o avanço da maturação. As análises microbiológicas de aeróbios mesófilos, aeróbios psicrotróficos, bolores e leveduras e *Staphylococcus* coagulase positiva realizadas nas salmouras e nos queijos, antes e após a salga, assim como ao final da maturação destes, não diferiram entre os tipos de salga. No entanto, os aeróbios mesófilos, os aeróbios psicrotróficos e os bolores e leveduras apresentaram elevação na contagem das salmouras após a salga e constantes nos queijos, diminuindo uma escala decimal nos dois tratamentos aos 30 dias de maturação dos queijos.

Comitê Orientador: Verônica Lobato – UFLA (Orientadora), Luiz Ronaldo de Abreu, Fernando Antônio Resplande Magalhães

ABSTRACT

COSTA, Renata Golin Bueno. Physical chemical and microbiological aspects of prato cheeses salted in static and agitated brines. 2004. 78p. Dissertation (Master Program in Food Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.*

This work was carried out at the Verde Campo Dairy Plant, Dairy Products and Food Microbiology laboratories of the Department of Food Science of the Federal University of Lavras, all located in Lavras, MG - Brazil. The objective was to evaluate both physical chemical and microbiological aspects of Prato cheeses submitted to salting in both static and agitated brines, the last one using an agitator installed in the center of the tank and kept at 110 rpm during all the process of salting. The experimental design was randomized, adopting factorial scheme, conform the type of analysis. Prato cheeses of 0,5 kg had been salted for up to 12 hours; every 4 hours samples of both cheeses and brines were collected for analyses physical chemical. It was not verified differences between types of salting processes for NaCl of both brines and cheeses. With longer time of residence in brines, it can be verified reductions of NaCl content in the brines and oppositely an increasing in the cheeses. The pH values of brines remained constant along the entire process of salting and that of cheeses increased with the ripening period. After drying of rind and until completing 30 days of ripening, samples of cheeses were collected for physical chemical determinations, that had demonstrated not to have significant differences ($P > 0,05$) between treatments for: proteolysis, moisture, total solids (TS), fat on dry matter (FDM), salt in the moisture (SM) and NaCl. Proteolysis only varied along the ripening period, while SM and NaCl proportionally increased with the time of residence in brines. At 0, 10 and 20 days of ripening, fractions from rind toward the center of cheeses (in a total of 3 fractions) were collected for NaCl quantification. The NaCl content of the inner and the intermediate fractions did not presented significant differences, however the outer fraction had a NaCl content statistically higher when compared to the first two mentioned fractions. The salt content of the fractions increased proportionally to along period of salting and with the advance of ripening. The microbiological analyses of aerobic mesophylics, psychrotrophics, yeasts, moulds and *Staphylococcus aureus* positive coagulase carried out in samples from brines and cheeses, before and after salting, as well as from cheeses at the end of ripening, presented no differences between the types of salting processes, however, aerobic mesophylics, psychrotrophics, moulds and yeasts presented higher counting in brines after salting while remained constants in cheeses just after salting, decreasing one decimal scale in the two treatments at 30 days of ripening.

Guidance Committee: Verônica Lobato – UFLA (major professor), Luiz Ronaldo de Abreu, Fernando Antônio Resplande Magalhães

1 INTRODUÇÃO

Dentre as diversas etapas da fabricação de queijos, a salga destaca-se por sua grande importância, uma vez que apresenta várias funções, tais como a melhoria do sabor e da textura, a conservação e o controle da umidade. Embora ela seja necessária para conferir ao produto características físico-químicas e sensoriais desejáveis, vários defeitos podem surgir ou ser decorrentes dessa etapa.

No Brasil, a imersão em salmoura é o processo mais utilizado para salga dos queijos desde a implantação da indústria de laticínios no país pelos holandeses e dinamarqueses. O queijo prato é um dos queijos que utilizam o processo de salga em salmoura e é também um dos mais consumidos no país.

Quando os queijos são colocados em uma salmoura, verifica-se uma diferença entre a concentração da solução aquosa no interior do queijo e da salmoura. A casca do queijo permite a migração de sal para o interior do queijo por meio do processo de difusão, ao mesmo tempo que libera a saída de parte da fase aquosa do queijo com seus elementos solúveis (ácido láctico, lactose e nitrogênio solúvel). Os queijos são distribuídos geralmente na salmoura de modo que suas bordas se toquem. Nestes pontos de contato, o teor de sal da salmoura é mais baixo, devido à absorção pelo queijo e pela diluição causada pela exsudação de soro do queijo para a sua superfície. A diluição excessiva da salmoura nestas áreas de contato entre os mesmos provoca distribuição desigual do sal e defeito na casca do queijo (casca melosa ou amolecida) (Furtado, 1991).

As trocas ocorridas entre o queijo e o sal da salmoura durante a salga provocam um aumento no teor de nitrogênio protéico na salmoura proveniente das proteínas em solução no soro ou fragmentos que se destacam do queijo durante sua manipulação, assim como aumentam também os teores de lactose e

durante sua manipulação, assim como aumentam também os teores de lactose e de ácido láctico. Com isso, ocorre um enriquecimento da salmoura com elementos que proporcionam condições favoráveis para a sobrevivência e multiplicação de diversos tipos de microrganismos, embora seja elevado o teor original de sal na salmoura (20% (m/v)). A salmoura passa a ser um veículo de microrganismos indesejáveis e patógenos que podem deteriorar ou contaminar o queijo durante o processo de salga e afetar a qualidade microbiológica do produto final (Casalis et al., 1969; La Crampe et al., 1971).

Diversos fatores, no ambiente da salga, influenciam na absorção de sal pelo queijo, tais como concentração de NaCl da salmoura, teor de cálcio, temperatura e pH da salmoura; tempo de salga; tamanho, pH, teor de umidade e de gordura do queijo (Furtado, 1991; Guinee & Fox, 1987). A agitação da salmoura também pode influenciar na absorção de sal no queijo, evitando a diluição excessiva da salmoura nos pontos de contato dos mesmos, a partir da manutenção de um gradiente constante em contra corrente entre o sal e a água no queijo. Com isso, a salga pode ser acelerada, evitando-se defeitos de ordem físico-química e microbiológica.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar alguns aspectos relacionados ao processo alternativo à salmoura estática, usando tanque com agitador, o que poderá traduzir em menor tempo de contato do queijo com a solução salina.

Os objetivos específicos do trabalho foram comparar, por meio de resultados analíticos, a composição físico-química e microbiológica dos queijos salgados por dois processos: estático e com agitação, e verificar diferenças nos aspectos físico-químicos e microbiológicos em função destes diferentes gradientes de absorção de sal pelos queijos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Queijo prato no Brasil

O queijo prato foi introduzido no Brasil, segundo Wolfschoon-Pombo & Furtado (1983), por volta de 1920, por técnicos dinamarqueses que se estabeleceram no sul de Minas Gerais, nas regiões de Minduri, Carrancas, São Vicente e Seritinga. Segundo estes mesmos autores, a difusão deste produto no país deve-se às adaptações na tecnologia de fabricação dos queijos dinamarqueses danbo, maribo e havarti e do queijo gouda holandês às condições brasileiras.

Segundo o Regulamento Técnico de Qualidade e Identidade (Brasil, 1997b), o queijo prato é um queijo maturado obtido por coagulação do leite por meio do coalho e ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácticas específicas. São queijos de média umidade (entre 36,0% e 45,9%) e gordos (teor entre 45,0% e 59,9 % de gordura na matéria seca). Sua consistência deve ser semidura, elástica, de textura compacta, lisa, fechada com alguns olhos pequenos e arredondados e ou algumas olhaduras mecânicas, cor amarelada ou amarelo palha, sabor característico, odor característico, não possuindo crosta ou com uma fina crosta, lisa e sem trincas. A massa deve variar entre 0,4 e 5 kg. Segundo Furtado & Lourenço Neto (1994) o teor final de sal esperado no queijo prato é de 1,6%-1,9%NaCl (m/m) e seu pH varia entre 5,2-5,4. Apresenta como variedades mais difundidas o cobocó e o lanche; esta última domina praticamente o mercado, com peso variando de 0,5 a 3,0 kg (Costa, 2002).

A produção de queijo prato ocupa o segundo lugar no mercado brasileiro (23,6% em 2002) e apresenta crescimento anual, conforme Tabela 1, logo após o queijo mussarela (33,3% em 2002)(ABIQ, 2002).

2.3 A salmoura

A salmoura consiste numa solução de cloreto de sódio a 20% (m/v), na maioria dos casos, exceto para alguns tipos de queijos ou tecnologias. Ela não deve apresentar teor menor que 16%-17% (m/v) e nem superior a 20% (m/v), uma vez que o excesso de sal comprometerá a qualidade do queijo (Furtado, 1991).

Além da correção periódica do teor de cloreto de sódio, é imprescindível fazer correções de pH e manter a qualidade microbiológica da salmoura (Guinee & Fox, 1987).

Tradicionalmente, a salmoura encontra-se em grandes tanques azulejados ou em tanques de fibra de vidro, situados no interior de câmaras frigoríficas nos estabelecimentos industriais com a finalidade de manter a temperatura correta da mesma (Garcia et al., 2000b).

A salmoura pode ser utilizada por um longo período, desde que regularmente seja submetida à correção do seu teor de sal e tratada para manutenção da sua qualidade microbiológica. O volume de salmoura necessário deve levar em conta a relação massa de queijo/volume de salmoura e o tipo de queijo a ser salgado. A prática indica que, para cada quilo de queijo a ser submetido ao processo de salga, são necessários três litros de salmoura, no mínimo. Em geral, a salmoura é mantida com 19 graus Baumé (19°Bé) ou 20% de sal (m/v). Para queijos duros, recomenda-se inicialmente uma salmoura a 17%-18% (m/v) de sal e posteriormente a 25% (m/v) (Furtado, 1991).

O sal utilizado na salmoura deve ser considerado sob os pontos de vista químico e microbiológico. No sal marinho encontram-se alguns microrganismos como *Micrococcus* e *Clostridium (butyricum e sporogenes)* que podem ser danosos ao queijo. Quando o sal é refinado, o índice de contaminação reduz drasticamente e, durante a preparação da salmoura, o tratamento térmico (pasteurização) elimina eventuais contaminações (Fonseca, 1986).

Em relação à qualidade química, o sal deve conter um baixo teor de sulfatos (menor que 0,02% (m/m)), de ferro (menor que 0,001% (m/m)) e de metais pesados, como chumbo, cobre e arsênico (menor que 0,0005% (m/m)). Além disso, a presença de nitratos e magnésio pode formar manchas no queijo (Furtado, 1991).

As operações de preparo da salmoura podem ser divididas em diversas fases, conforme Figura 1.

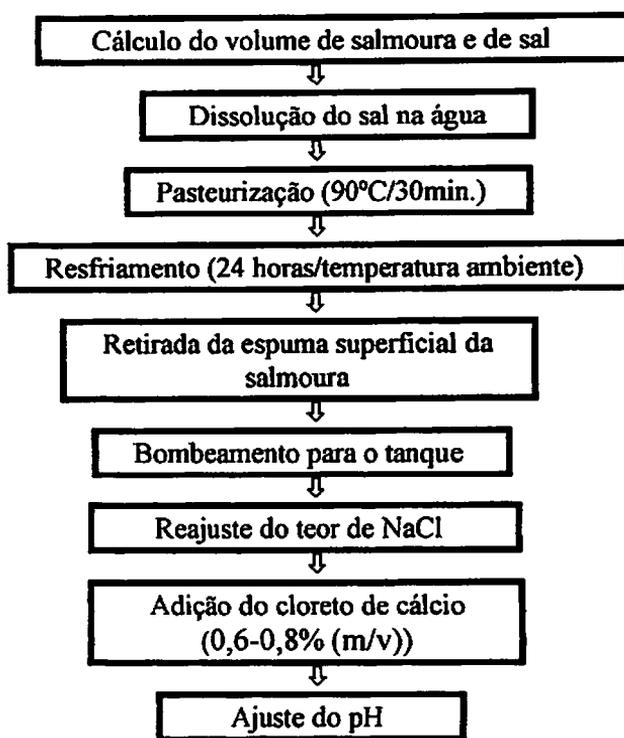


FIGURA 1 Fluxograma de preparação de salmoura para salga de queijos
Fonseca (1986)

2.4 Manutenção da salmoura

O uso da salmoura implica no seu enriquecimento progressivo em diversas substâncias provenientes do queijo, tais como fragmentos de caseína, proteínas solúveis, lactose, ácido lático e sais minerais. A salmoura tende a modificar, tanto química quanto microbiologicamente. A contagem de bolores e leveduras halofílicas aumenta, enquanto o teor de sal diminui (Scott, 1991). O pH da salmoura aumenta rapidamente nos primeiros dias de uso de uma nova solução e depois estabiliza a um valor próximo ao pH dos queijos. Devido ao poder tamponante da salmoura, o pH não varia muito, mas a acidez titulável tende a subir e deve ser periodicamente corrigida para valores que não alterem drasticamente o pH (Fonseca, 1986).

Do ponto de vista microbiológico, sempre que a contagem global da salmoura exceder a 100.000 UFC/mL, é necessária a sua correção. A manutenção da salmoura divide-se em dois processos básicos:

- **correção:** ajuste do teor de sal, acidez titulável e da carga microbiana. Geralmente é conduzida a cada sete ou dez dias, quando a salmoura não está sendo utilizada; e
- **recuperação:** tratamento térmico rigoroso da salmoura, seguido por resfriamento, decantação, filtração e eventual reajuste do teor de sal, cálcio e pH. Sua realização depende da intensidade do uso da salmoura. Geralmente é feito após 4 a 6 meses de uso corrente (Furtado, 1991).

2.4.1 Correção

Para a correção da salmoura, o teor de sal deverá ser reajustado sempre para o teor estabelecido originalmente. Quanto à correção da acidez titulável, torna-se difícil estabelecer um limite, pois não apresenta correlação com o pH, uma vez que o mesmo é afetado pelo tipo de ácido formado na salmoura (poder

de dissociação) e pela presença de tamponantes (lactatos, fosfatos, proteínas, entre outros). Na prática, é comum adotar 0,2% (m/v) de ácido láctico como padrão e a neutralização é feita com hidróxido de sódio (Fonseca, 1986).

A correção da carga microbiológica pode ser feita por tratamento térmico ou por meio de produtos químicos, sendo o mais usado o peróxido de hidrogênio 30% (130 volumes) que não contenha metais pesados, à base de 200-300 mL por 1.000 litros de salmoura. Outro produto a ser utilizado é o hipoclorito de sódio (10 a 15% (m/v) de cloro ativo), adicionado à base de 500 mL por 1.000 litros de salmoura, sendo sua eficiência menor que a do peróxido. Os produtos devem ser adicionados em salmouras que não contenham queijos e estas só devem ser usadas 12 horas após o tratamento (Furtado, 1991; Fonseca, 1986).

2.4.2 Recuperação

Para a recuperação, a salmoura deve ser colocada em um depósito apropriado e fervida (por injeção direta de vapor) por, no mínimo, uma hora. Posteriormente, resfriada e decantada à temperatura ambiente. A salmoura, então, é bombeada, passando por um filtro, de volta ao seu depósito original. Devido à precipitação de lactatos de sódio e cálcio, cloreto de cálcio, sulfatos, carbonatos e floculação de proteínas solúveis, pode-se esperar um ligeiro abaixamento do pH. Esse deve ser imediatamente ajustado, juntamente com o teor de cálcio (Furtado, 1991; Fonseca, 1986).

2.5 O mecanismo de absorção de sal

A absorção de sal do queijo durante o processo de salga é simultânea à saída de água da massa, resultando em uma redução do volume do queijo (Luna & Chavez, 1992), ocorrendo um movimento de moléculas de cloreto de sódio da salmoura para o queijo como consequência da diferença de pressão osmótica

entre a solução aquosa do interior do queijo e a salmoura (Guinee & Fox, 1987). A estrutura externa do queijo forma uma estrutura diferenciada que é a casca, que representa uma membrana semipermeável que permite a migração do sal para o interior do queijo por meio do fenômeno de difusão, ao mesmo tempo que permite a saída de parte da fase aquosa do queijo com seus elementos solúveis, principalmente ácido láctico, lactose e nitrogênio solúvel (Figura 2) (Furtado, 1991).

O processo de salga do queijo em salmoura envolve a transferência de calor e de massa e ambos os processos influenciam na qualidade final do produto. Geurts et al. (1974) concluíram que o processo de penetração do sal no queijo e a saída concomitante em sentido oposto da água podem ser descritos como um processo de difusão impedido, isto é, as moléculas de NaCl e de água

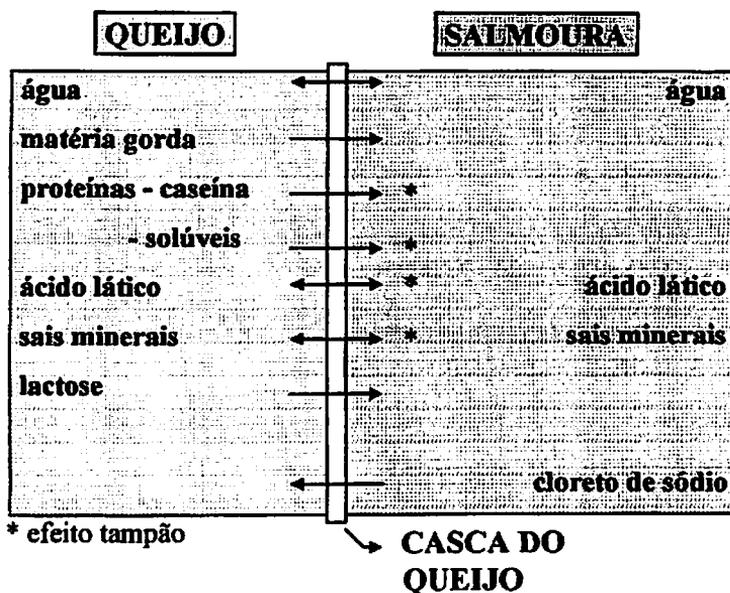


FIGURA 2 Trocas ocorridas no queijo e na salmoura durante a salga do queijo Adaptado de Fonseca (1986)

movem-se em resposta a seus respectivos gradientes de concentração e essa movimentação é dificultada pela tortuosidade e fricção causados pelos glóbulos de gordura e micelas de caseína e também pela viscosidade da fase aquosa. Por este motivo, a taxa de difusão do NaCl no interior do queijo é menor do que em uma solução pura, sendo então denominada coeficiente de pseudo difusão. O coeficiente de pseudo difusão varia de 0,05 a 0,20 cm²/dia, dependendo da composição do queijo e das condições de salga, enquanto que o coeficiente de difusão do NaCl em água pura a 12,5°C é de 1,0 cm²/dia. Maiores coeficientes de pseudo difusão são encontrados em queijos com baixo teor de gordura e alto teor de umidade (Geurts et al., 1974). Para o queijo camembert o valor do coeficiente de pseudo difusão é de 0,20cm²/dia e para o gouda ou prato, por extensão, é de 0,18 a 0,25cm²/dia (Luquet, 1993; Furtado, 1991). Este coeficiente não é afetado pelo pH do queijo e pela concentração da salmoura (Geurts et al., 1974).

O coeficiente de pseudo difusão permite calcular a concentração de sal em qualquer ponto do queijo em qualquer tempo de salga, desde que a concentração da salmoura seja conhecida. No entanto, o modelo proposto por Geurts et al. (1974) considera a difusão em apenas uma direção e, em um queijo comercial, no qual a difusão do sal ocorre em todas as direções, esse modelo matemático não pode ser aplicado (Guinee & Fox, 1983). O Método de Elementos Finitos (MEF), em modelo tridimensional, é empregado, com o auxílio de software, para estudos de transferência de massa e calor, e tem como base a lei de Difusão de Fick. De acordo com Silva et al. (1998), a aplicação do método numérico (MEF), na simulação da difusão do cloreto de sódio na salga de queijos, mostrou boa aproximação quando os resultados foram comparados com os valores experimentais encontrados por Guinne & Fox (1983) para o queijo tipo romano.

De acordo com Luquet (1993), paralelamente à absorção de sal, registra-se uma perda de água constatada por uma lenta diluição da salmoura, seu enriquecimento em compostos solúveis provenientes do queijo (lactose, minerais, nitrogênio solúvel) e também na diminuição da massa dos queijos depois de salgados (2% a 4% da massa inicial). Furtado (1991) relata que, além disso, ocorrem na salmoura: diminuição da densidade, estabilização da salmoura numa faixa de pH (efeito tamponante) e também o aumento da acidez titulável e da carga microbiana.

Tem-se demonstrado que existe uma relação relativamente constante de duas vezes e meia, entre a perda de água e a absorção de sal, que depende do pH do queijo, da duração do processo de salga e da concentração da salmoura (Luquet, 1993).

A ação do sal na salmoura inicia o processo de formação da casca no queijo, devido a maior desidratação da periferia. Mesmo após a retirada do queijo da salmoura, o sal continua migrando dentro da massa do queijo para o centro e o gradiente de umidade diminuindo em direção oposta ao sal. Durante o processo de maturação, os gradientes de sal e umidade desaparecem vagarosamente e o equilíbrio de sal/umidade no queijo é praticamente alcançado, dependendo do tamanho do mesmo e das condições de cura (Luquet, 1993; Guinee & Fox, 1987). Segundo Lee et al. (1980), em média, 10 dias são necessários para a distribuição uniforme de sal no queijo limburguer, 8 a 10 semanas para o gouda e o brick e 10 meses para o parmesão.

2.6 Fatores que influenciam na absorção de sal no queijo

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).

2.6.1 Concentração da salmoura

Um aumento na concentração de salmoura resulta em um aumento na taxa de absorção de sal e nos níveis de sal na umidade do queijo. Entretanto, esta relação não é linear: se a concentração da salmoura for duplicada, isto não significa que a absorção de sal será duas vezes mais rápida (Guinee & Fox, 1987). Quando a concentração da salmoura é muito alta, o queijo perde mais água e forma uma casca muito dura e sem flexibilidade. Se a concentração é muito baixa, as proteínas da casca peptizam-se e se dissolvem, formando uma casca amolecida e gelatinosa (Furtado, 1991).

2.6.2 Teor de cálcio na salmoura

Quando o queijo é imerso em salmoura ocorre o fenômeno de difusão do sal no queijo, com intercâmbio entre o cloreto de sódio da solução com o cálcio do queijo (coloidal). O queijo enriquece-se em sódio (paracaseinato de cálcio e sódio) e a salmoura em cálcio, sob a forma de cloreto de cálcio. A perda de sal leva à diminuição da densidade da salmoura, embora esta relação não seja linear, pois o ganho de cálcio a compensa ligeiramente. A salmoura enriquece-se com cálcio até um certo limite com o decorrer do tempo. Experimentos têm demonstrado que, após prolongado uso, salmouras de queijos semi-cozidos apresentaram um teor médio de 0,2% de cálcio. À medida que se aumenta o teor de cálcio da salmoura, o queijo tende a salgar-se mais lentamente e a perder, em termos relativos, mais massa (Furtado, 1991).

2.6.3 Tempo de salga

Segundo Furtado (1991) e Guinee & Fox (1987), a quantidade de sal absorvida é proporcional ao tempo de salga, mas a taxa de absorção de sal diminui com o tempo devido à diminuição do diferencial da concentração de cloreto de sódio no queijo e na salmoura. A maior parte do sal é absorvida nas

primeiras horas na salmoura e a difusão do sal cessa quando este atingir seu ponto de saturação na água do queijo (33% de sal na umidade). Furtado & Souza (1981) estudaram a evolução da salga em salmoura do queijo prato de 2,0kg, observando que 58% do sal foram adquiridos nas primeiras doze horas de imersão.

2.6.4 Temperatura da salmoura

A temperatura da salmoura deve estar entre 10°C a 12°C. À medida que a temperatura da salmoura é aumentada, a absorção de sal torna-se mais rápida, mas a perda relativa de água é maior (Breene et al., 1965). O aumento da temperatura da salmoura modifica o tamanho dos poros da matriz protéica do queijo, facilitando a absorção de sal. No entanto, o queijo tende a encolher mais, perdendo maior quantidade de água, principalmente em sua periferia. Além da manutenção da temperatura (10°C a 12°C) permitir a difusão lenta do sal, controla também as fermentações no queijo. Nesta temperatura, a fermentação por coliformes (contaminação) diminui, mas permite a fermentação pelas bactérias lácticas. Salmouras mantidas a altas temperaturas (20°C, por exemplo) tendem a alterar-se rapidamente, provocando a exsudação da gordura do queijo para a periferia, formando uma camada viscosa e visualmente desagradável. Temperaturas inferiores a 7°C promovem uma salga muito lenta (Furtado, 1991; Guinee & Fox, 1987).

2.6.5 pH da salmoura

O pH da salmoura deve ser ajustado em torno do pH do queijo a ser salgado. Para a maioria dos queijos, o pH da salmoura deve estar entre 5,0 e 5,4, para o queijo prato, o pH deve situar-se entre 5,1-5,3 (Furtado, 1991). Quando o pH da salmoura é muito baixo, ele pode aproximar-se do ponto isoelétrico da caseína (pH 4,6), levando a uma precipitação de proteínas da casca.

Conseqüentemente, ocorre um aumento da perda de água pelo queijo e uma diminuição da velocidade de absorção de sal (Guinee & Fox, 1987).

2.6.6 Tamanho do queijo

A taxa de absorção de sal é diretamente proporcional à razão área/volume do queijo. O formato também influencia na absorção de sal, sendo mais intensa quanto maior for a área superficial do queijo. Assim, queijos com as mesmas características, mas com formatos diferentes, absorvem sal em velocidades diferentes. Queijos de mesmo formato, mas de tamanhos diferentes, apresentam velocidades de absorção também diferentes. Esta é maior naqueles queijos menores (Furtado, 1991; Guinee & Fox, 1987; Fonseca, 1986).

2.6.7 pH do queijo

O abaixamento do pH devido ao aumento do teor de ácido láctico do queijo tende a solubilizar o cálcio presente, alterando a sua estrutura. Acredita-se que queijos mais ácidos salgam mais rápido. No entanto, por apresentarem corpo menos maleável do que queijos de pH mais alto, resistem à alteração de volume e perdem menos água no processo de salga (Furtado, 1991; Guinee & Fox, 1987).

2.6.8 Teor de umidade da massa do queijo

A quantidade de absorção do sal no queijo aumenta com o maior teor de umidade na massa. O efeito não se deve somente à umidade, mas também à influência desta na estrutura do queijo. Por exemplo, queijos de corpo duro e textura compacta salgam mais lentamente (Furtado, 1991; Guinee & Fox, 1987).

2.6.9 Teor de gordura do queijo

Queijos com maior teor de gordura no extrato seco absorvem sal mais devagar. Isto se deve a modificações estruturais provocadas pela gordura, como resistência à alteração no volume do queijo, diminuição da capacidade de difusão do sal e interferência na porosidade do queijo (Guinee & Fox, 1987).

2.7 Aspectos microbiológicos relacionados com a salmoura

Vários fatores afetam o desenvolvimento microbiano, dentre eles pode-se citar a atividade de água, sendo essa a principal característica que faz da salmoura um ambiente desfavorável ao desenvolvimento microbiano. Entretanto os microrganismos possuem diferentes habilidades em resistir e até mesmo desenvolver em ambientes halófilos.

2.7.1 Atividade de água

A atividade de água pode ser definida como a razão entre a pressão de água do alimento e a pressão de vapor de água pura a uma determinada temperatura (Silva Jr., 1991). Em uma solução de cloreto de sódio, os valores da atividade de água (A_w) mantida a 25°C são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 Valores da atividade de água (A_w) em soluções de cloreto de sódio (% m/m) mantidas a 25°C

A_w	NaCl (% m/m) - 25°C
0,992	0
0,975	5
0,947	10
0,916	15
0,880	20

Fonte: Silva Jr. (2001)

A Aw tem uma forte influência sobre os microrganismos, que necessitam de água para sua sobrevivência. As bactérias são mais sensíveis à diminuição da atividade de água, seguida pelas leveduras e finalmente os fungos (Luquet, 1993). De maneira geral, a inibição para o crescimento se dá nas seguintes faixas de Aw:

- bactérias: 0,85 (exceto halofílicas);
- leveduras: 0,80 (exceto certas espécies de *Saccharomyces*); e
- mofos: 0,70.

A Tabela 3 apresenta a Aw limite para o crescimento de alguns microrganismos importantes em laticínios. Todos estes microrganismos influenciam na maturação de vários tipos de queijos, sendo, portanto, imprescindível o controle adequado de sal no queijo (Luquet, 1993).

TABELA 3 Aw limite para o crescimento de alguns microrganismos importantes em laticínios

Microrganismo	Aw mínimo
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	0,965
<i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>	0,984
<i>Lactobacillus helveticus</i>	0,962
<i>Propionibacterium shermanii</i>	0,950
<i>Micrococcus lactis</i>	0,947-0,975
<i>Penicillium camemberti</i>	0,860
<i>Mucor</i> sp.	0,920

Fonte: Luquet (1993)

A Aw do queijo é influenciada basicamente por três elementos: o teor de umidade, que a influencia proporcionalmente; o teor de sal no queijo, que

influencia inversamente e a profundidade da proteólise, expressa pela relação percentual nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético a 12% (m/v)/ nitrogênio total ($NS_{TCA12\%}/NT$). A fração $NS_{TCA12\%}$ é definida como os peptídeos de média e baixa massa molecular, solúveis em ácido tricloroacético a 12% (m/v) proveniente de extratos aquosos dos queijos (Silva, 1995). Essa fração é constituída em grande parte por aminoácidos com grupos polares e ionizáveis que interagem com a água, abaixando a A_w (Furtado, 1991).

2.7.2 Contaminação do queijo causada pela salmoura

O queijo pode ser contaminado em várias etapas da fabricação, dentre elas, na salga em salmoura, que é um ponto crítico importante. A concentração normal de NaCl da salmoura não reduz a atividade de água para valores que inibem completamente o desenvolvimento microbiano. Além disso, seu enriquecimento com vários elementos como, ácido láctico, nitrogênio e sais minerais, provenientes do NaCl, da água e do próprio queijo, proporciona condições favoráveis à sobrevivência e multiplicação de diversos tipos de microrganismos deteriorantes e de patógenos (Casalis et al., 1969, La Crampe et al. 1971).

Com relação à qualidade das salmouras utilizadas na indústria de alimentos, o artigo 783 do RIISPOA determina a “proibição do uso de salmouras turvas, sujas, alcalinas, com cheiro amoniacal, fermentadas ou inadequadas por qualquer outra razão” (Brasil, 1997a). No entanto, não há menção de padrões microbiológicos que poderiam ser tolerados.

Os microrganismos aeróbios mesófilos são, em sua maioria, patogênicos. O elevado número dessas bactérias nos alimentos indica a existência de bactérias patogênicas no meio (Carvalho, 1999). Na contagem deste grupo incluem os microrganismos, que crescem em aerobiose e em temperaturas de incubação entre 15°C e 40°C, a uma temperatura média de 35°C

(Silva Jr., 2001). Por meio da enumeração dos microrganismos mesófilos aeróbios pode-se determinar a qualidade bacteriológica do alimento examinado, funcionando com um indicador da qualidade do mesmo (Carvalho, 1999).

Cantoni et al. (1967), estudando a flora microbiana de salmouras, verificaram contagens de bactérias aeróbias mesófilas ou facultativas de 10^7 UFC/mL, ocorrendo aumento gradativo destes microrganismos durante a utilização da salmoura na salga de queijos. Este crescimento também foi constatado por Mansour & Alais (1973), que observaram uma elevação de 10^5 para 10^7 UFC/mL no número de microrganismos aeróbios mesófilos. Garcia et al. (2000a) encontraram valores de aeróbios mesófilos de 10^3 a 10^4 UFC/mL em salmouras para queijo prato com aproximadamente um ano de uso.

A contagem total de microrganismos aeróbios psicrotróficos também pode ser utilizada como subsidio para definição da qualidade microbiológica de alimentos (Reinbold, 1983). Isto se fundamenta no fato de que um grande número de espécies destes microrganismos pode estar envolvido com a ocorrência de toxinfecções alimentares humanas ou com a deterioração e perda da qualidade sensorial dos alimentos (Santos et al., 1999). Eles são definidos como aqueles capazes de crescer à temperatura de refrigeração, independentemente de sua temperatura ótima de crescimento (Banwart, 1989). Assumpção (2001) verificou contagem média de microrganismos psicrotróficos de $1,3 \times 10^5$ UFC/mL em salmouras de queijo prato.

Os bolores e leveduras causam deterioração em alimentos, levando à perda da qualidade do mesmo. Além disso, os bolores produzem micotoxinas que são prejudiciais à saúde humana (Banwart, 1989). Podem se desenvolver em alimentos com alto teor de NaCl com atividade de água de até 0,60 (Silva Jr., 2001). Cantoni et al. (1967) verificaram contagens de bolores e leveduras de 10^4 UFC/mL em salmouras, ocorrendo aumento gradativo desses microrganismos durante a utilização da mesma na salga de queijos. Garcia et al.

(2000a) encontraram variação de 1,0 a 7,7 X 10 UFC/mL em salmouras de queijo prato com um ano de uso.

O *Staphylococcus aureus* e o *S. aureus* coagulase positiva têm sido utilizados como microrganismos indicadores de possível risco à saúde devido à produção de enterotoxina estafilocócica pelo último (Carvalho, 1999). O *S. aureus* apresenta-se em forma de cocos gram-positivos. São catalase positivos e anaérobios facultativos. A faixa de temperatura para crescimento varia de 7°C a 48°C, sendo 37°C a temperatura ótima e, para a produção de toxina, varia de 10°C a 48°C, sendo 40°C a 45°C a faixa ótima (ICMSF, 1998). Segundo Parfentjef & Catelli (1964), o *S. aureus* possui a capacidade de sobreviver em concentrações de 15% a 20% (m/v) de NaCl e também pode produzir enterotoxina em meios com elevado teor de NaCl, entre 19% e 22% (m/v). No entanto, Garcia et al. (2000a) não verificaram a presença de *S. aureus* coagulase positiva em salmouras de queijo prato.

2.8 Proteólise no queijo

A proteólise do queijo é considerada o fenômeno mais importante da maturação, pois afeta de uma só vez a textura, a consistência e o sabor (Minussi, 1994). Segundo Fox (1989), a proteólise pode ser dividida em três fases distintas: 1) no leite, antes da fabricação; 2) na coagulação enzimática do leite, e 3) durante a maturação ou armazenamento.

A proteólise, antes da fabricação, pode ter origem na ação de microrganismos, principalmente das enzimas de bactérias psicrotólicas e de proteinases do leite, como a proteinase alcalina plasmina (Fox, 1989). Durante a coagulação enzimática do leite (segunda fase), a proteólise se dá por ação das enzimas proteolíticas com alta atividade em pH ácido, como a proteólise específica da quimosina sobre a κ -caseína, hidrolisando a ligação entre os aminoácidos 105-106 (fenilalanina - metionina). Essa hidrólise faz com que a

fração amino-terminal, denominada de para- κ -caseína, insolúvel na presença de íons cálcio, passe a fazer parte da estrutura do coágulo e a fração carboxi-terminal, denominada caseíno-macropéptido, solúvel na presença do íon cálcio, seja perdida no soro (Fox, 1991).

A terceira fase se dá durante a maturação, envolvendo as bactérias coagulantes, enzimas naturais do leite, enzimas de bactérias lácticas adicionadas (fermento), enzimas de fermentos não-lácticos (mofos, leveduras e bactérias propiônicas) e enzimas de bactérias não desejadas, mas que ocorrem nos queijos por resistirem à pasteurização ou como contaminantes durante a fabricação (Fox, 1991).

Segundo Fox (1989), a proteólise atua durante a maturação do queijo, pelo menos de quatro formas: pela formação direta de “flavor”, pelo aumento da liberação de compostos com sabor durante a maturação através da modificação de pH, pela formação de NH_3 e pelas alterações na textura.

2.8.1 Relação $\text{NS}_{\text{pH } 4,6}/\text{NT}$ e $\text{NS}_{\text{TCA12\%}}/\text{NT}$

Segundo Minussi (1994), a “extensão” da proteólise caracteriza-se pela quantificação de substâncias nitrogenadas solúveis (NS) acumuladas durante o processo e expressas como percentual do nitrogênio total (NT). Sua determinação analítica baseia-se na precipitação isoeletrica da caseína em uma amostra diluída do queijo. Em pH 4,6, esse índice reflete a atuação das enzimas do coalho na degradação da caseína. O coalho produz, sobretudo, peptídeos de média e baixa massa molecular, que vêm compor o nitrogênio solúvel em pH 4,6. Segundo Lemieux & Simard (1991), os peptídeos de gosto amargo são normalmente encontrados nessa fração, sendo caracterizados pela presença de três a seis aminoácidos.

As substâncias nitrogenadas de massa molecular baixa, acumuladas durante a maturação, constituem a “profundidade” da maturação. Tal

profundidade é quantificada por meio do teor de nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético a 12% (m/v), ou pela determinação direta dos aminoácidos liberados, expressos como percentual do nitrogênio solúvel total. O $NS_{TCA12\%}$ é definido como sendo substâncias nitrogenadas de baixa massa molecular que não precipitam na presença de ácido tricloroacético a 12% (m/v) e são, conseqüentemente, quantificadas nos respectivos filtrados (Minussi, 1994).

A “profundidade” de maturação também pode ser expressa como o percentual da relação $NS_{TCA12\%}/NT$. É importante determinar esse índice, pois ele é diretamente proporcional à ação das endo e exopeptidases bacterianas (descarboxilases e desaminases) que venham a liberar aminoácidos e outros compostos nitrogenados que contribuem para o sabor típico de cada queijo. Entende-se, ainda, que seja um importante instrumento para avaliação da atividade peptidolítica do fermento láctico (Minussi, 1994).

2.8.2 Influência do sal na proteólise do queijo

Com exceção dos queijos de massa cozida, tais como emmental e parmesão, o início da proteólise no queijo é catalisado pelo coagulante residual. A atividade proteolítica da quimosina e da pepsina na α_1 -caseína é estimulada por concentrações de NaCl, sendo ótima a 5% (m/m). Embora a atividade seja inibida a altas concentrações, a proteólise da α_1 -caseína ocorre até 20% de NaCl (m/m) (Fox & Walley, 1971). Por outro lado, a proteólise da β -caseína é fortemente inibida a 5% de NaCl (m/m) e completamente inibida a 10% (m/m) (Phelan, 1973).

Existe pouca informação sobre a influência do NaCl nas enzimas microbianas do queijo; evidências indiretas com relação ao gosto amargo em queijo sugerem que a atividade das proteinases do fermento é inibida por altos níveis de sal. As proteinases do *Penicillium roqueforti* são inibidas por concentração maior que 6% de NaCl (m/m) (Guinee & Fox, 1987).

2.8.2.1 Efeito da relação sal/umidade na proteólise

O teor de sal na umidade em queijo é dado como a relação percentual entre o teores de NaCl e de NaCl mais a água (umidade) da amostra. Serve para padronizar o teor de NaCl em queijos, uma vez que este encontra-se solúvel na água do mesmo, afetando diretamente a proteólise (Minussi, 1994).

A relação sal/umidade tem acentuada influência sobre o índice de proteólise no queijo. Concentrações altas de sal no queijo podem diminuir a intensidade da degradação protéica que, por sua vez, é induzida por alto teor de umidade. O paracaseinato de cálcio, principal constituinte da massa do queijo fresco, degrada-se melhor à concentração de sal próximo de 5% na umidade, equivalente a aproximadamente 2% de NaCl (m/m) no queijo prato (Furtado, 1991). Segundo Guinee & Fox (1987), um certo nível de NaCl (maior que 4,9% de teor de sal na umidade) é necessário para prevenir o desenvolvimento de gosto amargo no queijo causado pela proteólise.

Um queijo com excesso de sal requer muito mais tempo para maturar (Furtado, 1991). Como consequência do aumento da concentração de sal, há um abaixamento na atividade de água e diminuição da disponibilidade de água para a degradação protéica na reação enzimática, caracterizada principalmente pela hidrólise das ligações peptídicas (Surazinki & Peterson, 1973).

2.9 Defeitos em queijos relacionados com a salga

Segundo Furtado (1991), muitos são os defeitos em queijos relacionados com a salga em salmoura. Dentre eles, citam-se:

- as salmouras mantidas a altas temperaturas (20°C, por exemplo) tendem a alterar-se rapidamente e provocam a exsudação de gordura do queijo para a periferia, formando uma camada viscosa e de aspecto desagradável;

- nas salmouras com baixa concentração de sal, as proteínas da casca são hidrolisadas a peptídeos e se dissolvem, formando uma casca amolecida e gelatinosa;
- nas salmouras com concentração muito alta de sal, o queijo perde mais água e forma uma casca muito dura e sem flexibilidade;
- queijos salgados em salmoura nova apresentam amolecimento ou a formação de uma ligeira camada escorregadia e pegajosa na casca do queijo, sendo uma das causas o baixo teor de cálcio;
- salmouras contaminadas com bactérias corineformes e de pH ligeiramente alto, cuja fermentação láctica do queijo foi insuficiente ou interrompida pelo abaixamento brusco da temperatura apresentam queijos com casca escorregadia e pegajosa;
- o sal, com presença de nitratos e magnésio, utilizado em salmoura, provoca manchas na casca do queijo;
- nas salmouras com acidez titulável alta, os queijos apresentam maior acidez superficial após a salga, o que facilita o crescimento de fungos durante a maturação;
- salmouras muito ácidas facilitam o crescimento de leveduras, que contaminam a casca do queijo. Pode ocorrer a formação de gás, quando os queijos são embalados em plástico impermeável (fermentação da lactose residual na casca), além da formação de acetato de etila (odor de frutas);
- em queijos de massa cozida ocorre a formação de uma borda branca na casca do queijo, que se torna seca e friável. O defeito está relacionado com a fermentação insuficiente durante a elaboração e é acentuado por fatores que levam a uma desidratação excessiva da casca do queijo, como concentração de sal excessiva na salmoura,

queijos com teor de umidade excessivamente baixo e temperatura de salga muito alta (acima de 14°C);

- a concentração de sal no queijo influencia na atividade do coalho durante a maturação, sendo que em queijos com baixa concentração de sal, a atividade do coalho é estimulada, provocando gosto amargo;
- o aumento de compostos nitrogenados na salmoura causa uma rápida elevação da população microbiana, com conseqüências indesejáveis para a adequada manutenção da salmoura. Ocorre o crescimento de fungos (*Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*), leveduras (*Saccharomyces* e *Torula*) e bactérias (coliformes, *Micrococcus*). Alguns queijos podem ser contaminados por fungos (*Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Monillia*, *Geotrichum*) que causam uma série de problemas: proteólise da casca em queijos semiduros, aparecimentos de manchas de cores variadas, modificação do sabor na região periférica e rejeição do consumidor;
- bactérias do grupo micrococcus (*Micrococcus caseolyticus*, *Micrococcus freudenreichii* e *Micrococcus conglomeratus*) encontradas em salmouras são halofílicas e de alto poder proteolítico, causando gosto amargo em queijos; e
- a bactéria *Brevibacterium linens* é constantemente encontrada em salmoura, é aeróbia, halofílica e com alto poder proteolítico. Este microrganismo é encontrado em camembert maturado ou na casca do queijo gruyère. Neste confere uma coloração rosada à casca e ocasiona sabor acentuado nas regiões periféricas, tornando-as melosas, devido à sua ação caseolítica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido nas instalações do Laticínios Verde Campo, localizado no município de Lavras, MG (altitude de 902m e temperatura média de 19,8°C) e nas instalações dos Laboratórios de Laticínios e Microbiologia de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

3.2 Fabricação e manutenção da salmoura

A salmoura usada no experimento foi preparada uma única vez, seguindo recomendações técnicas de Furtado (1991) e Fonseca (1986), levando em consideração a concentração de NaCl, pH e boas práticas de fabricação. Após o tratamento térmico (90°C/30 min), a salmoura passou por período de estabilização (24 horas) e foi posteriormente dividida em dois tanques, de mesma capacidade, sendo que em um deles foi adaptado um mecanismo de agitação mecânica.

Ao final de cada processo de salga, recolhiam-se as salmouras dos dois tanques em um único de maior capacidade, para estocagem em câmara fria, até a véspera da próxima fabricação. Ao iniciar a próxima fabricação, o teor de NaCl e o pH da salmoura foram ajustados, sendo sempre submetida ao mesmo tipo de tratamento térmico e estabilização citados anteriormente, para nova divisão em tanques e posterior salga dos queijos.

3.3 Fabricação dos queijos

Queijos prato de 0,5 kg, denominados popularmente de “lanchinhos”, foram fabricados de acordo com técnicas tradicionais descrita por Furtado & Lourenço Neto (1994), conforme Figura 3.

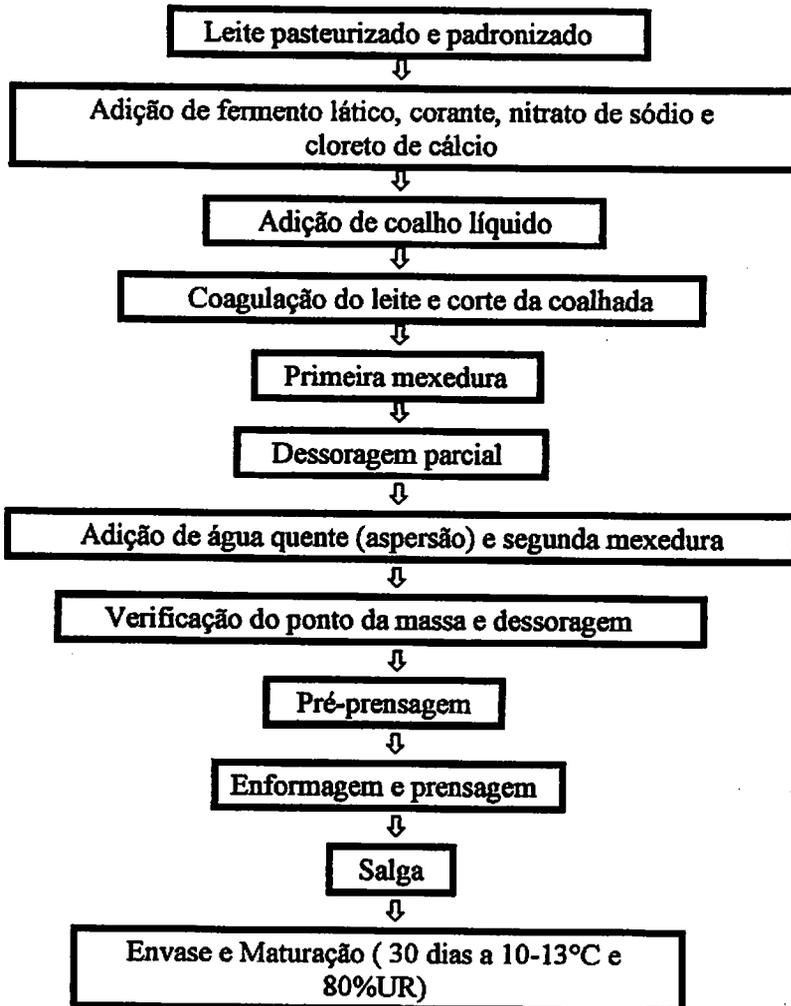


FIGURA 3 Fluxograma da fabricação do queijo prato, de acordo com Furtado & Lourenço Neto (1994)

3.4 Equipamento e processo

Após a prensagem, queijos de mesmo formato e tamanho (mesmas medidas de arestas) foram selecionados, pesados e divididos em dois lotes. O primeiro lote destinou-se ao processo de salga em salmoura estática, conforme ilustra a Figura 4. No segundo lote, um equipamento para agitar a salmoura foi instalado em um dos tanques (Figura 5) e mantido sob agitação contínua a 110 rpm durante todo o processo em que os queijos permaneceram na salmoura. Em ambos os tanques, os queijos foram cobertos com tecido apropriado, para facilitar a penetração do sal na parte superior dos mesmos.



FIGURA 4 Salga de queijos em salmoura estática

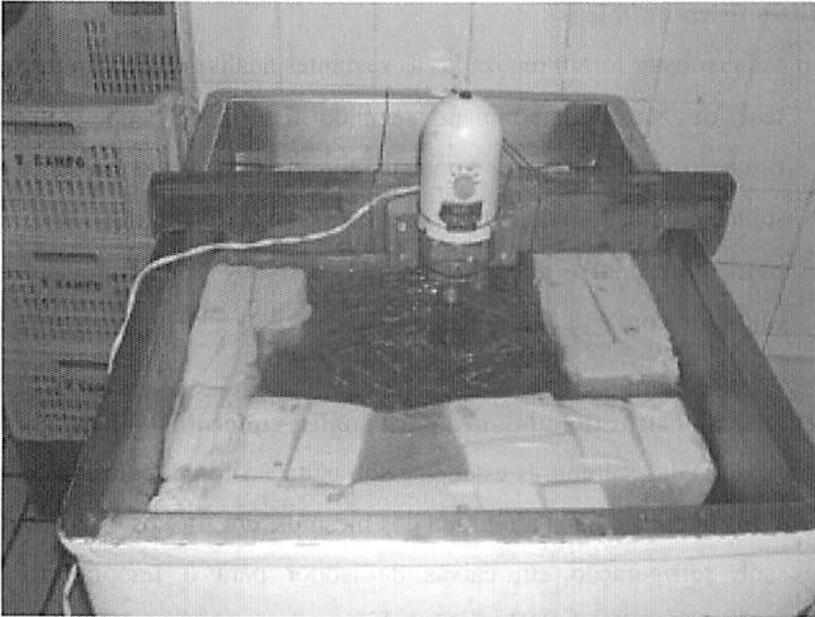


FIGURA 5 Equipamento de agitação instalado em tanque de salmoura

3.5 Análise da salmoura

Para a coleta de amostra da salmoura no tanque, após o preparo, procedeu-se agitação vigorosa para homogeneização perfeita sem acúmulo de NaCl no fundo do tanque.

3.5.1 Amostragem para análises físico-químicas

Amostra da salmoura foi coletada em volume superior a 200 mL para verificação do teor de NaCl e pH. Uma vez em conformidade com as recomendações, foram coletadas amostras das salmouras estáticas e sob agitação antes da colocação dos queijos e após a adição dos queijos, em intervalos de 4 horas, totalizando 12 horas de salga para determinação dos parâmetros físico-químicos.

3.5.2 Análises físico-químicas

Em cada amostra foram realizadas as seguintes análises físico-químicas:

- **teor de NaCl:** determinado segundo IDF (1988), que emprega titulação com nitrato de prata 0,1 mol/L (S.V.), em presença de solução indicadora de cromato de potássio 5% (m/v);
- **pH:** utilizando-se medidor de pH HANNA 8314, previamente calibrado com soluções-tampão.

3.5.3 Coleta das amostras de salmoura para análises microbiológicas

As amostras das salmouras estática e sob agitação foram coletadas antes da colocação dos queijos e após a retirada dos mesmos, em frascos esterilizados e enviados sob refrigeração em caixas de isopor para o Laboratório de Microbiologia de Alimentos do DCA/UFLA, logo após a coleta.

3.5.4 Metodologia das análises microbiológicas

As análises microbiológicas de aeróbios mesófilos, bolores e leveduras e *Staphylococcus* coagulase positiva foram realizadas segundo Método Oficial do Ministério da Agricultura (Brasil 2003a) e as análises de aeróbios psicrotróficos de acordo com o método descrito por Silva et al. (1997).

3.5.4.1 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos

Alíquotas de 1 mL das diluições de salmoura foram semeadas em placas contendo meio plate count ágar (PCA), utilizando-se o método de plaqueamento em profundidade. Após a inoculação, as placas foram incubadas a 35°C, por 48 horas, em estufa apropriada.

3.5.4.2 Contagem total de microrganismos aeróbios psicrotróficos

Aliquotas de 0,1 mL das diluições de salmoura foram semeadas em placas contendo meio PCA, utilizando-se o método de plaqueamento em superfície. Após a inoculação, as placas foram incubadas a 7°C, por 10 dias, em estufa apropriada.

3.5.4.3 Contagem de bolores e leveduras

Aliquotas de 0,1 mL das diluições de salmoura foram semeadas em placas contendo meio ágar batata dextrose acidificado (BDA), utilizando-se o método de plaqueamento em superfície. Após a inoculação, as placas foram incubadas a 25°C, por 5 dias, em estufa apropriada.

3.5.4.4 Contagem de *Staphylococcus coagulase positiva*

Aliquotas de 0,1 mL das diluições de salmoura foram semeadas em placas contendo meio ágar Baird-Parker adicionado de emulsão gema de ovo: salina (1:1 massa/massa) e solução aquosa de telurito de potássio 1%, utilizando-se a técnica de plaqueamento em superfície. Após a inoculação, as placas foram incubadas a 37°C por 48 horas. Colônias típicas e atípicas foram quantificadas, sendo cinco colônias transferidas para tubos contendo caldo infusão cérebro coração (BHI) inclinados e incubados a 36°C, por 24 horas, em estufa apropriada. A partir do crescimento obtido, foram realizados teste de coloração de gram e provas de catalase, de coagulase e de termonuclease.

3.6 Amostragem dos queijos para análises

Queijos prato de 0,5 kg foram retirados das salmouras estáticas e sob agitação em intervalos de 4 horas, totalizando 12 horas de salga. Logo após esta retirada, os queijos passaram por um período de 24 horas de secagem em câmara com temperatura e umidade relativa do ar controladas, 10°C-13°C e 85%,

respectivamente. A partir daí, foram embalados a vácuo em película plástica termoencolhível em equipamento Selovac 300, onde permaneceram por até 30 dias em câmara de maturação. Retiraram-se amostras dos dois processos de salga após embalagem (D+0) e a cada 10 dias de maturação (D+10, D+20 e D+30) para análises, sendo D o dia de entrada na câmara para maturação.

3.6.1 Análises físico-química dos queijos

Nesta etapa, duas formas de amostragem foram conduzidas conforme o tipo de análise. Para análise das frações de sal do queijo, este foi perfurado completamente por uma sonda (Figura 6) na região central, no sentido longitudinal. Esta amostra foi dividida em seis partes, sendo que cada duas metades correspondem a uma fração do queijo, conforme ilustrado na Figura 7. Para as outras determinações, procedeu-se o corte do queijo em oito partes iguais, conforme ilustra a Figura 8, de onde retiraram-se duas partes diametralmente opostas, que representam o produto, segundo IDF (1985).

Todas as determinações físico-químicas foram realizadas em duplicata.

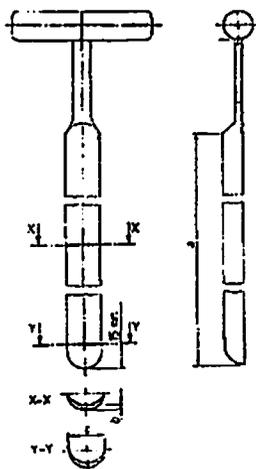
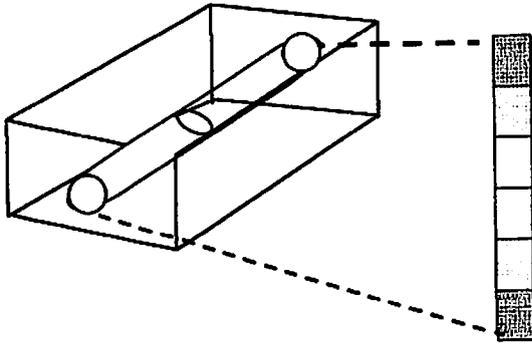


FIGURA 6 Modelo de sonda para amostragem em queijos



1ª fração (centro do queijo)

2ª fração (intermediária)

3ª fração (casca do queijo)

FIGURA 7 Técnica para coleta da amostra em queijo

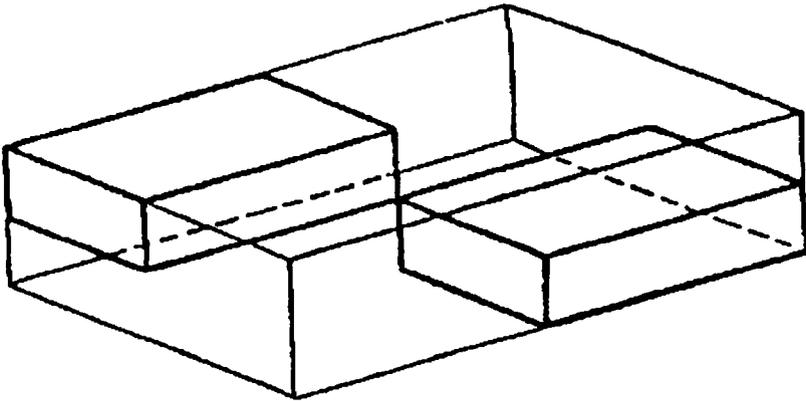


FIGURA 8 Técnica para coleta de amostra de queijo em bloco, no qual a face maior é retangular

3.6.1.1 Teor de NaCl (m/m)

Os teores de NaCl foram determinados segundo IDF (1988), para se calcular:

- teor de sal na umidade = $\text{teor de sal} \times 100 / (\text{teor de sal} + \text{teor de umidade})$;
- teor de NaCl (m/m) nas frações dos queijos;
- teor de NaCl (m/m) dos queijos

3.6.1.2 pH

As medidas de pH foram obtidas utilizando-se medidor de pH HANNA 8314, previamente calibrado com soluções tampão (pH 4,01 e 6,86), com a inserção do eletrodo em uma solução de análise obtida segundo Pereira et al. (2001).

3.6.1.3 Teor de gordura (m/m)

As determinações foram realizadas empregando-se butirômetro de Van Gulik, segundo o Método Oficial do Ministério da Agricultura (2003b), para calcular:

- GES ou percentual de gordura no extrato seco (m/m) = $(\text{teor de gordura} / \text{ES}) \times 100$.

3.6.1.4 Teor de umidade e extrato seco (m/m)

Os teores percentuais de umidade (m/m) e de sólidos totais (m/m) dos queijos foram determinados segundo a técnica da AOAC (1995), empregando-se o método gravimétrico em estufa ($102 \pm 2^\circ \text{C}$).

3.6.1.5 Frações nitrogenadas

Partiu-se de 10g de amostra triturada e homogeneizada dos queijos, para se obter as frações nitrogenadas desejáveis.

3.6.1.5.1 Teor de nitrogênio total (NT)

O teor de nitrogênio total (NT) dos queijos foi determinado pelo método Kjeldahl, segundo Gripon et al. (1975), diretamente sobre uma alíquota de 5 mL, extraído em citrato de sódio 0,5 mol/L. As amostras foram digeridas em blocos digestores modelo – TE 008/50 e destilados em destilador modelo TE-036.

3.6.1.5.2 Fracionamento do nitrogênio total

Para se estudar a proteólise dos queijos, retiraram-se alíquotas do NT e procedeu-se o fracionamento das mesmas utilizando-se ácidos apropriados.

3.6.1.5.2.1 Teor de nitrogênio solúvel a pH 4,6

Foi determinado o teor de nitrogênio solúvel (NS) do queijo após a precipitação isoeletrica das caseínas com solução de ácido clorídrico 1,41mol/L até pH 4,6, em uma amostra de queijo previamente solubilizada em citrato de sódio 0,5mol/L. Esta mistura foi filtrada em papel de filtro Whatman número 42, coletando-se uma solução límpida, contendo a fração hidrolisada da proteína do queijo, solúvel a pH 4,6. A quantificação destas substâncias solúveis foi determinada pelo método de Kjeldahl partindo-se de 5 mL do filtrado (Gripon et al.,1975).

3.6.1.5.2.2 Teor de nitrogênio solúvel em TCA 12%

Após solubilizar as amostras de queijo em citrato de sódio 0,5 mol/L, estas foram precipitadas em solução a 24% (m/v) com ácido tricloroacético (TCA) e filtradas em papel de filtro Whatman número 42, coletando-se uma

solução límpida, que contém peptídeos de baixa massa molecular e aminoácidos (Gripon et al.,1975). O nitrogênio contido nesta solução é denominado nitrogênio solúvel e quantificado pelo método Kjeldahl, partindo-se de 5 mL do filtrado.

3.6.1.5.3 Índices de maturação

Os métodos e fórmulas foram seguidos de acordo com as citações de Wolfschonn-Pombo (1983):

- **índice de extensão:** relação entre a porcentagem de nitrogênio solúvel pH 4,6 (obtido como descrito em 3.6.1.5.2.1) e a porcentagem de nitrogênio total (descrito em 3.6.1.5.1):

$$\textit{Extensão da proteólise} = \frac{\text{Nitrogênio solúvel pH 4,6}}{\text{Nitrogênio total}} \times 100$$

- **índice de profundidade:** relação entre a porcentagem de nitrogênio solúvel em TCA a 12% (obtido conforme descrito em 3.6.1.5.2.2) e a porcentagem de nitrogênio total (descrito em 3.6.1.5.1):

$$\textit{Profundidade da proteólise} = \frac{\text{Nitrogênio solúvel TCA 12\%}}{\text{Nitrogênio total}} \times 100$$

3.6.2 Coleta das amostras para análises microbiológicas

Amostras de queijos foram coletadas antes e imediatamente após serem levadas à salga e ao término do período de maturação (D+30). Em todos os casos, as amostras foram embaladas em película plástica termoencolhível a vácuo, para serem transportadas sob refrigeração, em caixas de isopor, até o Laboratório de Microbiologia de Alimentos do DCA/UFLA, logo após a coleta.

3.6.2.1 Metodologia das análises

As análises microbiológicas de aeróbios mesófilos, bolores e leveduras e *Staphylococcus* coagulase positiva foram realizadas segundo Brasil (2003a) e as análises de aeróbios psicotróficos de acordo com Silva et al. (1997).

3.6.2.2 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos

Conforme item 3.5.4.1.

3.6.2.3 Contagem total de microrganismos aeróbios psicotróficos

Conforme item 3.5.4.2.

3.6.2.4 Contagem de bolores e leveduras

Conforme item 3.5.4.3.

3.6.2.5 Contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva

Conforme item 3.5.4.4.

3.7 Análise estatística dos dados

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado (DIC). Os tratamentos foram dispostos no esquema fatorial conforme o tipo de análise realizada (Tabela 4). Os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F. Quando o teste F for significativo, a análise estatística tem continuidade por meio do teste de Tukey.

As análises foram realizadas por meio de programa estatístico apropriado “SISVAR” 4.3 (Ferreira, 1999), utilizando planilha eletrônica EXCEL (®Microsoft, 1998).

TABELA 4 Esquema dos delineamentos experimentais utilizados

Delineamento geral do experimento					
Tratamentos (salmouras)	Repetições	Tempo de salga	Tempo de maturação		Total
estática	3	4, 8 e 12 h	0, 10, 20 e 30 dias		72
com agitação	3	4, 8 e 12 h	0, 10, 20 e 30 dias		72
Delineamento utilizado no estudo do teor % de NaCl (m/m) das frações do queijo					
Tratamentos (salmouras)	Repetições	Tempo de salga	Frações analisadas	Tempo de maturação	Total
estática	3	4, 8 e 12 h	Centro, intermediária e casca	0, 10 e 20 dias	162
com agitação	3	4, 8 e 12 h	Centro, intermediária e casca	0, 10 e 20 dias	162

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises das salmouras

Os resultados das análises nas salmouras estão descritos a seguir.

4.1.1 Análises físico-químicas das salmouras

A seguir estão demonstrados os resultados obtidos das análises físico-químicas das salmouras empregadas nas fabricações dos queijos.

4.1.1.1 Análises de teor de NaCl das salmouras

Os resultados médios do teor de sal das salmouras, com e sem agitação, estão apresentados na Tabela 5.

A análise de variância não indicou diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos, porém, quando se compararam os períodos de salga, constata-se que ocorreu diferença significativa entre os tempos ($P < 0,01$), nos intervalos de 4 em 4 horas. A Tabela 6 apresenta os resultados médios destes intervalos de salga.

TABELA 5 Teores percentuais de NaCl (m/v) das salmouras com e sem agitação

Teores % de NaCl (m/v) das salmouras	
com agitação	sem agitação
20,1	19,8

Valores médios obtidos de 3 fabricações

A diminuição do teor de NaCl da salmoura deve-se à sua utilização pela massa dos queijos, uma vez que, a cada 4 horas, retirou-se uma determinada quantidade de queijos das salmouras para análises, até o tempo máximo de 12 horas, quando o último lote foi retirado. Esta diminuição do teor inicial de NaCl

pode ser então compreendida, uma vez que a maior parte do sal é absorvida nas primeiras horas na salmoura, segundo Furtado (1991) e Guinee & Fox (1987). Verifica-se, pela Tabela 6, que a diferença significativa entre os teores de NaCl nos intervalos de salga se dá somente a cada 8 horas.

TABELA 6 Teores percentuais de NaCl (m/v) das salmouras com e sem agitação durante o tempo de salga dos queijos

Tempo de salga (horas)	Teores % de NaCl (m/v)
0	20,6 a
4	20,1 a b
8	19,7 b c
12	19,4 c

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Valores médios obtidos de 3 fabricações

A Figura 9 apresenta os resultados médios de teor de NaCl das salmouras a cada intervalo de tempo de 4 horas até 12 horas de salga.

Evolução do teor de NaCl da salmoura ao longo do tempo de salga

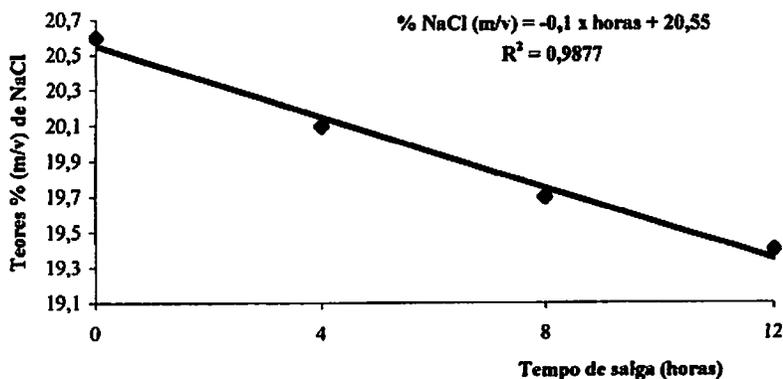


FIGURA 9 Evolução do teor médio de NaCl das salmouras após a retirada de lotes de queijos em intervalos de 4 horas até 12 horas

A análise de variância da interação tratamento x tempo não indicou diferença significativa ($P>0,05$).

4.1.1.2 pH das salmouras

Os resultados médios do pH das salmouras, com e sem agitação, coletadas a cada 4 horas de salga, durante 12 horas, estão apresentados na Tabela 7.

A análise de variância indicou diferença não significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos, períodos de salga e interação tratamento x tempo de salga.

TABELA 7 pH das salmouras com e sem agitação, durante os períodos de salga dos queijos

Tempo de salga (horas)	pH das salmouras	
	com agitação	sem agitação
0 h	5,1	5,1
4 h	5,1	5,0
8 h	5,0	4,9
12 h	5,0	4,9

Valores médios obtidos de 3 fabricações

Os valores de pH das salmouras pouco se alteraram, conforme pode ser observado pela Figura 10, devido ao efeito tamponante. Este resultado está de acordo com o relato de Furtado (1991), no qual o poder tamponante é exercido pelos constituintes do queijo e/ou salmoura trocados no processo de salga, pois, mesmo quando se retiram algumas unidades de queijo do tanque em intervalos regulares, o pH se mantém praticamente inalterado.

pH das salmouras com e sem agitação ao longo do tempo de salga dos queijos

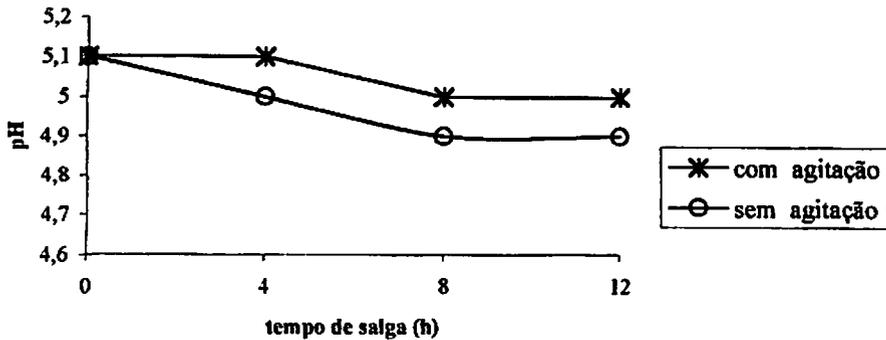


FIGURA 10 Evolução do pH das salmouras, com e sem agitação ao longo do tempo de salga dos queijos, coletadas em intervalos de 4 horas até 12 horas

4.1.2 Análises microbiológicas das salmouras

Os resultados das análises microbiológicas das salmouras estão descritos a seguir.

4.1.2.1 Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos

Os resultados da contagem de microrganismos aeróbios mesófilos das salmouras com e sem agitação, coletadas antes e após a colocação dos queijos (salgados por 12 horas), estão apresentados na Tabela 8.

TABELA 8 Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos nas salmouras com e sem agitação, antes e após a colocação dos queijos, por 12 horas de salga

Repetições	Salmoura antes da colocação dos queijos (UFC/mL)	Salmoura após a colocação dos queijos	
		Sem agitação (UFC/mL)	Com agitação (UFC/mL)
1	$1,7 \times 10^2$	$3,5 \times 10^3$	$3,7 \times 10^3$
2	$1,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^3$	$4,8 \times 10^3$
3	$2,3 \times 10^2$	$1,2 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$
Média geral	$1,8 \times 10^2$	$3,0 \times 10^3$	$3,4 \times 10^3$

Quando se compararam os resultados encontrados para microrganismos aeróbios mesófilos nas salmouras, entre os tratamentos com e sem agitação, observaram-se contagens próximas dentro da mesma escala decimal, ou seja, não houve um acréscimo consistente e menores que encontradas por outros autores, como Mansour & Alais (1973). Estes autores observaram aumento no número de microrganismos aeróbios mesófilos durante a utilização das salmouras de 10^5 para 10^7 UFC/mL e Cantoni et al. (1967), verificaram contagem de 10^7 UFC/mL. No entanto, Garcia et al. (2000a) observaram, em salmouras para queijo prato com aproximadamente um ano de uso, valor médio situado entre 10^3 a 10^4 UFC/mL.

Devido às maiores contagens encontradas nas salmouras com e sem agitação, após a colocação dos queijos, quando comparada àquela antes do uso, sugere-se a ocorrência de contaminação das salmouras por microrganismos aeróbios mesófilos oriundos dos queijos. Segundo Jay (1994) e Sperber (1983), o aumento do número destes microrganismos durante a utilização das salmouras na salga de queijos provavelmente não deve ser devido à multiplicação dos mesmos, já que o meio não apresenta características ideais para que esse fato aconteça, e sim à transferência desses microrganismos dos queijos para as



salmouras. De acordo com Shegdoni et al. (1979), os mesmos podem ser provenientes do fermento lácteo utilizado no processamento do queijo.

4.1.2.2 Contagem de microrganismos aeróbios psicrotróficos

Os resultados da contagem de microrganismos aeróbios psicrotróficos das salmouras com e sem agitação, coletadas antes e após a colocação dos queijos (salgados por 12 horas), estão apresentados na Tabela 9.

Quando se compararam as contagens de psicrotróficos nas salmouras antes da colocação do queijos e após a retirada dos mesmos, verificou-se um aumento no número de microrganismos, provavelmente pela contaminação proveniente dos queijos.

TABELA 9 Contagem de microrganismos aeróbios psicrotróficos nas salmouras com e sem agitação, antes e após a colocação dos queijos, por 12 horas de salga

Repetições	Salmoura antes da	Salmoura após a colocação dos queijos	
	colocação dos queijos UFC/mL	Sem agitação UFC/mL	Com agitação UFC/mL
1	4	1,2 X 10	1,1 X 10
2	2	2,5 X 10	3,1 X 10
3	3	1,4 X 10	2,5 X 10
Média geral	3	1,7 X 10	2,2 X 10

As salmouras após a colocação dos queijos apresentaram contagens de psicrotróficos muito próximas e na mesma escala decimal, demonstrando que a agitação não interferiu no crescimento destes microrganismos. Assumpção (2001) encontrou média de $1,3 \times 10^5$ UFC/mL em salmoura de queijo prato.

4.1.2.3 Contagem de bolores e leveduras

Os resultados da contagem de bolores e leveduras das salmouras, antes e após a colocação dos queijos, estão apresentados na Tabela 10.

A contagem encontrada para bolores e leveduras na salmoura antes da colocação dos queijos foi superior quando comparada com ambas as salmouras após a retirada dos mesmos. Isso pode ser devido à contaminação dos queijos quando colocados nas salmouras. Resultados próximos foram encontrados por Garcia et al. (2000a), cujos valores variaram de 1,0 a 7,7 X 10 UFC/mL em salmouras de queijo Prato. Amaral et al. (1992) também verificaram valores médios de 0,4 x 10 UFC/mL a 2,0 x 10³ UFC/mL, em salmouras de queijo mussarela analisadas com zero e 21 dias de uso, respectivamente, sem que a mesma fosse tratada neste período para correção de sua carga microbiológica.

TABELA 10 Contagem de bolores e leveduras nas salmouras com e sem agitação, antes e após a colocação dos queijos

Repetições	Salmoura antes da colocação dos queijos UFC/mL	Salmoura após a colocação dos queijos	
		Sem agitação UFC/mL	Com agitação UFC/mL
1	7	2,5 X 10	2,2 X 10
2	3	4,8 X 10	5,0 X 10
3	4	3,2 X 10	3,1 X 10
Média geral	5	3,5 X 10	3,4 X 10

Quando se compararam as duas salmouras após a retirada dos queijos, observou-se que não houve diferença na escala decimal. A agitação da salmoura, que poderia oxigená-la e conseqüentemente elevar a contagem de bolores e leveduras, uma vez que esses microrganismos são aeróbios, não foi capaz de alterá-la.

4.1.2.4 Contagem de *Staphylococcus coagulase positiva*

Apesar de terem sido registradas contagens presuntivas em ágar Baird Parker, não foi confirmado o crescimento de *Staphylococcus coagulase positiva* em nenhuma das salmouras.

Garcia et al. (2000a) também não verificaram a presença de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva em salmouras de queijo prato com aproximadamente um ano de uso. Assumpção (2001) encontrou contagem estimada menor que um para *Staphylococcus coagulase positiva*. Segundo este mesmo autor, a contaminação dos alimentos por *Staphylococcus sp.* de origem humana pode ser bastante reduzida mediante redução da manipulação dos alimentos, higiene dos manipuladores e adoção de boas práticas de manufatura, e esses cuidados foram considerados durante a execução deste experimento.

4.2 Análises dos queijos

Os resultados das análises dos queijos estão descritos a seguir.

4.2.1 Análises físico-químicas dos queijos

Os queijos salgados em salmouras pelos sistemas com e sem agitação foram analisados logo após o processo de secagem e a cada 10 dias de maturação, até completar 30 dias.

4.2.1.1 Teor de extrato seco e umidade

Os queijos foram maturados embalados, o que lhes proporcionou mesmo teor de umidade durante todo o período (30 dias), em consequência da manutenção do extrato seco (ES). Assim, os dados analisados não diferiram ($P>0,05$) para tratamento, tempo de salga, período de maturação e interações, segundo a análise de variância.

Para os tratamentos com e sem agitação, as médias foram 41,8% e 42,4% (m/m) de teor de umidade (ES de 58,2% e 57,6 % m/m), respectivamente, o que se aproxima bastante da composição esperada para o queijo prato, que segundo Furtado & Lourenço Neto (1994), varia de 42% a 44% (m/m). A legislação brasileira preconiza umidade entre 36,0% e 45,9% (m/m) (Brasil, 1997b).

A Tabela 11 apresenta as médias de teores de umidade e ES (m/m) dos queijos em relação ao tempo de salga.

TABELA 11 Teores de extrato seco e umidade dos queijos salgados nas salmouras com e sem agitação, durante o período de salga

Tempo de salga (horas)	Extrato seco (%m/m)	Umidade (%m/m)
4 h	57,6	42,4
8 h	57,8	42,2
12 h	58,1	41,9

Valores médios obtidos de 3 fabricações.

Nos períodos de maturação, a umidade média dos queijos variou de 41,6% a 42,2% (m/m) dentro dos 30 dias. Como visto, a umidade dos queijos permaneceu constante, seja durante o tempo de salga (até 12 h) ou mesmo no período de maturação (por até 30 dias). O mesmo comportamento do teor de NaCl no queijo foi observado, ou seja, também constante, portanto, esses dois parâmetros podem ser relacionados, uma vez que, segundo Furtado (1991), a umidade é um dos pré-requisitos básicos que influenciam na absorção de sal no queijo, além de outros fatores, como temperatura e pH da salmoura, tamanho, pH e gordura do queijo, que também se apresentam constantes.

4.2.1.2 Teor percentual de gordura no extrato seco (GES)

Os teores de gordura no extrato seco dos queijos (GES), determinados ao final do período de maturação, comportaram-se de forma semelhante quando se comparou o tipo de salga, pois a análise de variância demonstrou não haver diferença significativa ($P>0,05$) entre elas.

O GES é a maneira mais correta de se avaliar a gordura, pois, se ocorrer aumento nos sólidos totais em decorrência do período de maturação, haverá aumento proporcional do teor de gordura e outros constituintes do queijo.

As médias encontradas de GES para salgas com e sem agitação encontram-se na Tabela 12. Estes valores se enquadram na classificação do queijo prato que, segundo Brasil (1997b), podem variar de 45,0% a 59,9% (m/m), ou seja, classificado como queijo gordo.

TABELA 12 Teores percentuais de GES (m/m) dos queijos salgados em salmouras com e sem agitação

Teores % de GES (m/m)	
com agitação	sem agitação
53,0	54,1

Valores médios obtidos de 3 fabricações.

4.2.1.3 Teor percentual de NaCl dos queijos

A análise de variância dos dados para teor de NaCl não indicou diferença entre os tipos de salmoura estudados. A média geral, em ambos os tratamentos foi de 1,6% (m/m), valor considerado dentro do limite citado por Furtado & Lourenço Neto (1994), que varia de 1,6% a 1,9% (m/m).

Com relação ao tempo de salga, houve diferença significativa ($P<0,01$), conforme pode ser visto na Tabela 13. Esta elevação dos teores de NaCl dos queijos à medida que se observa o tempo de permanência dos mesmos nas salmouras, está de acordo com Furtado (1991) e Guinee & Fox (1987). Segundo

estes autores, a quantidade de sal absorvida é proporcional ao tempo de salga, porém, a taxa de absorção de sal diminui com o tempo devido à diminuição do diferencial da concentração de cloreto de sódio no queijo e na salmoura.

Quanto ao tempo de maturação, não houve diferença ($P>0,05$) entre os teores de NaCl dos queijos. Neste caso, a média encontrada foi 1,6% (m/m) de teor de NaCl, durante os 30 dias de maturação. Esta constância do teor de NaCl dos queijos na cura, pode ser explicada pela igual constituição da matéria seca e, conseqüentemente, teor de umidade durante o período de maturação, uma vez que o teor de umidade do queijo é um dos requisitos básicos para variação no seu teor de NaCl. Neste experimento, os queijos permaneceram, durante todo o processo de maturação, embalados a vácuo em película plástica termoencolhível, o que evita perda de umidade pelo queijo.

TABELA 13 Teores médios de NaCl dos queijos provenientes das duas salmouras, com e sem agitação, para cada período de salga

Tempo de salga (horas)	Teores % (m/m) de NaCl dos queijos
4 h	1,2 a
8 h	1,6 b
12 h	1,9 c

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Valores médios obtidos de três fabricações

Todas as interações apresentaram efeito não significativo ($P>0,05$) para teor de NaCl dos queijos, segundo a análise de variância.

4.2.1.4 Sal na umidade

O teor de sal na umidade em queijo é dado como a relação percentual entre o teores de NaCl e de NaCl mais a água (umidade) da amostra. Serve para

padronizar o teor de NaCl em queijos, uma vez que este encontra-se solúvel na água do mesmo, afetando diretamente a proteólise (Minussi, 1994).

Neste experimento, a análise de variância indicou diferença não significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos, tendo a média encontrada em ambos sido de 3,7% (m/m). Este valor enquadra-se dentro do limite aceitável para o queijo Prato, segundo Furtado (1991), que cita 5% como a relação máxima para degradação do paracaseinato de cálcio, principal constituinte da massa do queijo.

Sendo assim, o sistema de agitação na salmoura não foi capaz de provocar mudança nos teores de NaCl e umidade dos queijos, portanto, a igualdade dos resultados de sal na umidade se faz coerente, por depender destes dois constituintes.

Com relação ao tempo de salga, a análise de variância indicou efeito significativo ($P<0,01$), porém, quanto ao período de maturação, a mesma indicou efeito não significativo ($P>0,05$). A Tabela 14 apresenta os resultados.

TABELA 14 Teores médios de sal na umidade dos queijos inteiros provenientes da salga em salmouras com e sem agitação para cada período de salga e durante o processo de maturação

Tempo de salga (horas)	Teores % (m/m) sal na umidade dos queijos
4	2,8 a
8	3,6 b
12	4,4 c

Período de maturação (dias)	Teores % (m/m) sal na umidade dos queijos
0	3,6
10	3,6
20	3,6
30	3,6

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Valores médios obtidos de três fabricações

Quanto ao tempo de salga, era esperada a diferença nos resultados, uma vez que, se houve aumento nos teores de NaCl dos queijos à medida que estes permaneceram por mais tempo nas salmouras, em condições de mesma umidade, verificou-se aumento proporcional nos teores de sal na umidade. Já no período de maturação, como os teores isolados de umidade e NaCl dos queijos permaneceram constantes, era esperada a manutenção também dos teores de sal na umidade, uma vez que, se os queijos são maturados embalados, a perda desta é considerada inexistente.

Todas as combinações de interações entre tratamento, tempo de salga e períodos de maturação apresentaram-se sem efeito significativo ($P>0,05$), segundo a análise de variância.

4.2.1.5 Teor percentual de NaCl em frações dos queijos

Quando se aprofundou nas determinações de teor de NaCl dos queijos, estudou-se como ocorreu a difusão do sal nos tipos de salga com e sem agitação, no sentido casca-centro, em cada período de salga, durante 20 dias da maturação. De acordo com a análise de variância, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$), em que as médias encontradas foram de 1,2% (m/m), nos dois casos.

Já os teores de NaCl nas frações, nos tempos de salga e maturação apresentaram diferenças significativas ($P<0,01$).

A Tabela 15 apresenta os teores de NaCl das frações dos queijos. Os teores de NaCl nas frações centro e intermediária não apresentaram diferença, mas, na fração casca, houve maior penetração do sal, como esperado, pois é o local de contato com a salmoura, por onde migra o sal para a parte interna do queijo.

TABELA 15 Teores médios de NaCl dos queijos nas frações amostradas dos queijos

Frações	Teores % (m/m) NaCl nas frações
Centro	1,0 a
Intermediária	1,1 a
Casca	1,5 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Valores médios obtidos de três fabricações

A Tabela 16 apresenta os dados do teor de NaCl dos queijos nos períodos de salga estudados. Observa-se, neste caso que, conforme o tempo de permanência dos queijos nas salmouras aumenta, tem-se maior teor de NaCl nas frações.

Na Tabela 17 encontram-se os dados médios de teor de sal nas frações dos queijos, conforme avanço do tempo de maturação. Nota-se aumento dos teores médios de NaCl das frações conforme avanço da maturação, devido, principalmente, ao aumento dos teores nas frações centro e intermediária e manutenção deste na fração da casca, até se igualarem totalmente, o que não aconteceu até o período de 20 dias.

TABELA 16 Teores médios de NaCl das frações amostradas dos queijos conforme o tempo de salga

Tempo de salga (horas)	Teores % (m/m) NaCl nas frações
4	1,0 a
8	1,2 b
12	1,4 c

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Valores médios obtidos de três fabricações

TABELA 17 Teores médios de NaCl das frações amostradas dos queijos, conforme o período de maturação

Período de maturação (dias)	Teores % (m/m) NaCl nas frações
0	0,6 a
10	1,4 b
20	1,6 c

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Valores médios obtidos de três fabricações

As interações tempo de salga x tempo de maturação e tempo de maturação x fração apresentaram diferenças significativas ($P < 0,01$), porém, não apresentaram nas demais interações ($P > 0,05$). O desdobramento da interação tempos de salga nos tempos de maturação pelo teste de média de Tukey é apresentado na Tabela 18.

TABELA 18 Teores médios de NaCl das frações amostradas dos queijos conforme o tempo de salga em cada período de maturação

Tempo de salga (horas)	Teores % (m/m) de NaCl nas frações		
	Período de maturação (dias)		
	0	10	20
4	0,6 a A	1,1 a B	1,3 a C
8	0,7 a A	1,4 b B	1,6 b B
12	0,7 a A	1,7 c B	1,9 c C

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente entre tempos de salga (h) e as seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem estatisticamente entre tempos de maturação (Tukey, - $P < 0,05$). Valores médios obtidos de três fabricações

Neste desdobramento da interação, verifica-se um aumento significativo ($P < 0,05$) dos teores de NaCl das frações à medida que avança a maturação. Isto era esperado, pois, como a tendência é de se igualarem (aumentando as do

centro e intermediária, e mantendo-se constante a da casca), a média também aumenta. Verifica-se também que nas 4 primeiras horas da salga, quando a maior parte do sal é absorvida, segundo Furtado (1991) e Guinee & Fox (1987), assim como no final das 12 horas, o aumento é mais significativo do que no tempo intermediário, com 8 horas, quando os queijos podem ainda não estar com seu teor ideal.

A partir dos 10 dias da maturação, nota-se diferença significativa ($P < 0,05$) nos teores de NaCl das frações, quando há aumento do tempo de salga dos queijos, devido ao aumento das frações do centro e intermediária, que colaboram em maior proporção para a média do que a fração casca, que é mais constante. Tal comportamento não ocorreu logo após a secagem ($P > 0,05$), ou seja, tempo zero, quando provavelmente as frações do centro e intermediária, por estarem com teores de NaCl muito baixos, contribuíram pouco para o teor total médio. A migração acontece de forma lenta, de acordo com Luquet (1993) e Furtado (1991), sendo o coeficiente de difusão do sal para os queijos gouda ou prato, $0,25\text{cm}^2/\text{dia}$.

A Tabela 19 apresenta o desdobramento da interação tempo de maturação nas frações amostradas pelo teste de média de Tukey.

No desdobramento da interação tempos de maturação dentro de cada nível das frações amostradas e vice-versa, apresentado na Tabela 19, verifica-se que, quando avança a maturação, tem-se aumento significativo ($P < 0,05$) dos teores médios de NaCl nas frações do centro e intermediária, uma vez que o sal está migrando para estas frações diariamente. Na fração casca, verifica-se aumento somente nos primeiros 10 dias, ocorrendo, após, uma estabilização ($P > 0,05$) para igualar-se no queijo todo.

Quando se verifica o teor médio de cada período da maturação nas frações, em todos eles há igual teor de NaCl nas frações do centro e

intermediária ($P>0,05$) e maior na fração casca, por onde o sal penetra inicialmente e concentra-se mais até igualar-se no queijo todo.

TABELA 19 Teores médios de NaCl das frações amostradas dos queijos conforme o período de maturação

Frações	Teores % (m/m) médio de NaCl		
	Período de maturação (dias)		
	0	10	20
Centro	0,4 a A	1,2 a B	1,5 a C
Intermediária	0,4 a A	1,4 a B	1,6 a C
Casca	1,2 b A	1,6 b B	1,8 b B

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente entre frações e as seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem estatisticamente entre tempos de maturação (Tukey, - $P<0,05$). Valores médios obtidos de três fabricações

4.2.1.6 Acompanhamento do pH durante a proteólise

Ao se iniciar o processo de maturação dos queijos o pH médio das amostras submetidas à salga sob agitação foi de 5,1, mesmo valor daquelas em salmoura estática. A análise de variância indicou diferença não significativa ($P>0,05$) para os tratamentos, enquanto que, para o tempo de maturação, a diferença foi significativa ($P<0,01$). A interação tratamento x tempo apresentou diferença não significativa ($P>0,05$). A Figura 11 apresenta a evolução do pH no período de cura. O teor uniforme de umidade entre os tratamentos talvez seja o que mais tenha influenciado no comportamento do pH dos queijos, já que as outras possíveis causas influenciáveis tenham sido controladas, como uso de fermento láctico, leite, dentre outras. No período de maturação é esperado um aumento do pH dos queijos, devido à formação de compostos nitrogenados alcalinos e, provavelmente, do catabolismo do ácido láctico. Ao final da maturação, ambos os tratamentos apresentaram valor de pH de 5,25, condizente

com a faixa esperada para o queijo prato, segundo Furtado & Lourenço Neto (1994), que é de 5,2 a 5,4.

Evolução do pH dos queijos ao longo da maturação

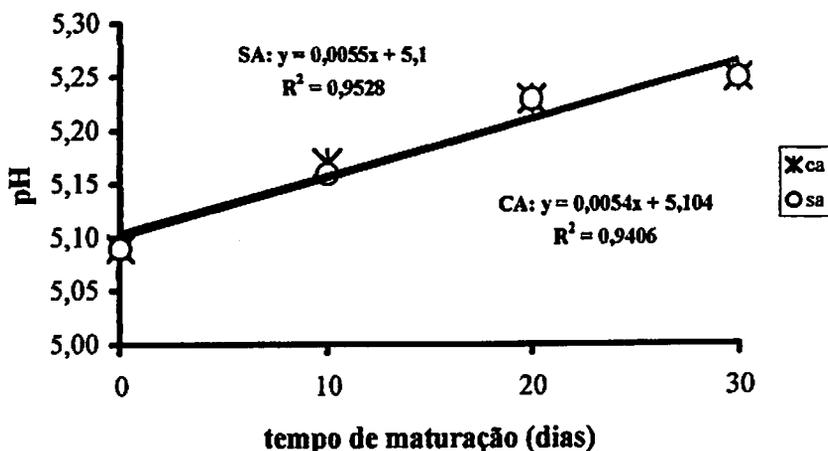


FIGURA 11 Evolução do pH dos queijos ao longo da maturação

4.2.1.7 Proteólise

Durante os 30 dias de maturação dos queijos, as frações nitrogenadas NT, $NS_{pH4,6}$ e $NS_{TCA12\%}$ foram determinadas para cálculos dos índices de proteólise e, conseqüentemente, seu acompanhamento.

4.2.1.7.1 Relação % $NS_{pH4,6}$ / NT

Também chamada extensão de proteólise, é um índice que quantifica, principalmente, os peptídeos oriundos da ação das peptidases do coagulante. Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$) para este

índice, porém, o tempo de maturação apresentou efeito significativo ($P < 0,01$). A interação tratamento x tempo não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$).

A Figura 12 ilustra o comportamento da extensão de proteólise.

As médias encontradas para os tratamentos com e sem agitação foram de 10,1% e 10,4%, respectivamente. Segundo Furtado & Lourenço Neto (1994), valores de pH inferiores a 5,5, como aconteceu neste trabalho, tornam a proteólise mais lenta, devido à distância do pH ideal para as proteases bacterianas e também o da quimosina do coalho.

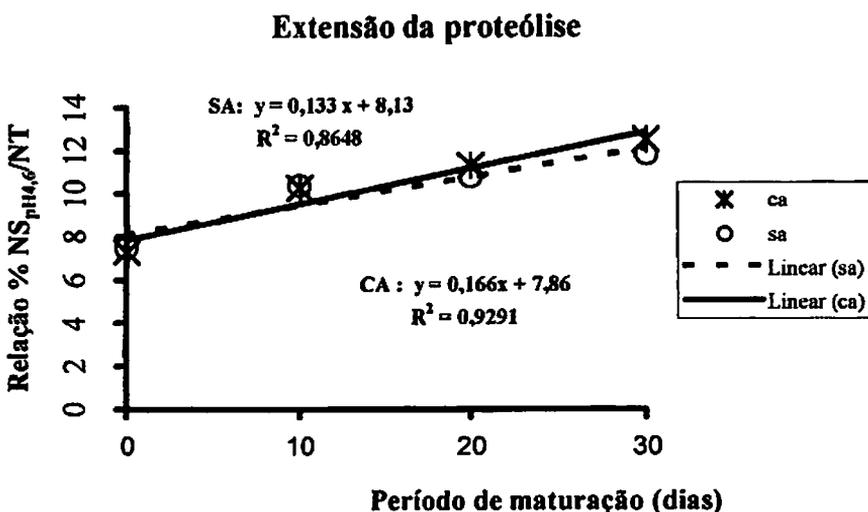


FIGURA 12 Extensão de proteólise dos queijos durante o período de maturação
Valores médios obtidos de 3 fabricações analisados em duplicata

O teor de umidade influencia diretamente a proteólise, uma vez que pequenas alterações nela podem resultar em alterações relativamente grandes na atividade proteolítica dos queijos. Sendo assim, queijos mais úmidos tendem a se proteolisar mais. Como, neste trabalho, a umidade manteve-se constante, não só entre os tipos de salga, mas também durante o período da maturação, a

pequena variação entre o início e o final da maturação era esperada. Os dados apresentam-se bem próximos aos encontrados por Costa (2002), que também trabalhou com queijo prato.

4.2.1.7.2 Relação % NS_{TCA12%}/NT

Também chamada profundidade de proteólise, é um índice que quantifica, principalmente, peptídeos e aminoácidos oriundos da ação das endo e exopeptidases bacterianas (descarboxilases e desaminases) do fermento láctico. Neste caso, também foi observada diferença não significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos e na interação tratamento x tempo. O tempo de maturação apresentou efeito significativo ($P < 0,01$).

A Figura 13 ilustra o comportamento da profundidade da proteólise.

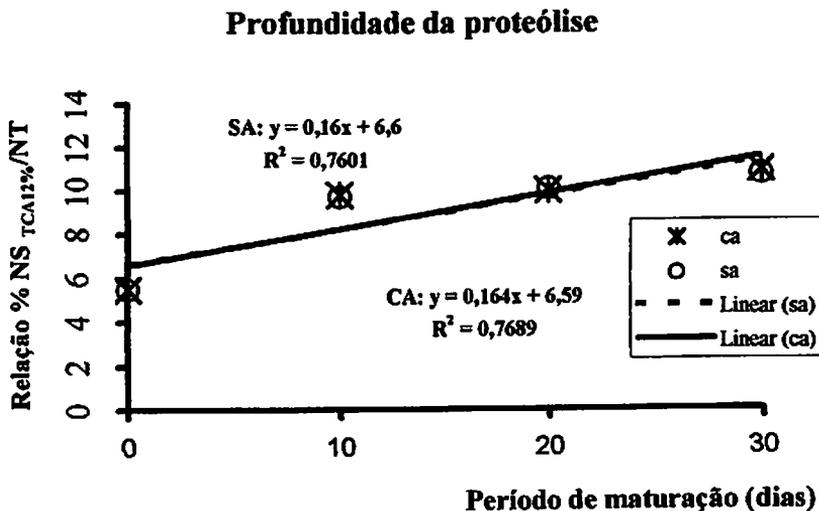


FIGURA 13 Profundidade de proteólise dos queijos durante o período de maturação. Valores médios obtidos de 3 fabricações analisados em duplicata

As médias encontradas para os tratamentos com e sem agitação foram de 9,1% e 9,0%, respectivamente. As mesmas explicações do efeito da umidade e pH também são válidas para este índice.

4.2.2 Análises microbiológicas dos queijos

Os resultados das análises microbiológicas dos queijos encontram-se a seguir.

4.2.2.1 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos

Os resultados encontrados para a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos nos queijos, antes de serem colocados nas salmouras com e sem agitação, imediatamente após a retirada das mesmas e com 30 dias de maturação, também provenientes das duas, estão apresentados na Tabela 20.

Observa-se que os resultados encontrados nos queijos, antes de serem colocados e após a sua retirada das salmouras com e sem agitação, foram próximos, indicando que a salmoura não contribuiu para contaminação dos queijos. A agitação da salmoura que poderia elevar as contagens desse microrganismo pela sua aeração não contribuiu para a elevação dos mesmos nos queijos.

Após a maturação dos queijos salgados nas duas salmouras, com e sem agitação, as contagens reduziram uma casa decimal, passando de 10^4 para 10^3 UFC/g. Isso pode ser devido à migração do sal para o interior do queijo, reduzindo a atividade de água do mesmo e, conseqüentemente, inibindo o crescimento dos microrganismos aeróbios mesófilos.

TABELA 20 Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos no queijo antes da salga, após a retirada das salmouras com e sem agitação e com 30 dias de maturação provenientes das respectivas salmouras

Repetições	Queijo antes da salga	Queijo retirado após salga na salmoura sem agitação	Queijo retirado após salga na salmoura com agitação	Queijo salgado na salmoura sem agitação 30 dias de maturação	Queijo salgado na salmoura com agitação 30 dias de maturação
	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g
1	$4,5 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$	$2,5 \times 10^4$	$3,8 \times 10^3$	$3,4 \times 10^3$
2	$6,3 \times 10^4$	$3,2 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$	$4,6 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$
3	$3,5 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$	$2,7 \times 10^4$	$1,3 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$
Média geral	$4,8 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$	$3,2 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$

4.2.2.2 Contagem total de microrganismos aeróbios psicotróficos

Os resultados encontrados para a contagem de microrganismos aeróbios psicotróficos nos queijos antes de serem colocados nas salmouras, com e sem agitação, imediatamente após sua retirada das mesmas e com 30 dias de maturação, provenientes das duas salmouras, estão apresentados na Tabela 21.

Neste caso, os queijos antes e após a colocação na salga, apresentaram-se com contagens constantes de 10^2 , indicando, como analisado nas salmouras, que ocorreram contaminações na salmoura, provenientes dos queijos. Os resultados encontrados para os queijos após a salga, em ambas as salmouras, foram inferiores ao de Assumpção (2001), que encontrou média de $3,5 \times 10^6$ UFC/g, em queijo prato embalado com 4 dias após a fabricação.

Após 30 dias de maturação, ocorreu uma redução decimal nos queijos provenientes das duas salmouras, com e sem agitação, possivelmente pela penetração do sal para o interior do queijo e, conseqüentemente, a redução da atividade de água.

TABELA 21 Contagem de microrganismos aeróbios psicrotróficos no queijo antes da salga, após a retirada das salmouras com e sem agitação e com 30 dias de maturação, provenientes das respectivas salmouras

	Queijo antes da salga	Queijo retirado após salga na salmoura sem agitação	Queijo retirado após salga na salmoura com agitação	Queijo salgado na salmoura sem agitação 30 dias de maturação	Queijo salgado na salmoura com agitação 30 dias de maturação
Repetições	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g
1	$3,4 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$	$4,2 \times 10$	$3,7 \times 10$
2	$4,2 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$	$3,7 \times 10^2$	$5,1 \times 10$	$5,8 \times 10$
3	$2,5 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	$2,3 \times 10$	$3,1 \times 10$
Média geral	$3,4 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$3,9 \times 10$	$4,2 \times 10$

4.2.2.3 Contagem de bolores e leveduras

Os resultados encontrados para a contagem de bolores e leveduras nos queijos antes de serem colocados nas salmouras, com e sem agitação, imediatamente após sua retirada das mesmas e com 30 dias de maturação, provenientes das duas salmouras estão apresentados na Tabela 22.

Os valores encontrados para os queijos antes de serem colocados nas salmouras, após a retirada das salmouras com e sem agitação, foram semelhantes (mesma escala decimal). Portanto, a agitação da salmoura não interferiu no crescimento dos bolores e leveduras.

No entanto, quando se comparam os queijos retirados após a salga das duas salmouras com os queijos maturados por 30 dias, provenientes das mesmas, observou-se uma redução na contagem de bolores e leveduras, que pode ser devido à migração do sal do queijo, que reduziu a atividade de água. Também a maturação dos queijos embalados a vácuo pode ter reduzido a disponibilidade de

oxigênio para o crescimento desses microrganismos, visto que os mesmos são aeróbios.

TABELA 22 Contagem de bolores e leveduras no queijo antes da salga, após a retirada das salmouras com e sem agitação e com 30 dias de maturação das respectivas salmouras

	Queijo antes da salga	Queijo retirado após salga na salmoura sem agitação	Queijo retirado após salga na salmoura com agitação	Queijo salgado na salmoura sem agitação 30 dias de maturação	Queijo salgado na salmoura com agitação 30 dias de maturação
Repetições	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g
1	$2,1 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,9 \times 10^2$	$1,3 \times 10$	$1,5 \times 10$
2	$5,8 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$	$4,4 \times 10^2$	$3,8 \times 10$	$4,2 \times 10$
3	$4,3 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$	$2,2 \times 10$	$2,6 \times 10$
Média geral	$4,1 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$	$2,4 \times 10$	$2,7 \times 10$

4.2.2.4 Contagem de *Staphylococcus coagulase positiva*

Os resultados encontrados para a contagem de *Staphylococcus coagulase positiva* nos queijos antes de serem colocados nas salmouras, com e sem agitação, imediatamente após sua retirada das mesmas e com 30 dias de maturação, provenientes das duas salmouras estão apresentados na Tabela 23.

Os valores encontrados para a contagem de *Staphylococcus coagulase positiva* nos queijos em todas as etapas analisadas foram semelhantes, situando-se na casa decimal 10^2 , estando em conformidade com a legislação brasileira para o queijo prato embalado, cujos níveis devem situar-se entre 10^2 e 10^3 UFC/g (Brasil, 2001).

TABELA 23 Contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva no queijo antes da salga, após a retirada das salmouras com e sem agitação e com 30 dias de maturação, provenientes das respectivas salmouras

	Queijo antes da salga	Queijo retirado após salga na salmoura sem agitação	Queijo retirado após salga na salmoura com agitação	Queijo salgado na salmoura sem agitação 30 dias de maturação	Queijo salgado na salmoura com agitação 30 dias de maturação
Repetições	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g
1	$1,6 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$
2	$4,5 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$3,8 \times 10^2$	$3,2 \times 10^2$
3	$4,3 \times 10^2$	$3,1 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$
Média geral	$3,5 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$	$2,9 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,7 \times 10^2$

5 CONCLUSÕES

Com base nas condições trabalhadas e de acordo com os resultados obtidos, pôde-se concluir que:

- o processo de agitação empregado não alterou o teor de NaCl da salmoura em comparação ao sistema estático de salga, porém, diminuiu igualmente seus teores à medida que se aumentou o tempo de salga dos queijos;
- os valores de pH das salmouras com e sem agitação permaneceram iguais desde o início da salga até a retirada do último lote de queijos;
- as contagens de microrganismos aeróbios mesófilos, aeróbios psicrotróficos, bolores e leveduras e *Staphylococcus* coagulase positiva nas salmouras, não diferiram entre os tipos de salga utilizados. No entanto, verificou-se que os aeróbios mesófilos, aeróbios psicrotróficos e os bolores e leveduras apresentaram elevação na contagem das salmouras após a salga;
- os teores de extrato seco, umidade, sal na umidade e NaCl dos queijos não apresentaram diferenças entre os tipos de salga com e sem agitação, mantendo-se constantes durante os 30 dias de maturação. No entanto, os teores de sal na umidade e NaCl aumentaram proporcionalmente ao tempo de permanência nas salmouras;
- os teores de GES dos queijos salgados pelos dois tipos de salga não diferiram;
- os teores de NaCl das frações centro e intermediária dos queijos foram iguais, diferindo da casca, que apresentou teor superior;

- os teores de NaCl das frações aumentaram proporcionalmente ao tempo de permanência dos queijos nas salmouras e à medida que a maturação avançou;
- os valores de pH dos queijos, assim como os índices de proteólise, não diferiram quando se variou o tipo de salga, porém, com o avanço da maturação, pôde-se notar aumento dos mesmos;
- os microrganismos aeróbios mesófilos, aeróbios psicrotóxicos e bolores e leveduras dos queijos mantiveram-se constantes antes e depois da salga, nos dois tipos avaliados, diminuindo uma escala decimal nos dois tratamentos, aos 30 dias de maturação;
- as contagens de *Staphylococcus* coagulase positiva dos queijos mantiveram-se nas mesmas escalas decimais em todas as etapas e não diferiram também entre os tipos de salga empregados; e
- sugere-se a avaliação de outras formas de agitação da salmoura em estudos futuros, para verificar a migração do NaCl em queijos, bem como seus efeitos nas propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L.A. do et al. Variação das características físico-químicas e microbiológicas empregadas na salga de queijo tipo mussarela durante o período de sua utilização. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.26, n.1, p.41-45, fev. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO. **Produção brasileira de produtos lácteos e estabelecimentos sob inspeção federal**. São Paulo, 2002. Não paginado.

ASSOCIATION OF OFFICAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, 1995. 1094 p.

ASSUMPÇÃO, E.G. **Identificação dos pontos de contaminação microbiológica ao longo do processamento de queijo Prato: estudo de caso**. 2001. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BANWART, G.J. **Basic food microbiology**. 2.ed. New York: Avi, 1989. 773p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Inspeção de produtos de Origem Animal. Decreto n. 30.691 de 29 de março de 1952, alterado pelo Decreto n. 1255 de 25 de junho de 1962, Brasília, 166p. Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 1997a.

BRASIL. Portaria n. 358, de 04 de setembro de 1997. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, jun. 1997b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n.12, 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n.7-E, p.45-53, 10 jan. 2001.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 62, de 26 de ago. de 2003. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, ago. 2003a.

- BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 22, de 14 de abril de 2003. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, abr. 2003b.
- BREENE, W.N.; OLSON, N.F.; PRICE, W.V. Salt absorption by cheddar cheese curd. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.48, n.5, p.621-624, May 1965.
- CANTONI, C. et al. Ricerche sulla microbiologie e la composizione chimica delle salamoie di coppe. **Arch. Vet. Ital**, v.18, n.1-2, p.61-78, jan./feb. 1967.
- CARVALHO, E.P. **Microbiologia de alimentos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 76p. (Curso de Especialização Pós-Graduação “Lato Sensu” Ensino à Distância: Processamento e Controle de Qualidade em Carne, Leite, Ovos e Pescado).
- CASALIS, J.; LUQUET, F. M.; ROSSIER, F. Sur le traitement des saumures de fromagerie par les rayons ultraviolets. **Le lait**, Paris, n.483-484, p. 134-145, mars/avril, 1969
- 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.
- FERREIRA, D.F. **Sisvar – Sistema de Análise de Variância**. Lavras: UFLA, 1999. Programa
- FONSECA, C.F. **Processos de salga e sua interação nos queijos**. Juiz de Fora: EPAMIG/ILCT, 1986. 23p. Apostila.
- FOX, P.F. **Food chemistry**. Cork: University College, 1991. 201p.
- FOX, P.F. Proteolysis during cheese manufacturing and ripening. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v.72, n.6, p.1379-1400, June 1989.
- FOX, P.F.; WALLEY, B.F. Influence of sodium chloride on the proteolysis of casein by rennet and by pepsin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.38, n.2, p.165-167, June 1971.
- FURTADO, M.M. Defeitos relativos do processo de salga. In: _____. **A arte e a ciência do queijo**. São Paulo: Globo, 1991. Cap. 6, p.149-191.

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

FURTADO, M.M.; SOUZA, H.M. de. Estudo rápido sobre a evolução da salga do queijo prato em salmoura. **Revista do ILCT**, Juiz de Fora, v.36, n.213, p.5-10, jan./fev 1981.

GARCIA, C.A. et al. Influência da ozonização sobre as bactérias mesófilas, bolores e leveduras e *Staphylococcus coagulase positivo* de salmouras para queijos. **Revista do ILCT**, Juiz de Fora, v.54, n.317, p.17-24, nov./dez. 2000a.

GARCIA, C. A. et al. Índices de acidez, cloro residual total e cloreto de sódio em salmouras utilizadas em laticínios. **Revista do ILCT**, Juiz de Fora, v.54, n. 317, p.10-12, nov./dez. 2000b.

GEURTS, T.J.; WALSTRA, P.; MULDER, H. Transport of salt and water during salting of cheese. 1. Analysis of the processes involved. **Netherlands Milk Dairy Journal**, n.28, p.102-129, 1974.

GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. et al. Development of salt profiles on Manchego type cheese during brining. Influence of vacuum pressure. **Journal of Food Engineering**, London, v.53, n.1, p.67-73, June 2002

GRIPON, J.C. et al. Etude du rôle des micro-organismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. **Le lait**, Paris, v.55, n.1, p. 502-512, 1975.

GUINEE, T.P.; FOX, P.F. Sodium chloride and moisture changes in romano-type cheese during salting. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v.50, n.4, p.511-518, Nov. 1983.

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.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microrganismos de los alimentos: características de los patógenos microbianos**. Tradução: Manuel Ramis Vergés. Zaragoza: Acribia, 1998. 606p.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **50B: 1985: milk and milk products: methods of sampling**. Brussels, 1985. 19p.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. 88A:1988:cheese and processed cheese products: determination of choride content (potentiometric titration method). Bruxelles, 1988. 2f.

JAY, J.M. Microbiologia moderna de los alimentos. Zaragoza: Acribia, 1994. 804p.

LA CRAMPE, J.L. et al. Contribution à l'étude de l'évolution chimique et du traitement des saumures de fromagerie. Le lait, Paris, n.503-504, p.158-175, mars/avrill 1971

LEE, H. J.; OLSON, N.F.; LUND, D.B. Diffusion of salt, fatty acids, and esterases in mozzarella cheese. Journal of Dairy Science, Champaign, v.63, n.4, p. 513-522, Apr. 1980.

LEMIEUX, L.; SIMARD, R.E. Bitter flavor in dairy products: a review of the factors likely to influence its development, mainly in cheese manufactura. Le Lait, Paris, v.71, n.5, p.599-636, 1991.

LUNA, J.A.; CHAVEZ, M.S. Mathematical model for water diffusion during brining of hard and semi-hard cheese. Journal of Food Science, Chicago, v.57, n.1, p.55-58, Jan. 1992.

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

MANSOUR, A.; ALAIS, C. Etude di salage te de Taffinage du fromage em saumure. III- Aspect bacterilogique. Le lait, Paris, n.523-524, p.137-145, mars/avrill 1973.

MINUSSI, R.C. Avaliação de métodos para aceleração da maturação do queijo Prato. 1994. 84p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MORRIS, H.A.; GUINNE, T.P.; FOX, P.F. Salt diffusion in cheddar cheese. Journal of Dairy Science, Champaign, v.68, n.8, p.1851-1858, Aug. 1985.

PARFENTJEV, I.A.; CATELLI, A.R. Tolerance of Staphylococcus aureus to sodium chloride. Journal of Bacteriology, Washington, v.88, n.1-3, 1964

PAYNE, M.R.; MORISON, K.R. A multi-component approach to salt and water diffusion in cheese. *International Dairy Journal*, Huntingdon, v.9, n.12, p. 887-894, Dec. 1999.

PAVIA, M. et al. Free fatty acid content of Manchego-type cheese salted by brine vacuum impregnation. *International Dairy Journal*, Huntingdon, v.10, n.8, p.563-568, Aug. 2000.

PEREIRA, D.B.C. et al. **Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos**. 2.ed. Juiz de Fora: Templo, 2001. 234p.

PHELAN, J.A. Proteolysis of β -casein in cheddar cheese. *Journal of Dairy Research*, Cambridge, v.40, n.1, p.105-112, Feb. 1973.

REINBOLD, G.W. Indicator organisms in dairy products. *Food Technology*, Chicago, v.37, n.6, p.111-113, June 1983.

SANTOS, E.S.; CARVALHO, E.P.; ABREU, L.R. Psicotróficos: conseqüências de sua presença em leites e queijos. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.33, n.2, p.129-138, jul./dez. 1999.

SHEGDONI, A.; RETTI, C; SOUZA, G.P. Fabricação de mussarela. *Revista do ILCT*, Juiz de Fora, v.34, p. 27-30, 1979.

SCOTT, R. **Fabricación de queso**. Zaragoza: Acribia, 1991. 520p.

SILVA, R.S.F.; BORSATO, D.; SILVA, L.H.M. Difusão do cloreto de sódio no processo de salga de queijos: modelagem matemática com o emprego de elementos finitos. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.18, n.1, p.87-92, jan./abr. 1998.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos, aeróbios psicotróficos e bolores e leveduras em placas. In: _____. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1997. Cap.3, p.21-29.

SILVA, P.H.F. Desenvolvimento de métodos analíticos, baseados na reação com formol, para a determinação do teor de caseína em leite e para a avaliação da proteólise em queijos. 1995. 71p. Dissertação (Mestrado em ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SILVA JR., E.A. Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos. 4.ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 477p.

SPERBER, W.H. Influence of water activity on food-borne bacterial: a review. Journal of Food Protection, London, v.46, n.2, p.142-150, Feb. 1983.

SURAZINSKI, A.; PETERSON, E. Fenómenos fundamentais durante la maturación de los quesos. In: CURSO NACIONAL DE LEITE E DERIVADOS, 1., 1973, Belo Horizonte. Resumos... Rio de Janeiro: FAO/UFMG, 1973. 38 p.

WOLFSCHOON-POMBO, A.F. Índices de proteólise em alguns queijos brasileiros. Boletim do Leite, Rio de Janeiro, v.51, n.661, p.1-8, nov. 1983.

WOLFSCHOON-POMBO, A.F.; FURTADO, M.M. Preservação de tecnologias: o queijo prato da região sul de Minas Gerais. Revista Brasileira de Tecnologia, São Paulo, v.14, n.5/6, p.50-54-22, set./dez. 1983.

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Resumo da análise de variância para teor de NaCl na salmoura.....	73
TABELA 2A	Resumo da análise de variância para pH da salmoura...	73
TABELA 3A	Resumo da análise de variância para umidade dos queijos	74
TABELA 4A	Resumo da análise de variância para GES dos queijos	74
TABELA 5A	Resumo da análise de variância para teor de NaCl dos queijos	75
TABELA 6A	Resumo da análise de variância para sal na umidade dos queijos	75
TABELA 7A	Resumo da análise de variância para teor de NaCl na frações dos queijos	76
TABELA 8A	Resumo da análise de variância para pH dos queijos ...	77
TABELA 9A	Resumo da análise de variância para extensão da proteólise dos queijos	77
TABELA 10A	Resumo da análise de variância para profundidade da proteólise dos queijos	78

TABELA 1 A Resumo da análise de variância para teor de NaCl na salmoura

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	1	0.150417	0.150417	1.597	0.2244
tempo	3	3.657917	1.219306	12.948	0.0001
trat*tempo	3	0.051250	0.017083	0.181	0.9075
erro	16	1.506667	0.094167		
Total	23	5.366250			
CV (%) = 1.54					
Média geral: 19.9875000 Número de observações:24					

TABELA 2 A Resumo da análise de variância para pH da salmoura

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	1	0.022817	0.022817	1.746	0.2049
tempo salga	3	0.070017	0.023339	1.786	0.1903
trat*tempo salga	3	0.016083	0.005361	0.410	0.7478
erro	16	0.209067	0.013067		
Total corrigido	23	0.317983			
CV (%) = 2.28					
Média geral: 5.0141667 Número de observações: 24					

TABELA 3 A Resumo da análise de variância para umidade dos queijos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	1	5.233307	5.233307	1.899	0.1759
tempo salga	2	2.610288	1.305144	0.473	0.6263
tempo mat	3	1.706682	0.568894	0.206	0.8915
trat*tempo salga	2	4.920082	2.460041	0.892	0.4176
trat*tempo mat	3	2.364827	0.788276	0.286	0.8353
tempo salga*tempo ma	4	5.739590	1.434898	0.521	0.7211
trat*tempo salga*tem	4	4.016884	1.004221	0.364	0.8325
erro	40	110.258733	2.756468		
Total corrigido	59	136.850393			
CV (%) =	3.94				
Média geral:	42.1403333	Número de observações:	60		

TABELA 4 A Resumo da análise de variância para GES dos queijos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	1	1.793067	1.793067	3.326	0.1423
erro	4	2.156467	0.539117		
Total corrigido	5	3.949533			
CV (%) =	1.37				
Média geral:	53.5466667	Número de observações:	6		

TABELA 5 A Resumo da análise de variância para teor de NaCl dos queijos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	1	0.002674	0.002674	0.074	0.7865
tempo salga	2	4.407411	2.203706	61.394	0.0000
tempo maturação	2	0.000811	0.000406	0.011	0.9888
trat*tempo salga	2	0.046604	0.023302	0.649	0.5285
trat*tempo maturação	2	0.001848	0.000924	0.026	0.9746
tempo salga*tempo ma	4	0.041344	0.010336	0.288	0.8839
trat*tempo salga*tem	4	0.030041	0.007510	0.209	0.9316
erro	36	1.292200	0.035894		
Total corrigido	53	5.822933			
CV (%) =	11.96				
Média geral:	1.5844444	Número de observações:	54		

TABELA 6 A Resumo da análise de variância para sal na umidade dos queijos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	1	0.029927	0.029927	0.329	0.5694
tempo salga	2	25.433625	12.716813	139.840	0.0000
tempo maturação	3	0.3165416	0.1055139	1.1603	0.3790
trat*tempo salga	2	0.062483	0.031242	0.344	0.7113
trat*tempo maturação	3	0.067596	0.022532	0.248	0.8625
tempo salga*tempo ma	4	-2.981580833e+0000	-7.45395208e-0001	-8.197	1.0000
trat*tempo salga*tem	4	0.131895	0.032974	0.363	0.8337
erro	40	3.637533	0.090938		
Total corrigido	59	29.546893			
CV (%) =	8.19				
Média geral:	3.6813333	Número de observações:	60		

TABELA 7 A Resumo da análise de variância para teor de NaCl na frações dos queijos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	1	0.001038	0.001038	0.023	0.8807
tempo salga	2	4.890909	2.445454	53.283	0.0000
tempo mat	2	27.665409	13.832704	301.395	0.0000
fração	2	9.117531	4.558765	99.329	0.0000
trat*tempo salga	2	0.092923	0.046462	1.012	0.3663
trat*tempo mat	2	0.035794	0.017897	0.390	0.6779
trat*fração	2	0.011146	0.005573	0.121	0.8858
tempo salga*tempo ma	4	1.245043	0.311261	6.782	0.0001
tempo salga*fração	4	0.180165	0.045041	0.981	0.4202
tempo mat*fração	4	2.562788	0.640697	13.960	0.0000
trat*tempo salga*tem	8	0.040549	0.005069	0.110	0.9988
erro	128	5.874627	0.045896		
Total corrigido	161	51.717922			
CV (%) =	17.58				
Média geral:	1.2189506	Número de observações:	162		

TABELA 8 A Resumo da análise de variância para pH dos queijos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	1	0.00000000e+0000	0.00000000e+0000	0.000	0.9975
tempo	3	0.092583	0.030861	17.427	0.0000
trat*tempo	3	0.000067	0.000022	0.013	0.9983
erro	16	0.028333	0.001771		
Total corrigido	23	0.120983			
CV (%) =	0.81				
Média geral:	5.1841667	Número de observações:		24	

TABELA 9 A Resumo da análise de variância para extensão da proteólise dos queijos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	1	0.326667	0.326667	0.605	0.4479
tempo mat	3	75.408333	25.136111	46.584	0.0000
trat*tempo mat	3	0.850000	0.283333	0.525	0.6713
erro	16	8.633333	0.539583		
Total corrigido	23	85.218333			
CV (%) =	7.16				
Média geral:	10.2583333	Número de observações:		24	

TABELA 10 A Resumo da análise de variância para profundidade da proteólise dos queijos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
trat	1	0.010417	0.010417	0.038	0.8488
tempo maturação	3	103.334583	34.444861	124.126	0.0000
trat*tempo maturação	3	0.034583	0.011528	0.042	0.9884
erro	16	4.440000	0.277500		
Total corrigido	23	107.819583			
CV (%)=	5.82				
Média geral:	9.0458333	Número de observações:	24		

