UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

Curso de Pós Graduação em Tecnologia Bioquímico - Farmacêutica

Área de Tecnologia de Alimentos

EVOLUÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS E DO PERFIL DA TEXTURA DURANTE A MATURAÇÃO DE QUEIJO PRATO

VERAPAZ A. A. GONZÁLEZ SÁNCHEZ

Dissertação para obtenção do Grau de

MESTRE

Orientador:

Prof. Assoc. Maricê Nogueira de Oliveira

São Paulo

1999

Ficha Catalográfica
Elaborada pela Divisão de Biblioteca e
Documentação do Conjunto das Químicas da USP.

González Sánchez, Verapaz Asunción Avelina
G643e Evolução de ácidos graxos e do perfil da textura durante a maturação de queijo prato / Verapaz Asunción Avelina González Sánchez. -- São Paulo, 1999.
116p.

Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica.
Orientador: Oliveira, Maricê Nogueira de

1. Tecnologia de alimentos 2. Leite : Propriedades físicas e sensoriais : Laticínios 3. Queijo : Laticínios I. T. II. Oliveira, Maricê Nogueira de , orientador.

664 CDD

VERAPAZ ASUNCION AVELINA GONZÁLEZ SÁNCHEZ

EVOLUÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS E DO PERFIL DA TEXTURA DURANTE A MATURAÇÃO DE QUEIJO PRATO

Comissão julgadora
Dissertação para obtenção do Grau de Mestre

Manoel Moreno de Oliveira

Presidente e Orientador

1º Examinador

2º Examinador

Agradecimentos

A Professora Dra. Maricê Nogueira de Oliveira pela dedicação e competente orientação.

A Moema R. dos Santos pela correção das referências bibliográficas.

Aos funcionários do Bloco 16: Fátima, Gledson, Juares, Ivani, Maria do Rosário, Mauro, Miriam e Nilton.

Aos meus colegas, alunos de pós graduação, pela amizade e apoio durante todo o tempo que passamos juntos.

SUMÁRIO

	página
SUMÁRIO	i
LISTA DE TABELAS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE QUADROS	vii
RESUMO	viii
SUMMARY	ix
1 Introdução	1
2 Revisão Bibliográfica	3
2.1 Histórico	3
2.2 Definição	6
2.3 Principais tipos de queijo	7
2.4 Tecnologia de fabricação	10
2.4.1 Matéria prima	10
2.4.2 Clarificação	14
2.4.3 Bactofugação	14
2.4.4 Pasteurização	15
2.4.5 Padronização	16
2.4.6 Homogeneização	17
2.4.7 Aquecimento	17
2.4.8 Coagulação	18
2.4.9 Adição de culturas	20
2.4.9.1 Adição de enzimas complementares	23
2.4.10 Tratamento da massa	23
2.4.11 Enformagem	24

Página

2.4.12 Prensagem 25

2.4.13 Salga 25

2.4.14 Cura 28

2.4.15 Armazenamento 29

2.5 Equipamentos usados em queijaria 30

2.6 Queijo Prato 31

2.7 Propriedades reológicas do queijo 35

2.8 Propriedades sensoriais 37

3 Objetivos 41

3.1 Gerais 41

3.2 Específicos 41

4 Material, Métodos e Parte Experimental 42

4.1 Material 42

4.2 Parte experimental 43

4.3 Métodos 44

4.3.1 Determinações analíticas 44

4.3.2 Análise do perfil da textura 46

4.3.3 Determinação do perfil de ácidos graxos 47

4.3.3.1 Extração da gordura 47

4.3.3.2 Preparação dos ésteres metílicos 47

4.3.3.3 Determinação da composição em ácidos graxos 48

4.3.4 Análise sensorial 48

4.3.5 Análise estatística 49

página

5 Resultados e Discussão 50

5.1 Caracterização da matéria prima, determinações físico-químicas durante o processamento e rendimento 50

5.2 Determinações físico-químicas do queijo 61

5.2.1 Composição centesimal 61

5.2.2 Atividade de água 66

5.2.3 Valor de pH 68

5.2.4 Índice de proteólise 70

5.3 Determinação do perfil da textura 77

5.4 Determinação do perfil em ácidos graxos 95

5.5 Análise sensorial 103

6 Conclusões 106

7 Referências Bibliográficas 108

ANEXO 1 I

LISTA DE TABELAS

		página
TABELA 1:	Determinações do leite utilizado na fabricação dos queijos	52
TABELA 2:	Dados do processamento do queijo Prato	54
TABELA 3:	Composição centesimal de Queijo Prato	62
TABELA 4:	Valores de atividade de água do Queijo Prato durante o período de maturação	67
TABELA 5:	Concentração de tirosina durante a maturação de Queijo Prato, em mg/100g de queijo	73
TABELA 6:	Concentração de tirosina (mg/100g de queijo) dos queijos experimentais aos 25 dias de maturação e dos queijos comerciais	74
TABELA 7:	Variação do parâmetro dureza (kg) durante o período de maturação dos queijos	79
TABELA 8:	Dureza dos queijos experimentais aos 25 dias de maturação e dos queijos comerciais	80
TABELA 9:	Variação do parâmetro mastigabilidade (kg) durante o período de maturação dos queijos	83
TABELA 10:	Mastigabilidade dos queijos experimentais aos 25 dias de maturação e dos queijos comerciais	84
TABELA 11:	Variação do parâmetro coesividade durante o período de maturação dos queijos	87
TABELA 12:	Coesividade dos queijos experimentais aos 25 dias de maturação e dos queijos comerciais	88
TABELA 13:	Variação do parâmetro elasticidade durante o período de maturação dos queijos	90
TABELA 14:	Elasticidade queijos experimentais aos 25 dias de maturação e dos queijos comerciais	91
TABELA 15:	Variação do parâmetro adesividade durante o período de maturação dos queijos	92
TABELA 16:	Adesividade dos queijos experimentais aos 25 dias de maturação e dos queijos comerciais	93

TABELA 17:	Composição dos principais ácidos graxos do Queijo Prato sem cultura em função do tempo de maturação (Queijo 1)	97
TABELA 18:	Composição dos principais ácidos graxos do Queijo Prato com 0,75% de cultura em função do tempo de maturação (Queijo 2)	98
TABELA 19:	Composição dos principais ácidos graxos do Queijo Prato com 1,5% de cultura em função do tempo de maturação (Queijo 3)	99
TABELA 20:	Composição dos principais ácidos graxos dos Queijos Prato comerciais	100

LISTA DE FIGURAS

		página
FIGURA 1:	Fluxograma de fabricação do queijo Prato.	11
FIGURA 2:	Diagrama esquemático do ataque da enzima coagulante E à micela de caseina.	22
FIGURA 3:	Variação do valor de pH durante a fabricação de queijo Prato.	55
FIGURA 4:	Aspecto da coalhada no momento do corte.	58
FIGURA 5:	Aspecto da coalhada após a primeira mexedura.	59
FIGURA 6:	Aspecto da coalhada ao final do processo.	60
FIGURA 7:	Variação da umidade durante o período de maturação de 25 dias.	65
FIGURA 8:	Atividade de água dos queijos experimentais no decorrer da maturação.	69
FIGURA 9:	Variação do valor de pH durante o período de maturação.	71
FIGURA 10:	Índice de proteólise durante a maturação dos queijos Prato experimentais.	76
FIGURA 11:	Dureza (kg) dos queijos durante o período de maturação.	81
FIGURA 12:	Mastigabilidade (kg) dos queijos durante o período de maturação.	85
FIGURA 13:	Cromatograma típico da gordura de Queijo Prato.	96

LISTA DE QUADROS

página

QUADRO 1: Classificação dos queijos segundo o teor de umidade 8

RESUMO

O queijo Prato tem grande expressão comercial no Brasil, trata-se de um queijo bem padronizado tecnologicamente e o melhor caracterizado comercialmente. A aceitabilidade do consumidor está relacionada com características físico-químicas e sensoriais do produto, as quais são influenciadas pela presença de culturas lácticas.

O trabalho teve por objetivo acompanhar a evolução de ácidos graxos durante a maturação do queijo Prato e sua influência na textura. A produção do Queijo Prato foi feita em escala laboratorial com ou sem adição de cultura láctica nas proporções de 0,75% e 1,5%. Os queijos foram envasados e mantidos sob refrigeração. Determinou-se parâmetros físico-químicos no primeiro dia e após, quatro, sete, quatorze, vinte e vinte e cinco dias de fabricação. Estes, foram comparados com dados analíticos e sensoriais de queijos comerciais.

Observou -se que o uso de culturas em proporção adequada parece ser essencial para a fabricação de Queijo Prato com atributos organolépticos de qualidade. A proporção de culturas afetou o tempo de coagulação, o rendimento, e a umidade da massa do queijo, entretanto, não afetou a composição de ácidos graxos da gordura do queijo Prato.

A textura foi afetada, principalmente, pelo teor de umidade, pela proteólise e pela acidez do queijo.

SUMMARY

Prato cheese has a great commercial expression in Brazil, being well standardized technologically, and the best commercially characterized. Consumers acceptability is related with physico-chemical and sensorial characteristics of the product that are influenced by the presence of lactic cultures.

The aim of this work was to follow fatty acids evolution during ripening and their influence in texture. Prato cheese was manufactured in laboratory scale, with and without addition of lactic cultures (0.75% and 1.5%). The cheese samples were stored under refrigeration. Physical-chemical analysis were carried out at the first day, and at 4, 7, 14, 20 and 25 days after manufacturing. The obtained data was compared with Prato cheese purchased in local market.

It was concluded that the use of cultures in adequate proportions is essential for manufacture of Prato cheese with good organoleptic attributes. The cultures proportions affected coagulation time, yield, acidity, texture development, and fatty acids composition of the cheeses.

1. Introdução

O homem usa o leite em sua alimentação desde os primórdios de nossa civilização. Os diversos tipos de leites fermentados, resultantes da fermentação natural que normalmente ocorre no leite armazenado em condições ambientais, surgiram em função da perecibilidade do leite. A dessora do leite fermentado promovida pela agitação ou quebra do coágulo, deu origem a um decanto protéico, principalmente, caseína junto a gordura, originando assim, um concentrado protéico gorduroso de alto valor nutritivo, denominado queijo. O baixo teor de umidade, a acidez relativamente elevada e o sal normalmente adicionado, fizeram do queijo uma das formas mais tradicionais e mais expressivas de conservação do leite (OLIVEIRA, 1987).

O queijo é um produto concentrado de leite, e consiste principalmente de uma matriz de caseína ficando a gordura englobada por esta (METZGER & MISTRY, 1994).

A habilidade de converter os principais constituintes do leite em queijo, apresenta muitas vantagens seja do ponto de vista da estabilidade durante a estocagem, da facilidade no transporte, seja numa forma de diversificar a dieta humana.

Do ponto de vista nutricional, o queijo é considerado um alimento altamente nutritivo dado seus teores de proteínas, gordura, cálcio, fósforo e vitaminas (MENDES, 1997).

Um dos maiores interesses na produção de queijos maturados é a obtenção de um produto com características físico-químicas e sensoriais que assegurem uma maior aceitação pelo consumidor.

A gordura do leite é responsável em parte pelo aroma desenvolvido durante a maturação e, também, proporciona a textura típica dos queijos. A utilização de gordura homogeneizada favorece a lubrificação promovida pelos glóbulos de gordura na matriz protéica do queijo e, diminui a perda de gordura para o soro, aumentando, desta forma, o rendimento do queijo e auxiliando na formação da estrutura.

As reações que ocorrem durante a maturação - dentre as quais a proteólise pode ser destacada - influenciam enormemente a estrutura dos queijos e consequentemente a sua aceitabilidade pelo consumidor.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Histórico

Acredita-se que o queijo desenvolveu-se no Crescente Fértil entre o Tigre e o Eufrates, no Iraque, por volta de 8000 anos atrás, onde a chamada Revolução Agrícola ocorria, com o cultivo de plantas e a domesticação de animais. Provavelmente o homem logo percebeu o valor nutritivo do leite e derivados, incorporando-os a sua dieta (FOX, 1993).

Vale lembrar que o leite também é uma rica fonte de nutrientes para as bactérias, em especial uma espécie que utiliza a lactose como fonte de energia e produz ácido láctico como produto. O crescimento bacteriano e a produção de ácido láctico pode ter ocorrido durante tentativas de armazenar ou de secar o leite ao ar livre, utilizando a tecnologia daquela época (FOX, 1993).

Quando suficiente ácido é produzido, a principal proteína do leite, a caseína, coagula, ou seja, atinge seu ponto isoelétrico, formando um gel e aprisionando a gordura. Assim, o primeiro produto lácteo foi produzido acidentalmente, como resultado de uma combinação fortuita de eventos - a habilidade das bactérias ácido lácticas em produzir ácido suficiente para reduzir o pH do leite até o ponto isoelétrico da caseína e sua coagulação (FOX, 1993).

Quando o gel ácido se rompe, acidentalmente por agitação dos recipientes ou propositadamente por quebra ou corte, este se separa em duas partes: o soro e o coágulo. Logo percebeu-se que o coágulo tinha seu tempo de vida estendido devido a desidratação (FOX, 1993).

Por volta de 5000 a.C. a estocagem de leite era feita em estômagos de animais, pois este constitui uma embalagem já pronta e facilmente selada. Sob estas circunstâncias, o leite poderia extrair enzimas coagulantes a partir do tecido do estômago, conduzindo a uma coagulação durante a estocagem (FOX, 1993).

A manufatura do queijo acompanha a propagação da civilização através do Oriente Médio, Egito, Grécia e Roma. Há várias referências ao queijo no Velho Testamento. No entanto, os agentes mais importantes que contribuíram para o avanço da tecnologia do queijo e a evolução das variedades de queijo foram provavelmente os monastérios e os estados feudais. Além de seu papel na propagação do cristianismo, na preservação e na expansão do conhecimento durante a Idade das Trevas, os monastérios tiveram considerável contribuição nos avanços da agricultura na Europa e no desenvolvimento de alimentos, notavelmente queijo e vinho. Devido a natureza auto-suficiente das comunidades feudais e monastérios, juntamente as condições de comunicação limitadas, desenvolveram-se a partir da mesma matéria-prima, o leite, centenas de variedades de queijo.

A produção localizada geograficamente de certas variedades é ainda visível e de fato preservada; tais variedades recebem a designação de Denominação de Origem (*Appellation d'Origine*) (FOX, 1993).

A produção de queijo permaneceu uma atividade artesanal, mais do que uma ciência até a aplicação de bases científicas iniciada no princípio do século XX, com a gradual aquisição de conhecimento em química e microbiologia do leite e do queijo, tornou-se possível direcionar as mudanças que ocorrem na produção de queijo de uma forma mais controlada e em maior escala (VARNAM & SUTHERLAND, 1994).

As tentativas de mecanização das diversas operações na fabricação de queijo datam do início do século XIX (SCOTT, 1991).

A primeira fábrica de queijo no mundo surgiu nos Estados Unidos da América, estabelecida próximo a Roma, Nova Iorque, em 1851 (FOX, 1993).

No Brasil o queijo chegou com os colonizadores portugueses. Desde o início, parte do leite produzido era destinado à produção de queijo fresco, tipo Serra da Estrela. Foi durante o período da mineração do ouro, na região de Minas Gerais durante a segunda metade do século XVIII, que teve origem a produção de queijo Minas (ALBUQUERQUE *et. al.*, 1994 a).

A primeira indústria laticinista do Brasil nasceu em Mantiqueira, no município de Palmira, hoje Santos Dumont, em 1888, através da iniciativa de Carlos Pereira de Sá Fortes, médico que importou da Alemanha e da Holanda maquinarias para a montagem de um laticínio, visando fabricar queijo de massa semi - cozida tipo holandês (ALBUQUERQUE *et al.*, 1994 b).

O queijo Prato tem suas origens junto às primeiras fábricas de laticínios com finalidade comercial, visto que sua fabricação exige um cozimento da massa, tornando mais difícil a produção artesanal (OLIVEIRA, 1987).

2. 2. Definição

Segundo a *Food Agriculture Organization* (FAO), queijo, é o produto fresco ou maturado obtido pela drenagem (do líquido) após a coagulação do leite, nata, leite desnatado total ou parcialmente, gordura láctea ou uma combinação destes componentes (SCOTT, 1991).

A Portaria N.º 146, de 7 de março de 1996 que aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos produtos lácteos, define queijo como produto fresco ou maturado que se obtém por separação total ou parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de ácido orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para o uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (LEGISLAÇÃO, 1998).

Entende-se por queijo maturado o que sofreu as trocas bioquímicas e físicas necessárias. A maturação tem características próprias para cada variedade do queijo (LEGISLAÇÃO, 1998).

De acordo com o decreto N.º 12486 de 20 de outubro de 1978 , NTA 11 o produto é designado "queijo" seguido pelo nome indicando a variedade e a classe. Por exemplo pode-se citar "Queijo *Gruyère*- extra", "Queijo Minas frescal" (BRASIL, 1983).

2.3 Principais tipos de queijo

Existe um mercado internacional para as principais variedades de queijos; muitos dos quais são produzidos em diferentes países, embora não sejam idênticos. Para atender esse mercado internacional, para proporcionar informações nutricionais e talvez por outras razões, tal como simplesmente pesquisa, muitas tentativas tem sido feitas para criar um esquema de dividir e agrupar as diversas variedades de queijo (FOX, 1993).

Sob o ponto de vista prático e/ou tecnológico é muito difícil agrupar os queijos de uma forma coerente e definida. A primeira grande dificuldade está na existência de um grande número de tipos, sendo que as diferenciações entre estas são baseadas em detalhes empíricos, regionais e climáticos (OLIVEIRA, 1987).

A principal classificação dos queijos baseia-se no conteúdo de umidade (Quadro1). Esta divisão primária ainda está sujeita a várias subdivisões com base no tipo de microbiota secundária empregada na maturação e no tratamento da massa. Entretanto, alguns autores consideram que a temperatura de cozimento (escaldamento) da massa está intimamente relacionado ao tipo de microbiota empregada, termófila ou mesófila (OLIVEIRA, 1987; SCOTT, 1991).

QUADRO 1: Classificação dos queijos segundo o teor de umidade.

	Umidade	Maturação	Exemplos
Duro	26- 50 %	Sem adição de cultura secundária	Parmesão, Cheddar, Double, Gloucester
		Com adição de bactérias	Emmental
		Maturação interna, secundária superficial por fungos	Cheshire azul
Semi duro	42– 52 %	Maturação interna, sem adição de cultura secundária	Lancashire, Edam, Prato.
		Maturação interna, adição de fungos	Stilton, Roquefort
Semi mole	45 – 55%	Maturação superficial, adição de bactérias secundárias	Limburger, Port du Salut
Mole	48 – 80%	Maturação superficial, adição de fungos	Brie, Camembert
		Sem maturação	Cottage, Coulommier, Minas Frescal
Outros			Requeijão, variedades em salmoura

Fonte: VARNAM & SUTHERLAND, 1994, Adaptado.

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos produtos Lácteos da Portaria N.º 146, os queijos são classificados de acordo com suas características em três categorias, tendo por base a porcentagem de gordura no extrato seco total, a qualidade e a consistência (BRASIL,1983).

A primeira categoria, quanto a teor de gordura em extrato seco o queijo é:

- ✓ Extra Gordo – com 60% de lipídios no mínimo;
- ✓ Gordo – quando contenha entre 45,0 e 59,9 % de matéria gorda;
- ✓ Semi - gordo entre 25 e 44,9 % de gordura;
- ✓ Magro – entre 10% e 24,9 % de gordura;
- ✓ Desnatado quando o teor de gordura menor de 10,0%.

Quanto a qualidade, os queijos poderão ser: Extra (90 pontos), Primeira qualidade (85 pontos), Segunda qualidade (80 pontos). A pontuação é dada de acordo com os seguintes critérios: paladar (até 50 pontos), consistência (até 20 pontos), textura (até 15 pontos), cor (até 10 pontos) e apresentação (até 5 pontos).

A terceira categoria, estabelecida pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos produtos Lácteos, agrupa os queijos quanto a seu conteúdo de umidade, em percentagem. Os queijos classificam-se assim em:

- ✓ Queijos de baixa umidade (geralmente conhecidos como queijos de massa dura): umidade de até 35,9%;
- ✓ Queijos de média umidade (geralmente conhecidos como queijos de massa semi - dura): umidade entre 36,0% e 45,9%;
- ✓ Queijos de alta umidade (geralmente conhecidos como queijos de massa branda ou "macios"): umidade entre 46,0% e 54,9%;

- ✓ Queijos de muito alta umidade (geralmente conhecidos como queijos de massa branda ou "mole"): umidade não inferior a 55,0%.

As características de cada queijo vem definidas por seu tamanho, forma, peso, cor, e aspecto externo, assim como alguns dados analíticos como a porcentagem de gordura, de sal, de umidade em extrato seco magro (SCOTT, 1991).

2.4. Tecnologia de fabricação

Os queijos apresentam uma seqüência comum no processo de fabricação. A grande variedade de queijos resulta da modificação em algumas destas etapas básicas. Desta forma as grandes diferenças dependem do tipo de leite, das diferentes culturas lácticas adicionadas e das diferentes condições de cura.

De modo geral a fabricação de queijo envolve as etapas apresentadas no fluxograma da FIGURA 1.

2.4.1 Matéria prima

Uma das principais fontes de variação das características de produção de queijo cabe à espécie da qual provem a matéria prima utilizada. Embora o leite de várias espécies seja utilizado na fabricação de queijo, o leite de vaca é o mais importante (CHRISTIE, 1995).

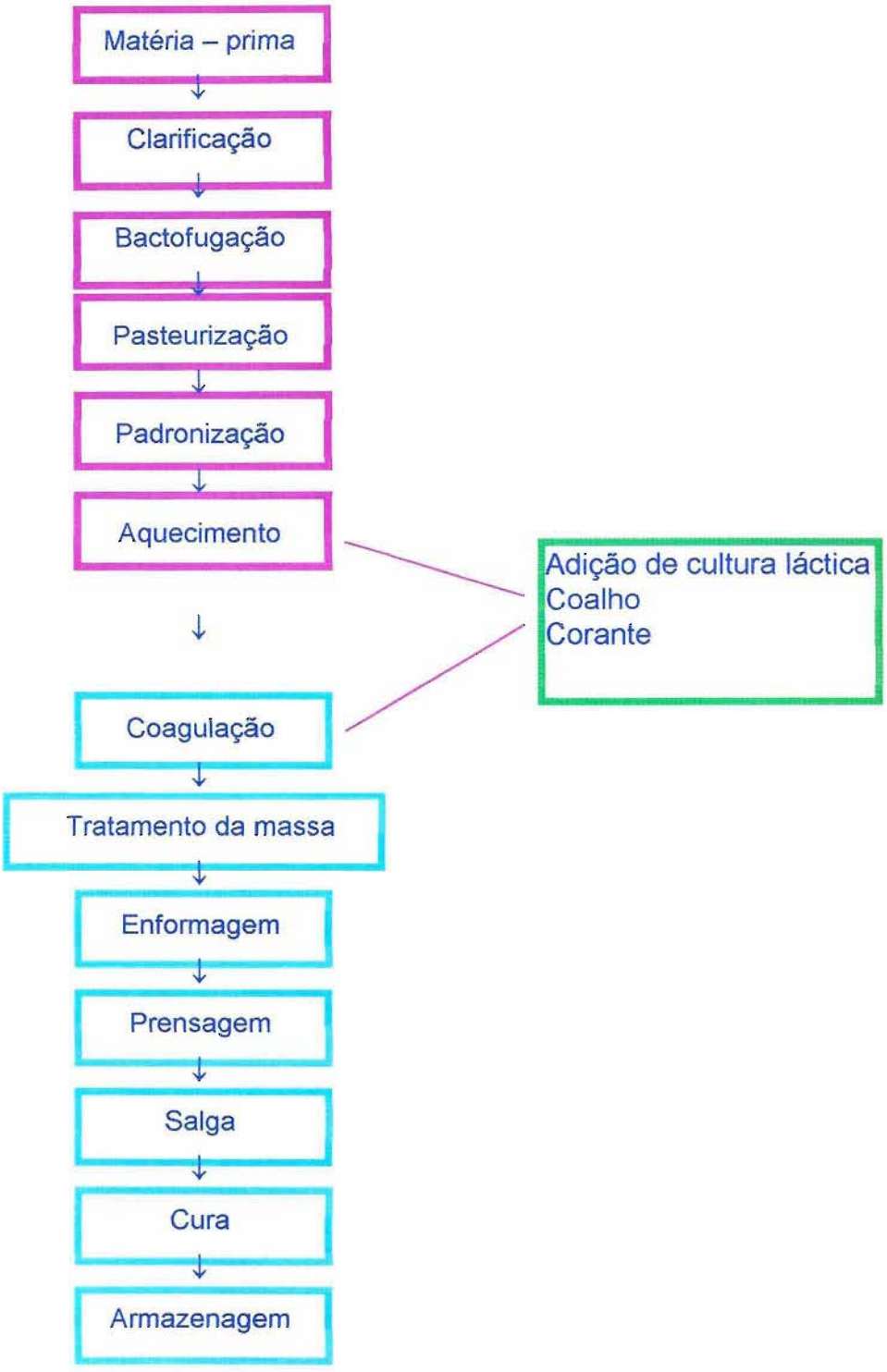

FIGURA 1: Fluxograma de fabricação do Queijo Prato.

As principais diferenças entre o leite de várias espécies, de importância para a manufatura de queijo, são a concentração e os tipos de caseína, a composição em ácidos graxos da gordura, a concentração de sais e principalmente o teor de cálcio (CHRISTIE, 1995).

A composição do solo e das pastagens, bem como o balanço da ração, são alguns dos principais fatores de variação. Em algumas regiões do país é comum observar-se reações típicas de leites com alto teor de cálcio, como por exemplo, sua rápida coagulação sob condições absolutamente normais, requerendo às vezes quantidades bem reduzidas de coalho (FURTADO, 1997).

A gordura do leite representa uma das mais complexas misturas de ácidos graxos, e de ésteres naturais de glicerol. A grande variabilidade na composição é principalmente uma função da alimentação, da lactação, da espécie do animal e da estação do ano. A abrangência de ácidos graxos quanto ao comprimento de cadeia varia desde C2 (acético) até C24 (lignocérico), com cadeias de carbonos em número par e ímpar e insaturações de uma até quatro duplas ligações, incluindo isômeros cis e trans (ALONSO, 1993).

Os ácidos graxos da gordura do leite são provenientes de duas fontes, chamadas de plasma lípides e sínteses *"de novo"*, na glândula mamária. A composição vem da dieta, mas também inclui ácidos graxos liberados do tecido adiposo, pela lipólise. A composição de ácido graxos do leite de não ruminantes é altamente dependente do perfil de ácidos graxos da dieta; o aumento de um ácido graxo em particular na dieta será logo refletido pelo aumento da concentração do mesmo na gordura do leite. Por outro lado, mudanças no nível de ácido graxos insaturados na dieta de ruminantes tem pequeno efeito, devido a biohidrogenação que ocorre no rúmen (CHRISTIE, 1995).

A gordura do leite é secretada na forma de glóbulos, rodeada por uma membrana lipoproteica a qual mantém a integridade e permite que os mesmos fiquem dissolvidos em seu ambiente aquoso. Constitui a fonte a partir da qual se formam alguns componentes que são responsáveis, em parte, pelo aroma, buquê e textura dos queijos maturados. A influência da gordura nestas características depende não só da variedade do queijo elaborado, senão também da composição e propriedades físicas deste componente (CHRISTIE, 1995).

No Brasil existem oficialmente três tipos de leite: A, B e C. As diferenças entre estes tipos deve-se basicamente a qualidade microbiológica do leite, resultado do controle de saúde do rebanho leiteiro, higiene na ordenha, resfriamento imediato ou não, e pasteurização ainda na fazenda (BRANDÃO & REIS, 1995).

O leite usado no fabrico de queijos deverá ser higienizado por meios mecânicos adequados e submetido à pasteurização ou tratamento térmico equivalente para assegurar a fosfatase residual negativa, combinado ou não, com outros processos físicos ou biológicos que garantam a inocuidade do produto. Contudo, a exceção é feita para os queijos que forem submetidos a processo de maturação a uma temperatura superior a 5°C, por um período não inferior a 60 dias (LEGISLAÇÃO, 1998).

É de extrema importância que o leite empregado não apresente inibidores bacteriológicos, como antibióticos, visto que a ação da cultura láctica é essencial para produção de queijos de qualidade, principalmente quando o leite perdeu sua microbiota nativa, devido a pasteurização (ALFA LAVAL.1974; OLIVEIRA. 1987; MORENO, 1993).

Antes de iniciar-se a fabricação propriamente dita, o leite passa por um pré- tratamento visando dar condições ótimas para a fabricação.

2. 4. 2 Clarificação

Nos laticínios empregam-se vários métodos de clarificação do leite. Um deles pode ser a filtração, mas esta só permite a eliminação de impurezas macroscópicas; outro problema deste método é a obstrução progressiva do filtro (PENNA, 1994).

Outro método empregado para a clarificação é a depuração centrífuga, onde a maior parte das partículas sólidas são separadas e permanecem no espaço de sedimento existente no rotor do equipamento. Os sedimentos assim removidos consistem em leucócitos, células epiteliais, eritrócitos, bactérias e várias partículas provenientes do estábulo (ALFA LAVAL, 1974).

2. 4. 3 Bactofugação

A bactofugação é utilizada para remover organismos esporogênicos, utilizando-se uma centrífuga especialmente projetada, a bactofuga (ALFA LAVAL, 1974). As temperaturas utilizadas na bactofugação oscilam entre 56-57°C (SCOTT, 1991).

Infelizmente, o bactofugado eliminado do leite durante o processo é aproximadamente 3% do volume total e contém 6,8% de proteína láctea. Entretanto, a esterilização deste bactofugado e a sua restituição ao leite não afeta a qualidade do queijo (SCOTT, 1991).

2. 4. 4 Pasteurização

A etapa de pasteurização visa a destruição dos microrganismos patogênicos presentes no leite. Sua importância reside na higienização da matéria-prima; a eficiência desta etapa garante um produto seguro. Os cuidados para se evitar a contaminação do produto devem ser lembrados durante as demais etapas de fabricação do queijo (TRONCO, 1997b).

Os métodos empregados para a pasteurização do leite podem ser:

- ✓ aquecimento direto por vapor, sem tempo de manutenção a temperaturas de 75 – 95° C.
- ✓ tratamento *HTST* (do inglês elevada temperatura curto tempo) no qual se empregam temperaturas de 71 – 75° C mantida por 14 – 40 segundos.
- ✓ tratamento *LTST*, baixa temperatura curto tempo na qual se utilizam temperaturas de 61 – 65° C por um tempo de 20 a 40 minutos (SCOTT, 1991).

No tratamento HTST, se possível recomenda-se adotar o limite de 72° C por 15 segundos, uma vez que acima destes valores há tendência de amolecimento da massa e maior perda de gordura. Quanto mais alta for a temperatura de pasteurização, maior é a retenção de coalho na massa, aumentando o risco de formação de gosto amargo durante o armazenamento (FURTADO, 1997).

Os mesmos cuidados com a temperatura de pasteurização são levantados por OLIVEIRA, 1987, acrescentando que deve-se evitar tratamentos térmicos com temperaturas acima das mínimas exigidas para uma perfeita pasteurização (72 °C por 15 segundos ou 63 °C por 30 minutos), a fim de não prejudicar a característica do coágulo, o qual vai se tornando cada vez mais frágil à medida que o tratamento térmico se torna mais severo, chegando a impedir a coagulação enzimática. A deficiência de cálcio devido ao emprego de temperaturas elevadas pode, entretanto, ser recomposta pela adição de cálcio solúvel, geralmente sob a forma de cloreto de cálcio, porém a consistência do coágulo continua frágil devido a desnaturação protéica.

2. 4. 5 Padronização

A padronização do leite tem por objetivos fabricar um queijo de acordo com as especificações estabelecidas para cada tipo, e conseguir uma utilização mais rentável dos componentes do leite, compatíveis com o gosto do consumidor (SCOTT, 1991).

A padronização do teor de gordura no leite procura a melhoria na qualidade do queijo, afim de melhorar aspectos organolépticos e de rendimento (RENDIMENTO, 1993).

A padronização da matéria gorda é normalmente efetuada mediante a mistura de leite integral com leite desnatado.

O teor de gordura do leite deverá ser ajustado antes de sua transferência para o tanque de fabricação. A padronização pode ser feita antes da pasteurização, seja com leite desnatado de separação fria ou pasteurizado. Tal procedimento simplifica o processo e reduz o risco de contaminação (ALFA LAVAL, 1974).

2. 4. 6 Homogeneização

A homogeneização do leite tem efeitos adversos sobre a estrutura protéica e promove a incorporação da micelas de caseína e suas subunidades para dentro do membrana do glóbulo de gordura. Estas interações entre gordura e caseína conduzem a um coágulo mais fraco, esmigalhamento e entrelaçamento impróprio do mesmo (SCOTT, 1991)

Por outro lado, estudos preliminares mostraram que a homogeneização da gordura do leite (creme) pode ajudar a melhorar o corpo de queijos de gordura reduzida (METZGER & MISTRY, 1994).

A área da superfície dos glóbulos de gordura do leite é aumentada de quatro a dez vezes após a homogeneização. Este aumento na área pode aumentar a lubrificação promovida pelos glóbulos de gordura na matriz protéica do queijo, e além disso, melhorar o corpo e a textura de queijos com gordura reduzida (METZGER & MISTRY, 1994).

2.4.7 Aquecimento

O leite após a pasteurização é resfriado, ou ainda aquecido se estiver previamente estocado, para a temperatura de coagulação. A temperatura ótima para o coalho é em torno de 40°C, mas temperaturas mais baixas são sempre usadas na prática, em parte para permitir o emprego de maiores quantidades de coalho e assim ajudar na maturação do queijo, e em parte para evitar a dureza excessiva do coágulo (ALFA LAVAL, 1974).

O modelo apresentado por OLIVEIRA *et. al.*, 1997, mostra a dependência da variável temperatura com o tempo de coagulação e o rendimento do queijo Minas frescal. Foi verificado que o rendimento aumenta quanto maior é o tempo de coagulação, enquanto a temperatura tem um valor ótimo (37,1 °C), no qual se ultrapassado o rendimento diminui.

2.4.8 Coagulação

A coagulação da caseína do leite é o processo fundamental da fabricação do queijo. Ela pode ser efetuada por meio de coalho, enzimas proteolíticas ou acidificação do leite até o ponto isoelétrico da caseína, valor de pH 4,6 - 4,7.

As propriedades do coágulo feito a partir de renina são muito diferentes daquelas obtidas pela precipitação no ponto isoelétrico (ácida). A primeira apresenta uma melhor propriedade de sinérese permitindo produzir um queijo de baixa umidade sem dureza. O coágulo enzimático pode, além disso, ser convertido em um produto mais estável que o coágulo ácido. Atualmente a coagulação enzimática é usada numa vasta maioria de variedades de queijo (FOX, 1993; SCOTT, 1991).

A quimosina, enzima que promove a coagulação, inicialmente era extraída do estômago de animais jovens abatidos. Devido ao crescimento da fabricação de queijo, e a falta de coalho animal de boa qualidade, substitutos, tais como pepsina de bovinos e suínos, proteinases ácidas extraídas de *Mucor miehe, M. pusillus* ou *Endotuia parasitica*, são amplamente utilizados em muitos países com resultados mais ou menos satisfatórios. O gene da quimosina do bezerro foi clonado em *K. lactis, E. coli* e *A. niger* e a quimosina obtida a partir destes organismos está disponível comercialmente (FOX, 1993).

A caseína encontra-se no leite em dois estados, na forma polimerizada em micelas, aparentemente na forma esférica de 30 a 300 nm de diâmetro. e no estado de monômero que é solúvel e não centrifugável (RIEL, 1991).

A micela de caseína é uma estrutura esponjosa não rígida, onde as caseínas α_s e β formam cadeias de copolímeros unidas pela caseína κ, como se esta fosse uma corrente. Estas moléculas estariam, além disso, unidas por pontes de fosfato (PO_4)e cálcio (Ca). As micelas retém de 2,5 a 3,5 vezes seu peso em água de hidratação. Esta água contribui para a estabilidade das micelas (RIEL, 1991).

Na primeira fase da coagulação, a quimosina atua hidrolisando a κ caseína. A quebra dá-se ao nível da fenilalanina$_{105}$ - metionina$_{106}$ resultando na liberação da paracaseína κ e do caseinomacropeptideo. A perda do fragmento hidrófilo terminal da caseína κ impede a manutenção da estabilidade micelar, provavelmente por causa de uma importante diminuição de cargas elétricas e da capacidade de hidratação (RIEL, 1991).

A formação do gel, segunda etapa da coagulação, se produz pela atração entre grupo similares, polares atraem polares, mas para isto é necessário que as moléculas estejam o suficientemente próximas uma das outras e também estejam orientadas corretamente (RIEL, 1991).

A agregação das micelas somente inicia-se quando quantidade suficiente de κ caseína tenha sido hidrolizada (DALGLEISH, 1992) (FIGURA 2).

2.4.9 Adição de culturas

A prática da adição de fermento tornou-se necessária em virtude do processo de pasteurização do leite, que além de eliminar a flora patogênica presente também acaba destruindo as bactérias lácticas que constituem a flora natural do leite (MORENO, 1993).

O fermento láctico pode ser definido como um cultivo puro de bactérias lácticas, em leite ou em meio específicos destinados a utilização industrial (GUTIÈRREZ, 1985).

A escolha da cultura deve ser feita de acordo com a variedade de queijo que se deseja produzir, visando de selecionar os microrganismos que forneçam ao queijo as características de aroma, de sabor, de textura e as olhaduras adequadas e também em função das condições de processamento.

Em queijaria, um *starter* é a cultura de microrganismos cujo crescimento no leite ou no coágulo produz com sua atividade metabólica, a maturação do queijo (FOX, 1993).

As culturas lácticas são geralmente agrupadas em produtoras de ácido láctico, de aroma, de gás, e ainda as proteolíticas e as lipolíticas. As culturas mais importantes, por serem empregadas em praticamente todos os produtos fermentados de leite, são as produtoras de ácido láctico, resultado da fermentação da lactose (OLIVEIRA 1987; MORENO, 1993)

A produção de ácido láctico pode ser utilizada para acelerar a coagulação enzimática. O abaixamento do valor de pH do leite favorece a atividade da enzima coagulante (coalho), que tem seu pH ideal ao redor de 4,0. Por outro lado, a diminuição do pH inibe o desenvolvimento de bactérias patogênicas ou putrefativas, pois estes microrganismos tem seu desenvolvimento inibido em meio ácido (MORENO, 1993).

As principais espécies de culturas lácticas conhecidas podem ser homofermentativas, ou seja, produzem ácido láctico a partir de lactose, ou heterofermentativas, que além do ácido láctico, produzem outros compostos. Os microrganismo homofermentativos são: *L. lactis* subsp *lactis, S. thermofilos, L. delbrueckii, L. helveticos* (OLIVEIRA, 1987; MORENO, 1993).

A produção de aroma, de sabor e de textura durante o processo da maturação ocorre devido a ação de enzimas liberadas pelas bactérias lácticas que degradam a caseína, formando compostos como peptídeos e aminoácidos. Os aminoácidos são precursores de compostos aromáticos como o diacetil, acetato e acetaldeído (MORENO, 1993).

A formação de diacetil e acetato é resultado da metabolização do citrato pelas bactérias da espécie *Leuconostoc* e *Lactococcus lactis* spp. *lactis* biovar. *diacetilactis* (VARNAM & SUTHERLAND, 1994).

A formação de olhaduras ocorre devido à fermentação de lactose pelo *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* e do citrato pelo *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*, que resultam na formação de gás carbônico. Nos queijos como Emmental e Gruyère a bactéria responsável pela formação de olhaduras é a *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* (MORENO, 1993).

A lipólise também contribui, em menor grau, na formação de aroma e sabor, devido a liberação de ácidos graxos livres (MORENO, 1993).

O começo da rancidez pode ser provocado pela liberação de ácidos graxos como conseqüência da ação de enzimas lipolíticas (lipases). No leite, existem normalmente diversas lipases, mas sua atividade é muito débil. Entretanto, as lipases dos microrganismos presentes no leite podem ser mais reativas que as do leite, e sua atividade depende da temperatura. A concentração destas enzimas no leite depende da fase de crescimento em que se acham os microrganismos (FOX, 1993).

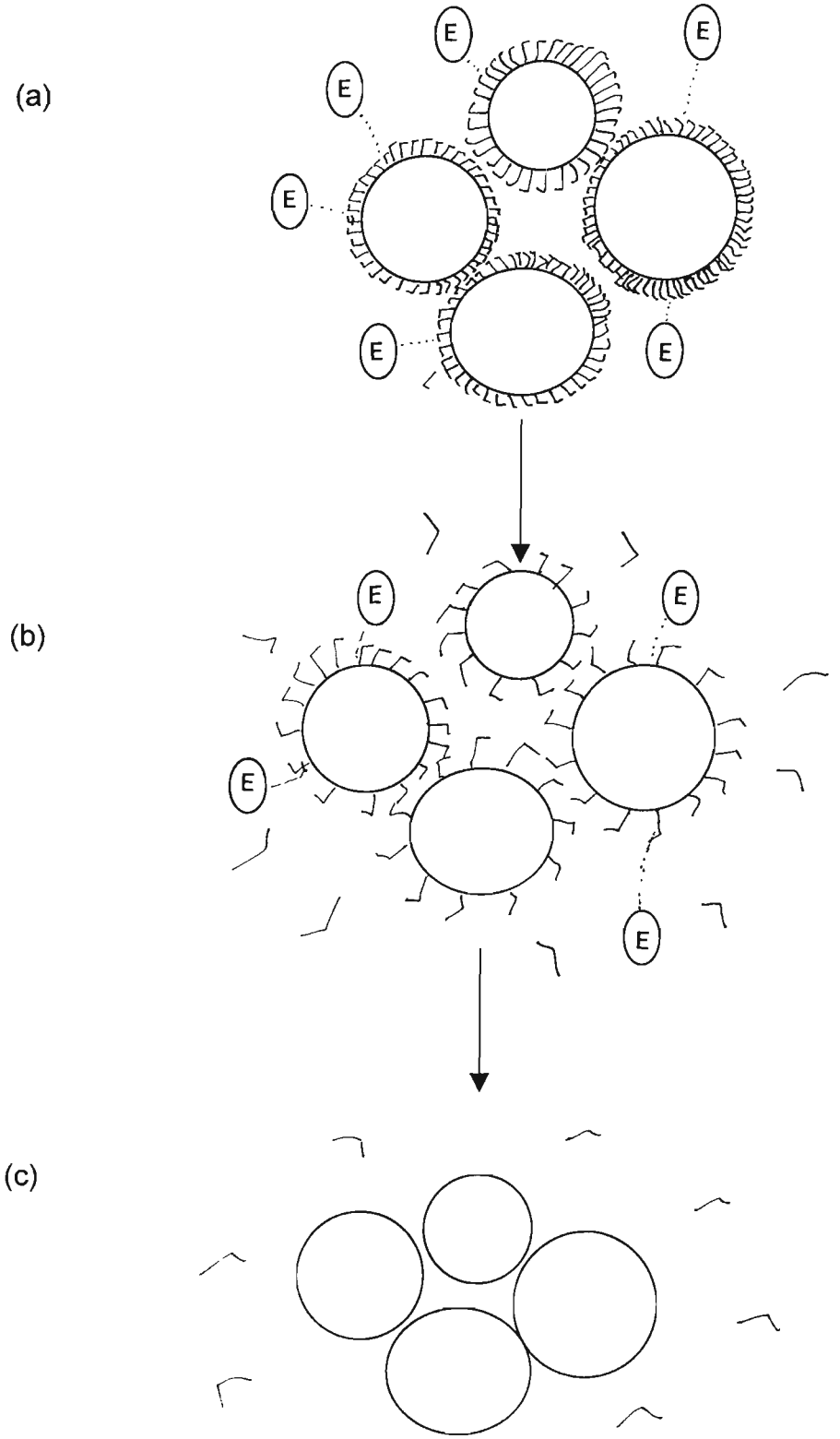

FIGURA 2: Diagrama esquemático do ataque da enzima coagulante E à micela de caseina. (a) A enzima E ataca a κ-caseína na posição phe_{105} - met_{106} liberando o fragmento hidrofílico, caseinomacropeptídeo. (b) a repulsão estérica da κ-caseína ainda na micela impede a aproximação. (c) a coagulação tem início quando mais de 86% da κ-caseína já foi hidrolisada.

2.4.9.1 Adição de enzimas complementares

A atividade hidrolítica das enzimas depende da facilidade com a qual a enzima pode atuar na cadeia de ácido graxo, que depende da posição que este ocupa na molécula de glicerol. O ácido butírico que ocupa a posição alfa é mais facilmente atacado pelas lipases do leite, mas estas não atacam ácidos graxos de cadeia mais longa como palmítico (C16) e o esteárico (C18) (SIEZEN & BERG, 1994).

O uso da enzima lipase faz-se necessária para que o queijo possa desenvolver o seu sabor picante característico por meio do processo hidrolítico da gordura; no caso do queijo Provolone esta característica é essencial, assim como corpo e textura. A gordura funciona como solvente para diversos componentes de seu aroma e sabor e, pela ação da lipase, ainda libera ácido butírico e capróico que têm relação direta com o sabor e aroma (SOUZA, 1992).

2.4.10 Tratamento da massa

Ao longo do processo de elaboração do queijo, a coalhada é trabalhada ininterruptamente, em diferentes etapas, havendo consequentemente variações na intensidade do tratamento (FURTADO & WOLFSCHOON, 1983).

A intensidade da desidratação da coalhada tem sido estudada por diversos autores, que têm determinado os principais fatores que a influenciam, tais como, tempo, temperatura, tamanho do grão de coalho, acidificação, agitação e adição de sal (FURTADO & WOLFSCHOON, 1983).

A maneira pela qual a coalhada é cortada tem influência muito grande na rendimento final da fabricação. A coalhada deve ser cortada quando apresentar um grau mínimo de firmeza, que varia de acordo com o queijo a ser fabricado. Via de regra quanto mais gordo for o leite, mais firme deve ser cortada a coalhada, para evitar perdas excessivas de gordura para o soro (RENDIMENTO, 1993).

Ao terminar o corte inicia-se a agitação com movimentos lentos, devido a fragilidade dos grãos da massa. A medida que os grãos tornam-se mais firmes devido a dessora, a agitação pode ser mais rápida (OLIVEIRA, 1987).

2.4.11 Enformagem

A agitação é interrompida quando se atinge o ponto. Neste, a massa é então separada do soro para ser moldada. Esta etapa de fabricação deve ser rápida, a fim de controlar a acidez da massa. É prática comum, deixar a massa decantar, e então retira-se o soro por balde, sifão, bomba de sucção, ou este é escorrido pelo registro do tanque de fermentação, sempre utilizando-se uma peneira ou tela para evitar perdas de massa (OLIVEIRA, 1987).

A massa, após a dessoragem é colocada em formas próprias cujas dimensões e formato variam conforme o tipo de queijo.

2.4.12 Prensagem

Esta operação visa unir os grãos da massa, dando origem a um só bloco de estrutura homogênea, que define o formato próprio do queijo e completa a dessora. A pressão utilizada depende do tipo de queijo, podendo variar de 5 a 30 vezes o peso do próprio queijo, e ter duração de 3 a 20 horas, sendo que quanto mais desidratada a massa, maior deve ser o tempo de prensagem (OLIVEIRA, 1987).

Para evitar a desidratação apenas da crosta, recomenda-se o emprego de uma pressão mais baixa no início aumentando gradualmente até atingir a pressão máxima desejada (OLIVEIRA, 1987).

2.4.13 Salga

O uso de sal (NaCl) como um conservante de alimentos vem dos tempos pré históricos, e junto com a fermentação e desidratação, é um dos métodos clássicos de conservação de alimentos, sendo todos estes métodos usados na fabricação de queijo (GUINEE & FOX, 1993).

A adição de sal torna o queijo mais sápido, sendo esta característica muito apreciado pela maioria das pessoas (GUINEE & FOX, 1993; LOURENÇO NETO, 1996a).

A porcentagem de sal adicionada ao queijo varia de 1% a 5%, sendo por volta de 2% o mais empregado. O sal atua significativamente no processo de cura, afetando as reações bioquímicas e o desenvolvimento da microbiota láctica, sendo ainda um importante agente inibidor dos microrganismos indesejáveis (OLIVEIRA, 1987).

É através do controle de umidade, diminuição de água disponível para as reações bioquímicas, que o sal exerce seu papel sobre a maturação, crescimento microbiano e aumento na firmeza da massa (WONG, 1978).

Na fabricação de queijos vários métodos de salga são utilizados. Podem ser citados o uso do sal no leite, no soro, na massa, ou ainda salga do queijo na superfície ou por imersão. Sem nenhuma dúvida, o processo de salga em salmoura é o mais adotado no Brasil, sendo aplicado praticamente em todos os tipos de queijo aqui fabricados (FURTADO, SOUZA, MUNCK, 1979).

A salga usando salmoura consiste na imersão dos queijos em solução de cloreto de sódio a aproximadamente 20%, durante determinado período de tempo, com temperatura e acidez controladas (FURTADO, SOUZA, MUNCK, 1979; LOURENÇO NETO, 1996a).

De acordo com LOURENÇO NETO, 1996 este tipo de salga é mais homogêneo, mais regular e mais econômico, além de poder ser mecanizado e desta forma facilmente adaptado às grandes queijarias. A passagem do sal para o queijo se dá por difusão, devido a diferença de concentração entre a salmoura e a fase aquosa do queijo, assim a massa absorve sal , e ainda há a passagem de água do queijo para a salmoura.

A perda de água do queijo Prato representa 2% do peso, em salmoura de concentração 20% (FURTADO, SOUZA, MUNCK, 1979).

O forma geométrica do queijo interfere na absorção de sal. Observa-se que quanto maior a relação área/volume maior a absorção de sal. Entretanto, considerando-se os formatos cilíndrico, retangular e esférico, aqueles queijos esféricos como tipo Edam e Reino absorvem menor quantidade de sal por cm^2 de superfície. Ainda, entre queijos retangulares e cilíndricos com uma relação superfície/volume semelhantes a absorção do sal é maior nos queijos retangulares. pois há uma direção de penetração a mais (GUINEE & FOX, 1993: LOURENÇO NETO,1996a).

A quantidade de sal absorvido aumenta com o tempo de salga. Entretanto, sua taxa de absorção diminui em função da diminuição do diferencial de concentração de sal entre a umidade do queijo e a da salmoura (GUINEE & FOX, 1993; LOURENÇO NETO,1996a).

A temperatura da salmoura também influencia a salga: quanto mais elevada for a temperatura da salmoura e do queijo mais rápida é a salga. Isto ocorre em função da maior mobilidade das moléculas de sal, tornando assim o processo de difusão mais eficaz, e também devido a um aumento de largura nos poros da matriz protéica, tal como a diminuição da água não solvente (GUINEE & FOX, 1993)

Na prática, deve-se considerar que a elevação de temperatura não é um bom procedimento, pois não confere ao queijo a firmeza devida, por aumentar a perda de peso e principalmente pelos riscos de crescimento de bactérias na salmoura (LOURENÇO NETO,1996b).

A agitação da salmoura aumenta a absorção de sal pelo fato do gradiente de concentração entre a salmoura e o queijo ser mantido constante. Na salmoura sem agitação, este gradiente é progressivamente diminuído pela diluição provocada pela saída de soro ao redor do queijo (LOURENÇO NETO,1996b).

O sal usado em salmoura ou salga seca influencia a maturação do queijo pelo seu efeito no crescimento dos microrganismos, na atividade enzimática e nas características sensoriais do queijo (NÁJERA, BARRON & BARCINA, 1994).

A concentração do sal e o método empregado para salga, seja salga seca ou em salmoura, exerce um grande efeito na produção e atividade de lipases, assim como na produção de ácidos graxos. Como regra geral, maiores concentrações de ácidos graxos livres (AGL) tem sido encontradas em queijos não salgados do que naqueles salgados por salmoura ou salga seca, mesmo com quantidades mínimas de sal. Em adição, certos pesquisadores tem reportado que níveis de sal extremamente baixos ou altos podem resultar em defeitos sérios de aroma em diferentes tipos de queijo (NÁJERA, BARRON & BARCINA, 1994).

Para o queijo Idizabal, o tempo de salmoura pode interferir na síntese de ácidos graxos livres (AGL). Para uma concentração de NaCl até 13 g/kg de queijo ocorre aumento do conteúdo de AGL, durante a maturação, entretanto, para concentrações de NaCl maiores que 13g/kg a atividade lipolítica é diminuída (NÁJERA, BARRON & BARCINA, 1994).

2.4.14 Cura

A natureza e qualidade do queijo é determinada profundamente pelos passos da manufatura. Entretanto, é durante a cura ou maturação que as características de aroma, de sabor e de textura de cada variedade de queijo se desenvolvem.

Além disso a qualidade do queijo maturado depende de numerosos fatores, tais como a qualidade do leite cru, das culturas *starters* empregadas, da tecnologia do processo e das condições de maturação utilizadas (BOSSET, COLLOMB & SIEBER, 1993).

A maturação do queijo envolve uma série de complexos físicos, químicos e mudanças microbiológicas que afetam os principais componentes do queijo (BELIVACQUA & CALIFANO, 1992).

É durante a maturação que ocorrem a glicólise, a proteólise e a lipólise, esta última em menor grau. São estas reações as responsáveis pela aparência, textura, estrutura sabor e odor do produto final (BOSSET, COLLOMB & SIEBER, 1993).

A maturação inadequada pode levar a formação de compostos indesejáveis como produtos da degradação de aminoácidos e compostos sulfídricos, os quais contribuem para o encobrimento do aroma e do sabor do queijo (COLLIN *et al.*, 1993).

2.4.15 Armazenamento

Em termos práticos, pode-se confundir o período de cura de um queijo com o do seu armazenamento. Tecnologicamente, a cura faz parte do processo de fabricação. No armazenamento o produto está completamente acabado.

O armazenamento é limitado pelo tempo de vida útil do produto. Este deve ser comercializado dentro deste período. Seja qual for o queijo, o armazenamento é feito em câmaras frias, com temperaturas na faixa de 0°C a 5 °C (OLIVEIRA, 1987).

2.5 Equipamentos usados em queijaria

O objetivo da mecanização do fabrico de queijos é obter um produto com maior qualidade e uniformidade na produção, junto a redução dos custos de produção (ALFA LAVAL, 1974).

O clarificador não é muito utilizado na indústria queijeira, entretanto a bactofuga (ou bactocentrífugas), associada a um esterilizador tem tido uma maior aceitação para a eliminação de bactérias e esporos do leite fresco (SCOTT, 1991).

Os equipamentos para preparação de *starters* devem permitir uma limpeza fácil e a esterilização do mesmo. Ainda é importante que os cultivos não sejam contaminados por bacteriófagos. Para que isto não ocorra não se deve permitir que ar não esterilizado entre durante a inoculação ou incubação. O tanque empregado deve permitir o controle de temperatura, para a adequada incubação e posterior resfriamento do cultivo (5º C), antes de sua inoculação na cuba de coagulação (SCOTT, 1991).

Os tanques de coagulação podem ser retangulares, cilíndricos e fechados com dispositivos incorporados para corte e agitação, a tendência é por tanques horizontais fechados. Os tamanhos disponíveis no mercado variam de 2.000 a 20.000 litros de capacidade (SCOTT, 1991).

Nas cubas fechadas há o controle automático das diversas operações, como o enchimento com leite, a adição do *starter*, coalho, corte, dessoramento, agitação, escaldo e esvaziamento. Visto que a qualidade final do queijo depende diretamente do funcionamento correto do equipamento é vital que os dispositivos de controle de funcionamento sejam realmente eficazes, e que disponham de interruptor manual para intervir quando seja necessário (SCOTT, 1991).

2. 6 Queijo Prato

Segundo a Portaria N.º 358, de 4 de setembro de1997 que aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de queijo Prato, este é o queijo maturado que se obtém por coagulação do leite por meio do coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácticas específicas (LEGISLAÇÃO, 1998).

As características do processo de elaboração são a obtenção de uma massa semi cozida, a remoção parcial do soro, a lavagem por adição de água quente, a pré-prensagem sob soro, a moldagem, a prensagem, a salga e a maturação. O período de maturação para a obtenção das características específicas é de pelo menos 25 dias (LEGISLAÇÃO, 1998).

O Queijo Prato pode ainda receber as denominações Lanche, Cobocó, Esférico ou Bola, de acordo com o seu formato e peso (LEGISLAÇÃO, 1998).

O Prato tem grande expressão comercial no Brasil, trata-se de um queijo bem padronizado tecnologicamente, e o melhor caracterizado comercialmente (OLIVEIRA, 1987).

Na adaptação da tecnologia européia surgiram então as variedades de Queijo Prato, sendo as mais conhecidas a Cobocó, de formato cilíndrico e a Lanche, com formato de paralelepípedo, com seção transversal retangular. A variedade Lanche é a que praticamente domina o mercado. O Prato pode apresentar vários tamanhos, pesando geralmente entre 0,4 a 3 kg, de acordo com a variedade correspondente (OLIVEIRA, 1987; ALBUQUERQUE, 1994 b).

O queijo tipo Prato é fabricado por coagulação enzimática, adicionando-se uma pequena quantidade de corante - Urucum - visando a dar um tom amarelado característico (FURTADO & LOURENÇO NETO, 1994).

Trata-se de um queijo de massa semi cozida e lavada, o que explica sua consistência macia e sabor suave. A fatiabilidade deve ser uma de suas principais características. O rendimento da fabricação se situa por volta de 9,0-9,5 litros de leite/kg de queijo.

A pasteurização do leite usado na fabricação de queijo da família Prato é realizada no Brasil por dois processos, o mais difundido é o trocador de calor por placas onde o aquecimento do leite é indireto. No processo por injeção de vapor o aquecimento é direto; este método é usado em pequenas indústrias (VENTURA *et al.*, 1984).

O leite pasteurizado com teor de gordura de 3,4 a 3,6 % é aquecido ou resfriado a temperatura de coagulação 36° C, este então é adicionado de cloreto de cálcio em solução 50%, em uma razão de 0,4 – 0,5 ml por litro, de corante, extrato de Urucum na proporção de 0,05ml a 0,1 ml por litro de leite, e de nitrato de sódio ou potássio (FURTADO & LOURENÇO NETO, 1994).

O uso de nitrato de sódio ou potássio, no leite de fabricação, como conservador pode ser usado em queijo Prato obedecendo o limite máximo de 50 mg / kg de queijo em nitrato de sódio (LEGISLAÇÃO, 1998).

Apesar de ser uma prática comum nas indústrias o emprego de nitrato visa controlar o estufamento dos queijos. O uso adequado de culturas lácticas para reduzir o pH à 5,6 evitando desta forma a germinação dos esporos de *Clostridium,* junto a temperaturas adequadas durante a maturação, armazenamento e comercialização é suficiente para prevenir o estufamento (OLIVEIRA, 1987).

A adição de cultura láctica é feita logo após a preparação do leite, emprega-se normalmente de 0,5 a 2 % de fermento em relação ao volume de leite, sendo que este deve-se encontrar bem homogêneo, sem grumos de coágulo, permitindo desta forma a sua perfeita distribuição no leite. Essa adição pode ser feita no início do enchimento do tanque, com isso, a cultura terá algum tempo para agir ou maturar o leite antes da adição do coalho (OLIVEIRA, 1987; FURTADO & LOURENÇO NETO, 1994).

Para a fabricação de Queijo Prato utiliza-se, normalmente, cultura ou fermento láctico misto, contendo *Lactococcus lactis* subesp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subesp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subesp *cremoris*, *Lactococcus lactis* subesp. *lactis* biovar *diacetilactis* (FURTADO & LOURENÇO NETO, 1994).

A adição de coalho é feita no tanque de acordo com as indicações do fabricante, para obter uma coagulação de 30 a 40 minutos a uma temperatura na faixa 32 a 35°C (FURTADO & LOURENÇO NETO, 1994).

Ao atingir o ponto final da coagulação, o coágulo deve ser firme, a fim de evitar perdas excessivas de gordura para o soro. Procede-se então o corte da massa. A acidez do soro no corte deve corresponder a dois terços da acidez do leite no momento da coagulação. Para o Prato, a coalhada é cortada, com liras adequadas, primeiro na vertical e depois na horizontal, em pequenos cubos cerca de 0,4 a 0,5 cm de aresta (grão de milho). Logo após o corte, a coalhada deve ser deixada em repouso para que haja contração das partículas e expulsão do soro; então em seguida, inicia-se uma agitação lenta por cerca 15 minutos, procurando manter os grãos dispersos por todo o soro. Deixa-se a massa, novamente, em repouso por alguns minutos, e então retira-se entre 30% e 40% do soro (FURTADO & LOURENÇO NETO, 1994).

Reinicia-se a agitação com maior rapidez. Então quando a massa apresentar os grãos bem distribuídos (sem embolar), inicia-se a adição de água quente (70° - 80°C), que deverá ser feita lentamente, tipo chuveirinho, ou seja gotas dispersas atingindo toda a superfície da massa. A quantidade de água adicionada deve se situar entre 15 a 20% do volume inicial de leite.

O aquecimento da massa deverá ser feito até 39 – 40 °C (no inverno) e 40 – 41 °C (no verão), se for necessário pode-se usar vapor indireto para atingir a temperatura desejada (FURTADO & LOURENÇO NETO, 1994).

Mantém-se a agitação até atingir o ponto, quando os grãos ficam mais "enxutos" e firmes. O que em condições normais ocorre entre 60 a 80 minutos após o corte (FURTADO & LOURENÇO NETO, 1994).

O ponto da massa é variável, e depende do teor de umidade desejável no queijo, desta forma está intimamente relacionado com o rendimento do queijo, pois responde pela quantidade de água que fica retida. Os fatores que determinam a escolha do ponto são o tipo de queijo quanto a sua maciez , o consumo, se o queijo será fatiado, ralado ou de mesa, e o tempo de estocagem, de maturação e venda (RENDIMENTO,1993)

Em seguida a massa deve ser pré prensada sob o soro por 15- 20 minutos, sob pressão de 50-60 libras / pol^2. Após a pré - prensagem é feita a enformagem, usando-se formas com furos para permitir a dessora e inicia-se a primeira prensagem por 30minutos, com 20 - 30 libras/pol^2 (FURTADO & LOURENÇO NETO, 1994).

Faz-se então a primeira viragem, e em seguida a segunda prensagem por 90 minutos, com 30 - 40 libras/pol^2. Os queijo poderão permanecer nas formas ou prensas até o dia seguinte ou até atingirem um valor de pH cerca de 5,5 – 5,7, o que ocorre normalmente após 6 – 8 horas após a adição de fermento ao leite.

Os queijos são conduzidos à salmoura a 10 – 12 ° C, e concentração 20% de sal. O tempo de salga varia conforme o formato, e o peso do queijo. Uma forma de 3 kg em média poderá ser salgada por 48 horas, no entanto na prática os queijos não permanecem mais que 24 horas na salmoura (FURTADO & LOURENÇO NETO, 1994).

Após a salga, os queijos são secos por 24 horas, em câmara fria, embalados em película plástica termoencolhivél e levados a câmara de maturação (12 -14°C), onde deverão ser maturado, por no mínimo, 60 dias, para desenvolvimento de consistência e sabor ideais.

Na prática, o queijo prato é vendido apenas com algumas semanas, sendo a sua cura quase sempre incompleta (FURTADO & LOURENÇO NETO, 1994).

2. 7 Propriedades reológicas do queijo

A textura do queijo maturado é determinada em sua maior parte pela intensidade de degradação sofrida pela proteína e pela gordura. Teores de gordura inadequados, e ainda o tamanho dos glóbulos de gordura estão relacionados com defeitos de elasticidade, de dureza, de esmigalhamento e com o baixo rendimento (SCOTT, 1991).

O queijo é viscoelástico por natureza e exibe comportamento sólido - elástico - e fluído - viscoso. O queijo consiste em uma matriz protéica contínua com uma estrutura solta e aberta com glóbulos de gordura dispersos. A natureza da rede, na maior parte, determina as propriedades reológicas e de fratura. Quando o teor de gordura diminui, a matriz de proteína torna-se mais compacta com menos espaços abertos afetando assim a textura (USTUNOL. KAWACHI & STEFFE, 1995).

Testes de dinâmica reológica tem muita aplicação na indústria de alimentos, e tem sido aplicada aos queijos. Medidas do módulo viscoelástico e viscosidade dinâmica tem ajudado a distinguir entre Mussarela natural e sua imitação (USTUNOL, KAWACHI & STEFFE, 1995).

A gordura do leite faz múltiplas contribuições na textura do queijo, mas nem todas são bem entendidas. Os queijos com gordura reduzida tendem a ser mais duros, mais elásticos, e ter maior adesividade que seus análogos com gordura integral. O aumento do teor de umidade tem sido geralmente recomendado para melhorar a textura dos queijos com gordura reduzida (BRYANT, USTUNOL & STEFFE, 1995).

CHEN *et al.* (1979) utilizaram o Instron para avaliar os atributos texturais (dureza, coesividade, adesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade) de onze variedades de queijo abrangendo de Parmesão ao *Cream cheese*. As medidas obtidas mostraram-se intimamente relacionadas com a composição e com o valor de pH.

Para os testes de textura as amostras cilíndricas têm sido preferidas, pois devido a sua simetria tendem a minimizar o desenvolvimento de rachaduras irregulares. A maioria dos pesquisadores têm usado amostras com dimensões entre 1,0 cm e 2,5 cm de diâmetro. Embora, ainda o tamanho da amostra, a razão de compressão e a temperatura usadas na análise variem muito segundo o pesquisador (PRENTICE, LANGLEY & MARSHALL, 1993).

Para amostras com diâmetro igual ao do cilindro empregado na análise de textura os testes são considerados como compressão. E para amostras com diâmetro maior que o do cilindro empregado, os testes são considerados como penetração, visto que a amostra não recebe a força aplicada homogeneamente em toda a superfície (GONZÁLEZ, GIOIELLI & OLIVEIRA, 1998).

Vale lembrar que o tamanho das amostras submetidas a análise de textura deve ser tão grande quanto possível para ser representativa e para evitar possível falta de homogeneidade local. Por outro lado, a amostra deve ser suficientemente pequena para se perceber a existência de falhas no seu interior e, ainda, deve obedecer à disponibilidade de amostra para a realização do teste (GONZÁLEZ, GIOIELLI & OLIVEIRA, 1998).

Apesar de muitos trabalhos publicados sobre a textura do queijo, a correlação entre a análise instrumental e dados sensoriais, são limitados à um produto em particular ou variedade de queijo, e freqüentemente não podem ser extrapolada para outros produtos (BRYANT, USTUNOL & STEFFE, 1995).

2.8 Propriedades sensoriais

A avaliação sensorial é utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações às características de alimentos e de outros produtos de consumo, a forma pela qual estes são percebidos pela visão, olfato, gosto, tato e audição. A complexa sensação resultante da interação de nossos sentidos, é usada para medir a qualidade do alimento em programas de controle de qualidade, onde uma equipe pode dar respostas que indicarão a preferência do consumidor, diferenças e preferências entre amostras, seleção do melhor processo e determinação do grau ou nível de qualidade de um produto (MORAES, 1992; CHAVES, 1993).

Para aplicar-se os métodos de análise sensorial, empregam-se equipes de provadores selecionados e treinados que se baseiam em suas próprias impressões sensoriais para o julgamento do produto. Desta forma pode-se dizer que o elemento humano é o aparelho que registra as medidas.

Quando o elemento humano é usado como instrumento, é necessário um controle rígido de todos os métodos usados e condições para evitar os erros causados por fatores psicológicos, isto é, todas as formas de influência exteriores (MORAES, 1992).

A seleção de provadores deve considerar a disponibilidade, a habilidade em perceber diferenças entre amostras avaliadas e poder repetir um julgamento, assim como a capacidade para verbalizar as sensações (MORAES, 1992; CHAVES & SPROESSER, 1993).

A terminologia dos questionários apresentados aos provadores deve permitir a associação verbal e dar uma idéia de ordem sucessiva dos intervalos facilitando o julgamento, e não apresentar expressões ambíguas que possam dificultar a decisão do provador (CHAVES & SPROESSER, 1993).

A aceitabilidade do alimento depende grandemente de suas propriedades sensoriais, tais como cor, aparência da superfície, textura, sabor, *buquê*. Não é só a natureza e a concentração do componente de aroma que é essencial, mas também as suas interações com macromoléculas, como açúcares, proteínas e lipídios (PIRAPREZ, HÉRENT & COLLIN, 1998).

O *buquê* é percebido quando os compostos são liberados da matriz do alimento durante a ingestão, desta forma o coeficiente de partição dos compostos voláteis entre a fase gasosa e o alimento é relevante para sua percepção (LUBBERS, LANDY & VOILLEY, 1998).

De todos os ingredientes dos alimentos, os lipídios provavelmente possuem o maior impacto organoléptico, pois a retenção na matriz dos compostos voláteis é maior quanto maior a concentração de lipídios (PIRAPREZ, HÉRENT & COLLIN, 1998).

Muitos produtos lácteos com gordura reduzida tem sido introduzidos no mercado. Em 1992 o queijo representava 36% dos produtos com teor reduzido de gordura. A textura pobre, o baixo desenvolvimento de aroma, e a escassa manutenção da qualidade tem sido problemas comuns em queijos com gordura reduzida (USTUNOL, KAWACHI & STEFFE, 1995).

O aroma do queijo depende bem mais do conteúdo em ácidos graxos de cadeia curta (C4, C6, C8) que dos de cadeia longa. Entretanto, os ácidos graxos e também as proteínas do coágulo, constituem o substrato de compostos mais específicos responsáveis pelo aroma, que são produzidos durante a maturação do queijo (SCOTT, 1991; BOSSET, COLLOMB & SIEBER, 1993).

Não há evidências de que o conteúdo de gorduras é o único determinante nas diferenças das propriedades sensoriais em amostras de queijo. A palatabilidade está associada com o conteúdo de gordura, enquanto os teores de sal e de umidade foram associados a textura pastosa dos queijos (BANKS, HUNTER & MUIR, 1994).

Muitos pesquisadores têm apontado a importância da composição e níveis individuais de ácidos graxos livres no aroma e sabor de diferentes tipos de queijo. Os ácidos graxos livres são formados durante a maturação, e são os precursores de metilcetonas, alcanos, lactonas, e esteres alifáticos e aromáticos, todos os quais são componentes de sabor e aroma em queijos (NÁJERA, BARRON & BARCINA, 1994).

A composição de compostos voláteis é o critério mais importante da qualidade do queijo; ela é que determina a aceitação do consumidor (BOSSET, COLLOMB & SIEBER, 1993; MILO & REINECCIUS, 1997). O estudo dos compostos voláteis é um campo interessante visto que o aroma do queijo depende de sua concentração (FRUTOS, SANZ & MARTINEZ-CASTRO, 1991).

Assim como, a análise química fornece bases para uma determinação objetiva dos principais atributos de qualidade de queijos (BANKS *et al.*, 1992). A determinação quantitativa destes ácidos é necessária para avaliar a formação e a evolução das substâncias voláteis durante a maturação (GONZALEZ DE LLANO *et al.* 1990) e ainda por razões nutricionais e, como um indicador da atividade bacteriana (BELIVACQUA & CALIFANO, 1992).

3. Objetivos

3.1 Gerais

Acompanhar a evolução de ácidos graxos e do perfil de textura durante a maturação do queijo Prato.

3.2 Específicos

Avaliar a influência da adição de culturas lácticas, em diferentes proporções, no perfil de ácidos graxos e na evolução da textura de queijo Prato durante o período de maturação de 25 dias.

Avaliar sensorialmente os Queijos Prato comerciais.

4. Material, Métodos e Parte Experimental

4. 1 Material

Para o processamento de queijo Prato foi utilizado leite tipo B pasteurizado e homogeneizado, marca Paulista Top.

Os queijos foram preparados com adição de cultura láctica mesófila, aromática, liofilizada de múltiplas cepas mistas, marca "Flora Danica", que contém: *Lactococcus lactis* subesp. *cremoris, Lactococcus lactis* subesp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subesp. *cremoris, Lactococcus lactis* subesp. *lactis* var. *diacetilactis*, fornecido pela Ha-la do Brasil Chr. Hansen, Valinhos, Brasil. A cultura láctica empregada foi ativada, em câmara de incubação, por doze horas a 24°C.

Na fabricação, utilizou-se coalho líquido Danilac, na proporção recomendada pelo fabricante, e solução a 50% de cloreto de cálcio. A salmoura, valor de pH 5,10, utilizada na salga, foi preparada com cloreto de sódio a 20% e cloreto de cálcio a 0,6%.

Os queijos Prato comerciais foram obtidos no comércio local. As marcas escolhidas para análise foram Parmalat, Campo Lindo e Leco.

4.2 Parte experimental

A produção do Queijo Prato foi feita em pequena escala preparando-se lotes de queijo a partir de 20L de leite, com adição de 8 ml de solução de cloreto de cácio, seguindo os procedimentos descritos por FURTADO & LOURENÇO, 1994.

Três experimentos foram realizados usando-se as seguintes variáveis:

- ✓ sem adição de cultura láctica (Queijo 1);
- ✓ com adição de cultura láctica mesófila na concentração de 0,75%(v/v) (Queijo 2) e,
- ✓ com adição de cultura láctica mesófila na concentração de 1,50% (v/v) (Queijo 3).

Em cada procedimento, foram produzidos quatro queijos estes, por sua vez, foram divididos em 3 partes iguais.

Durante a fabricação dos queijos foram medidos a acidez e o valor de pH: do leite, do soro no momento do corte, do soro após primeira mexedura, do soro após uma hora, do soro com adição de água antes da enformagem e do soro expelido das formas após prensagem. Também foram medidos o tempo de coagulação do leite em cada procedimento.

Os queijos foram pesados após prensagem antes da salga, após a salga e após o período de secagem de 4 dias, na câmara fria a 12ºC com umidade relativa 90%. O rendimento foi calculado para cada processo e expresso em kg de queijo/ L de leite, considerando-se o peso do queijo antes da salga.

Os queijos foram envasados, após o quarto dia, a vácuo, em embalagens plásticas de 20 X 30 cm de dimensão, 8 μm de espessura e taxa de permeabilidade ao oxigênio < 10 UR 75% a 24°C /m^2/ 24h. As amostras foram mantidas sob refrigeração 10°C em câmara fria marca Ice Corp, modelo RTF 150bj, acoplada a um umidificador VaporVip, modelo 100, São Paulo, pelo período em que as análises foram realizadas.

A análise de composição centesimal dos queijos fabricados em laboratório foi realizada no vigésimo quinto dia de maturação. Este tempo de maturação e estabilização é o requisitado pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos, período a partir do qual, o produto pode ser colocado a venda no mercado (LEGISLAÇÃO, 1998).

Durante o período de maturação foram feitas as determinações de umidade, valor de pH, atividade de água, índice de proteólise, análise do perfil da textura, como também foi realizada a extração de gordura dos queijos para a caracterização do perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa nos dias 1, 4, 7, 14, 20, 25.

4.3 Métodos

4.3.1 Determinações analíticas

- ✓ **pH**: o valor de pH do leite, do soro e do queijo, foi determinado, de acordo com as Normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976, por meio pH-metro Incibrás, pH-1400.

- ✓ **Atividade de água**: a atividade de água foi medida em Equipamento Novasina Thermoconstanter Humidat, Suíça, a 25°C.

- ✓ **Acidez em °Dornic**: para o leite usado na manufatura do queijo e do soro durante as etapas de fabricação, a acidez foi determinada de acordo com as Normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976.

- ✓ **Gordura do leite por Butirômetro de Gerber**: para o leite empregado na fabricação dos queijos, a gordura foi determinada de acordo com as Normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976.

- ✓ **Extrato seco total (EST)**: o extrato seco total dos queijos foi determinado em triplicata, por gravimetria, colocando-se as amostras em estufa a vácuo a 70°C até atingir peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976)

- ✓ **Umidade**: foi calculada considerando-se a fórmula:

  100 - EST = umidade%

- ✓ **Gordura no extrato seco (GES)**: foi determinada a gordura no extrato seco pelo Método Extrator de Soxhlet de acordo com as Normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976. O GES foi determinado em triplicata.

- ✓ **Nitrogênio total**: o nitrogênio total foi analisado pelo Método de Micro - Kjeldahl como descrito nas normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976. O teor de proteína total foi calculado multiplicando-se o valor do nitrogênio total por 6,38, determinação feita em triplicata.

- ✓ **Cinzas**: a teor de cinzas foi determinado pelo Método gravimétrico descrito nas normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976. A determinação de cinzas foi realizada em triplicata

- ✓ **Fração NIFEXT**: a fração NIFEXT, correspondente aos carboidratos da amostra, foi calculada subtraindo-se a soma dos outros componentes da massa inicial e expressa em percentual, de acordo com as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976.

- ✓ **Índice de proteólise**: o índice de proteólise foi feito através da determinação colorimétrica da hidrólise parcial das proteínas do queijo. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotometro Coleman usando-se um comprimento de onda de 650 nm. A curva de padrão de tirosina foi preparada de acordo com método descrito por HULL, 1947.

- ✓ **Densidade**: a densidade do leite foi determinada em termolactodensímetro de Quèvenne. Os valores foram corrigidos para 15°C com auxílio de uma tabela.

4.3.2 Análise do Perfil de Textura

Para a análise do perfil da textura as amostras foram cortadas em forma cilíndrica com 25 mm de diâmetro por 20 mm de altura. As amostras foram mantidas, em sala a temperatura de 20ºC ± 2ºC sob filme de PVC para evitar a perda de umidade até a execução dos testes reológicos.

A análise de perfil de textura foi realizada através de teste de dupla compressão utilizando-se cilindro de acrílico com diâmetro 25 mm, em analisador de textura TA-XT2 Stable Micro Systems, Haslemere, Inglaterra. A distância percorrida pelo *probe* na amostra foi de 10 mm a uma velocidade 2 mm/s.

Foram determinados os atributos dureza, coesividade, adesividade, mastigabilidade e elasticidade. As determinações foram feitas em sextuplicata.

4.3.3 Determinação do perfil de ácidos graxos

4.3.3.1 Extração de Gordura

O método de extração de gordura apresentado por BLIGH & DYER, 1959 foi utilizado para obtenção da fração lipídica, que posteriormente foi analisada cromatograficamente. O método foi adaptado, conforme os autores sugerem, para amostras com diferentes umidades: foi adicionada água suficiente para manter a proporção dos volumes de clorofórmio, metanol e água 1: 2: 0,8 e 2: 2: 1,8 antes e depois da diluição, respectivamente.

4.3.3.2 Preparação de Ésteres Metílicos

A preparação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada usando o método descrito por HARTMAN & LAGO, 1973, a partir da fração lipídica extraída como no item 4.2.3.1.

4.3.3.3 Determinação da composição em ácidos graxos

A determinação da composição de ácidos graxos por análise gás-cromatográfica dos ésteres metílicos destes ácidos foi realizada em Cromatógrafo Varian, modelo Star 3400 CX, Califórnia – EUA, equipado com integrador eletrônico modelo CG – 300. Foi utilizada coluna capilar de sílica fundida VA-WAX (Varian), de comprimento 30 m, diâmetro interno 0,25 mm e contendo 0,25 μm de polietilenoglicol. Para a análise foi utilizado sistema de injeção Split 50:1, temperatura do injetor 250°C; detetor de ionização de chama (FID) a 280°C, usando como gás de arraste Hélio, numa vazão de 15 ml/min e gás make-up hélio a 30 ml/min. A coluna foi programada com temperatura inicial de 75°C mantida por 3 minutos, aumentando para 150°C numa razão de 9,4°C por minuto, e então para 210°C a 3°C por minuto, permanecendo nesta temperatura até o fim da análise, o tempo total para obtenção do cromatograma foi 38 minutos.

A composição qualitativa foi determinada por comparação dos tempos de retenção dos picos com aqueles dos respectivos padrões de ácidos graxos. A composição quantitativa foi realizada por normalização de área, sendo expressa como porcentagem em massa.

4.3.4 Análise sensorial

Os queijos comerciais foram submetidos a teste de preferência pelo Método de Ordenação para um grupo de consumidores potenciais do produto composto por 35 provadores.

A apresentação das amostras foi feita com o produto cortado em cubos e codificados com três algarismos aleatórios. A ordem da apresentação foi trocada aleatoriamente durante os julgamentos, para evitar resultados tendenciosos.

Empregou-se método de análise descritiva quantitativa, para avaliar os aspectos dos atributos sensoriais dos queijos comerciais, usou-se uma escala estruturada verbal (FIGURA 1 – ANEXO 1), associando o termos descritivos a valores numéricos, possibilitando assim a análise estatística dos resultados mediante análise de variância e teste de Tukey.

4.3.5 Análise estatística

Foi feita a análise de variância para comparação da média dos valores de textura utilizando o programa STAT – Sistema para análises estatísticas, V 2.0., Jaboticabal, considerando-se um nível de significância $p \leq 0,05$.

5. Resultados e Discussão

5.1 Caracterização da matéria-prima, determinações físico-químicas durante o processamento e rendimento

I. Queijo Prato sem adição de cultura (Queijo 1)

Na produção de Queijo Prato sem adição de cultura, o valor de pH do leite foi 6,80, a acidez 15,0ºD e a densidade a 15°C 1,033. A gordura foi 3,75% e, a densidade 1,033. Os sólidos totais do leite foram 13,02% (Disco de Arckermann) e 13,00% (gravimetria), respectivamente. O tempo de coagulação foi de 1 hora e 17 minutos (TABELA 1).

Durante o processamento do queijo acompanhou-se as mudanças da acidez e do valor de pH do soro. O soro no momento do corte apresentou acidez 8,7ºD e pH 6,93, após a primeira mexedura acidez foi 9,8ºD e pH 6,92. O soro após uma hora do corte, no momento da retirada de 40% do soro, a foi acidez 6,2ºD e o pH 6,85. No dia seguinte, os valores de acidez e de pH do soro expelido das formas após prensagem foram 5,9ºD de acidez e 6,95, respectivamente. O peso total dos queijos foi 3,120kg, ou seja, um rendimento de 6,4 litros leite/kg queijo (TABELA 2).

II. Queijo Prato com adição de cultura a 0,75% (Queijo 2)

O leite usado na produção do queijo Prato com 0,75% de cultura lática, teve valor de pH 6,65, acidez 16,2°D, densidade a 15°C de 1,032, gordura 3,57% e, sólidos totais 12,38% e 12,35% determinados pelo Disco de Arckermann e por gravimetria, respectivamente. O tempo de coagulação foi de 55 minutos, o menor tempo entre os processos.

Durante a fabricação, o soro no momento do corte, apresentou acidez 8,2°D e pH 6,61; após a primeira mexedura a acidez foi 7,7°D e pH 6,48. O soro apresentou após uma hora do corte, no momento da retirada de 40% do soro, acidez 6,2°D e pH 6,47; o soro expelido nas formas após prensagem teve 6,1°D de acidez e 6,57 de valor de pH. O peso total dos queijos antes da salga foi 3,010kg, apresentando um gasto de 6,6 litros de leite para cada quilo de queijo obtido (TABELA 2).

III. Queijo Prato com adição de cultura a 1,5% (Queijo 3)

O leite utilizado no queijo Prato com adição de 1,5% de cultura lática, teve o valor de pH 6,65 e acidez 18,5°D, densidade 1,033, gordura 3,70% e sólidos totais 12,95% e 13,05% obtido pelo disco de Arckermann e pelo método gravimétrico, respectivamente. O tempo de coagulação foi o maior, 1 hora e 24 minutos quando comparado aos anteriores sem adição de cultura e com adição de 0,75% de cultura (TABELA 1).

O valor de pH e acidez no momento do corte foram 6,60 e 10,8°D; após a primeira mexedura 6,61 e 11,3°D; após uma hora de processamento o pH foi 6,62 e a acidez caiu para 5,1°D. No dia seguinte após a prensagem o valor de pH medido foi 6,70 e a acidez 6,2°D.

TABELA 1: Determinações do leite utilizado na fabricação dos queijos

	Queijo 1 sem adição de cultura	Queijo 2 0,75% de cultura	Queijo 3 1,5% de cultura	Limites Estabelecidos*
Acidez (°D)	15,0	16,2	18,5	15,0 - 20,0
pH	6,80	6,65	6,65	6,6 - 6,8
Sólidos totais % Disco Arckermann	13,02	12,38	12,95	mínimo 11,5%, para leite tipo B
Gravímetria	13,00	12,35	13,05	
Densidade a 15°C	1,033	1,032	1,033	1,028 - 1,033
Gordura %	3,75	3,57	3,70	sem limites para leite tipo B
Tempo de coagulação (minutos)	77	55	84	

*TRONCO, 1997a.

O peso total dos queijos foi 2,760kg antes da salga. O rendimento foi de 7,25 litros de leite para cada quilograma de queijo obtido (TABELA 2).

Os leites empregados na fabricação dos queijos nos três experimentos estavam dentro das especificações de leite tipo B e dos requisitos para fabricação de Queijo Prato.

Nota-se diferenças no tempo de coagulação do leite nos três processos. Estas diferenças podem ter exercido influência sobre o rendimento dos processos, principalmente sobre a quantidade de água retida no coágulo.

Pode observar-se que o valor de pH diminui durante as etapas do processamento nos três queijos fabricados em laboratório. Observa-se também um aumento no valor de pH após a prensagem. Este aumento pode estar relacionado com a retirada de soro e a adição de água quente para aquecer a massa durante a fabricação de queijo Prato (FIGURA 3).

Quanto ao teor de água retida na massa do queijo, houve diferença em relação aos processos, ou seja, o teor de água é maior para o Queijo 1 e Queijo 2, sendo menor a quantidade de água retida no Queijo 3, com 1,5% de cultura láctica. Isto está de acordo com a literatura, segundo a qual o fermento está relacionado com a produção de acidez, com a ação de coalho, com a dessora e a coesão da massa (DENDER *et. al.*, 1986)

O tempo de coagulação é um fator relevante tratando-se de rendimento. Apesar de seguir as recomendações do fabricante descritas na embalagem do coalho, os diferentes tempos de coagulação podem ser causados pelo uso de coalho de baixo poder coagulante, ou ainda devido a um tratamento térmico muito severo que o leite pasteurizado possa ter recebido, o qual provocaria a desnaturação das proteínas do leite (OLIVEIRA,1987; FURTADO, 1997).

TABELA 2: Dados do processamento de Queijo Prato

	Queijo 1		Queijo 2		Queijo 3	
	sem adição de cultura		0,75% de cultura		1,5% de cultura	
Soro	pH	Acidez	pH	Acidez	pH	Acidez
no momento do corte	6,93	8,7	6,61	8,2	6,60	10,8
após primeira mexedura	6,92	9,8	6,48	7,7	6,61	11,3
após 1 hora de processamento	6,85	6,2	6,47	6,2	6,62	5,1
após prensagem	6,95	5,9	6,57	6,1	6,70	6,2
Rendimento (litros leite/ Kg queijo)	6,40		6,60		7,25	

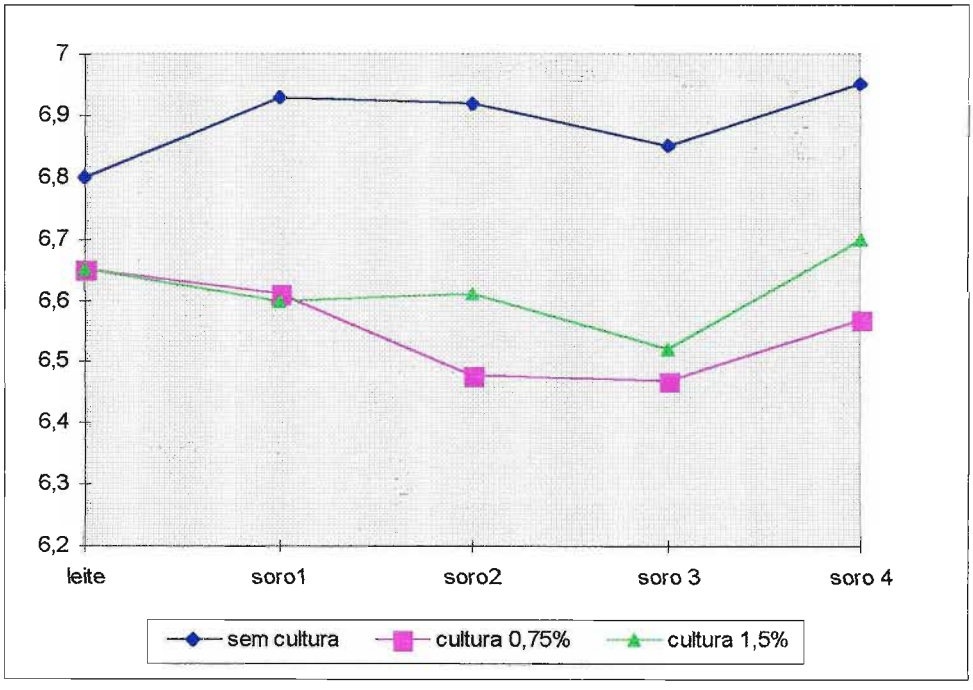

FIGURA 3: Variação do valor de pH durante a fabricação de queijo Prato. Legenda: soro1: Soro no momento do corte; soro 2; soro após primeira mexedura; soro 3: soro após uma hora; soro 4: soro após prensagem.

O coalho tem grande importância pois sua composição em quimosina e pepsina afeta a coagulação, em função do pH do leite. Além disso, certos coalhos comerciais, dependendo do processo em que foram produzidos e da matéria-prima usada, tem maior grau de impurezas e estão assim sujeitos a maior perda da atividade coagulante, o que obviamente os torna menos efetivos na formação da coalhada (RENDIMENTO, 1993).

Entre os fatores que podem influenciar a retenção da proteína e da gordura no coágulo, e portanto alterar o rendimento são o ponto de corte, o tamanho dos grãos da coalhada cortada e a agitação. A importância em observar e reconhecer adequadamente a ponto "real" de corte do coágulo, que para a linha Prato deve apresentar coágulo firme, permite aumentar a retenção de gordura no coágulo. Entretanto, a massa é cortada em pequenos grãos o que favorece a perda de gordura para o soro. A agitação lenta da coalhada foi realizada manualmente, e por isto, sujeita a alterações. A FIGURA 4 mostra o aspecto da coalhada após o corte.

A temperatura de cozimento utilizada, 41°C, na produção dos queijos foi a mesma para os Queijos 1, 2 e 3. Entretanto, o tempo para atingir o ponto da massa, que é um critério que depende da observação e julgamento do produtor, pode ter favorecido a contração do grãos de coágulo do queijo com adição de 1,5% de cultura láctica (FIGURA 5). Sabe-se que o aumento da temperatura por maior tempo, favorece a produção de ácido pela cultura lática adicionada e a diminuição do valor de pH por sua vez favorece a sinérese (RENDIMENTO, 1993, FURTADO & WOLFSCHOON, 1979).

O "ponto" da massa em resumo, além de determinar fatores que afetam a qualidade do queijo, tem influência no rendimento, pois responde pela quantidade de água que fica retida no queijo (FIGURA 6).

Uma pequena variação no teor de umidade (água) de um queijo, pode representar uma quantia considerável do ponto de vista econômico. Ao final do processo, sob a influência da acidificação, da agitação e do calor utilizado no cozimento, os grãos se tornam mais enxutos e com base a prática e experiência, os queijeiros dão o ponto a massa (RENDIMENTO,1993).

Os Queijos 1, 2 e 3 produzidos apresentaram maior retenção de água do que a desejada para Queijo Prato. De acordo com o artigo RENDIMENTO,1993 os valores esperados para queijo Prato estão entre 8,8 e 9,5 litros de leite/ kg de queijo.

FIGURA 4: Aspecto da coalhada no momento do corte.

FIGURA 5: Aspecto da coalhada após a primeira mexedura.

FIGURA 6: Aspecto da coalhada ao final do processo.

5.2 Determinações físico-químicas do queijo

5.2.1 Composição centesimal

Os valores obtidos para a composição centesimal dos Queijos 1, 2 e 3 e para os queijo comerciais são evidenciados na TABELA 3. Na primeira parte do experimento acompanhou-se a evolução da composição centesimal e verificou-se que não houve variação significativa da composição centesimal durante a maturação (GONZALEZ, 1999). Nesta segunda parte do estudo, determinou-se a composição centesimal no vigésimo quinto dia, tempo de maturação e estabilização requerido pela LEGISLAÇÃO, 1998. Foram encontradas diferenças significativas na composição centesimal entre os queijos fabricados experimentalmente e os queijos Prato comerciais.

A umidade não foi significativamente diferente entre os processos de fabricação (média de 44,82% $\pm$ 1,06). Mas, estas foram significativamente diferentes das amostras de queijo Prato comercial. Nas amostras de queijo comercial as marcas Parmalat e Campo Lindo não foram significativamente diferentes entre si, mas foram diferentes da marca Leco.

TABELA 3: Composição centesimal de Queijo Prato

	Queijo 1* sem adição de cultura	Queijo 2* 0,75% de cultura	Queijo 3* 1,5% de cultura	Parmalat	Campo Lindo	Leco
Umidade	44,64[a]	46,20[a]	43,62[a]	41,98[b]	40,26[b]	37,64[c]
Extrato total seco	55,36[a]	53,80[a]	56,80[a]	58,02[b]	59,74[b]	62,36[c]
Lipídios	25,54[a]	25,64[a]	24,20[a]	17,82[b]	24,95[a]	19,29[b]
G.E.S.**	46,14[a]	47,65[a]	42,92[a]	30,72[b]	41,77[a]	30,94[b]
Proteína	17,99[a]	17,07[a]	18,59[a]	22,16[b]	20,58[b]	28,84[c]
Cinzas	3,81[a]	4,58[a]	4,29[a]	3,01[a]	3,34[a]	3,06[a]
Fração NIFEXT	8,01	6,51	9,30	15,03	10,87	11,17

* 25 dias de processo

**G.E.S. : Gordura no extrato seco.

abc - com a mesma letra sobrescrita significa que não há diferenças significativas, comparação feita apenas dentro da mesma linha.

✓ **Umidade**

O teor de umidade dos queijos dos diferentes experimentos manteve-se praticamente estável durante o período de maturação.

Houve uma pequena diminuição no teor de umidade durante a maturação dos queijo, que pode ser visualizada na FIGURA 7. Entretanto, a diferença nos valores de umidade durante a maturação não são significativamente diferentes ($p > 0,05$). A diminuição mostra-se mais acentuada nos primeiros dias, que correspondem ao período em que os queijos foram mantidos na câmara fria para secagem, e ainda não embalados.

O maior valor de umidade para o Queijo 1 foi 52,43% no primeiro dia e a menor foi 44,64%, no dia 25. Para o Queijo 2 o maior teor de umidade foi 51,83% , no primeiro dia e o menor 46,20% no dia 25. A umidade para o Queijo 3 apresentou seu maior valor no primeiro dia (51,40%) e, menor valor para o dia 25 (43,62%).

Os queijos fabricados experimentalmente com adição de 1,5% de cultura lática (Queijo 3) e sem adição de cultura lática (Queijo 1) e os queijos comerciais das marcas Parmalat e Campo Lindo apresentaram umidade próximos aos valores esperados para Queijo Prato. Entretanto, o Queijo 2 tem umidade superior ao considerado característico para queijo Prato enquanto o queijo da marca Leco teve teor de umidade inferior. A umidade média esperada, segundo FURTADO & LOURENÇO, 1994 varia de 42% a 44%

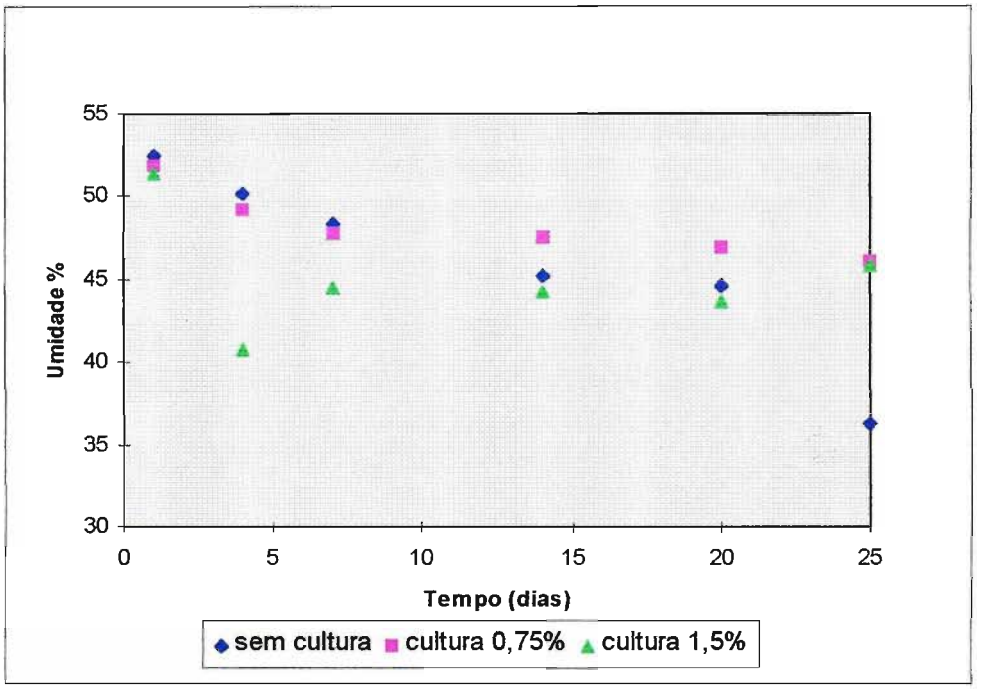

Figura 7: Variação da umidade durante o período de maturação de 25 dias.

✓ **Lipídios**

Os Queijos 1, 2 e 3 e o queijo Prato comercial Campo Lindo apresentarem teor de lipídios dentro do esperado para queijo Prato, em torno de 25% (TABELA 3). Por outro lado, os queijo comerciais Parmalat e Leco tiveram teor de gordura inferior a faixa de 25% a 29% de gordura, que é característica para queijo Prato segundo FURTADO & LOURENÇO, 1994.

O teor de gordura dos queijos não variou significativamente entre os queijos produzidos experimentalmente (média 25,13% $\pm$ 0,66) e o queijo da marca Campo Lindo(24,95%) mas, estes foram significativamente diferentes das marcas Parmalat (17,82%) e Leco (19,29%).

A gordura no extrato seco (GES) dos Queijos 1, 2 e 3 foi 46,14%, 47,65%, 42,92%, respectivamente. O GES entre os Queijos 1, 2 e 3 e o queijo Campo Lindo não foi diferente ($p \geq 0,05$), mas estes foram significativamente diferentes dos queijos Parmalat (30,72%) e Leco (30,94%).

✓ **Proteína**

O teor de proteína medido como nitrogênio total, não foi significativamente diferente entre os queijo dos três processos, os teores de proteína para os Queijos 1, 2 e 3 foram 17,99%, 17,07% e 18,59%, respectivamente. Entretanto, observou-se uma diferença significativa entre estes e os queijos comerciais ($p < 0,05$).

O teor de proteína dos queijos das marcas Parmalat (22,16%) e Campo Lindo (20,58%) não foram significativamente diferentes entre si ($p > 0,05$). Ambos, por sua vez, tiveram teor de proteína significativamente diferentes do queijo Leco (28,84%).

✓ **Cinzas**

O resíduo mineral fixo não foi significativamente diferente entre os queijos fabricados experimentalmente e os comerciais ($p > 0,05$). Nos três processos o conteúdo de cinzas esteve de acordo com os valores esperados para queijo Prato, de 2,1% a 5,4% segundo FURTADO & LOURENÇO, 1994.

O papel das cinzas é de grande importância no que se refere à textura final dos queijos. A massa de um queijo é como se fosse um conjunto onde o cálcio, principalmente, faz o papel de esqueleto, de estrutura de elemento de ligação (FURTADO & WOLFSCHOON, 1979).

✓ **Fração NIFEXT**

A fração NIFEXT dos queijos experimentais variou de 6,51% (Queijo 2) a 9,30% (Queijo 3) enquanto para os comerciais de 10,87% (Campo Lindo) e 15,03% (Parmalat).

5.2.2 Atividade de água

Durante o período de maturação dos queijos fabricados experimentalmente verificou-se uma diminuição da atividade de água, os valores foram significativamente diferentes entre o primeiro e o vigésimo quinto dia para os Queijos 1, 2 e 3 (TABELA 4).

TABELA 4: Valores de atividade de água* do Queijo Prato durante o período de maturação

Tempo de maturação (dias)	Queijo 1 sem adição de cultura	Queijo 2 0,75% de cultura	Queijo 3 1,5% de cultura
1	0,956[ab]	0,949[a]	0,969[a]
4	0,968[a]	0,939[bc]	0,961[ab]
7	0,956[abc]	0,943[ab]	0,959[ab]
14	0,943[cd]	0,933[c]	0,948[b]
20	0,945[bcd]	0,934[c]	0,949[ab]
25	0,940[d]	0,920[d]	0,945[b]

abcd - com a mesma letra sobrescrita significa que não há diferenças significativas, comparação feita apenas dentro da mesma coluna.

* Média de três determinações.

A pequena variação da atividade de água pode ser melhor visualizada na FIGURA 8. Nota-se uma queda mais acentuada da atividade de água até o décimo quarto dia, para os queijos sem adição de cultura láctica (Queijo 1) e com 1,5% de cultura (Queijo 3). Estas amostras foram as que apresentaram menor umidade. A diminuição de água disponível pode ser resultado das reações características da maturação de queijos.

Uma característica importante da proteólise é que os dois grupos iônicos resultantes da clivagem da ligação peptídica irão competir pela água disponível no sistema. Desta forma a água que num primeiro momento estava disponível para a solvatação liga-se a novos grupos iônicos. O que pode refletir numa diminuição da atividade de água (LAWRENCE, CREAMER & GILLES, 1987).

5.2.3 Valor de pH

O acompanhamento dos valores de pH durante a maturação do queijo Prato nos três processos é melhor visualizado na FIGURA 9, nela podemos observar uma diminuição no valor de pH, nos três processos.

Os valores de pH no dia 25 foram 6,11 para o queijo sem adição de cultura láctica; 6,53 para o queijo com 0,75% de adição de cultura e 6,44 para o queijo com maior adição de cultura láctica, 1,5%. Os queijos comerciais apresentaram valores de pH mais baixos, 6,00, 5,68, e 5,79 para as marcas Parmalat, Campo Lindo e Leco, respectivamente.

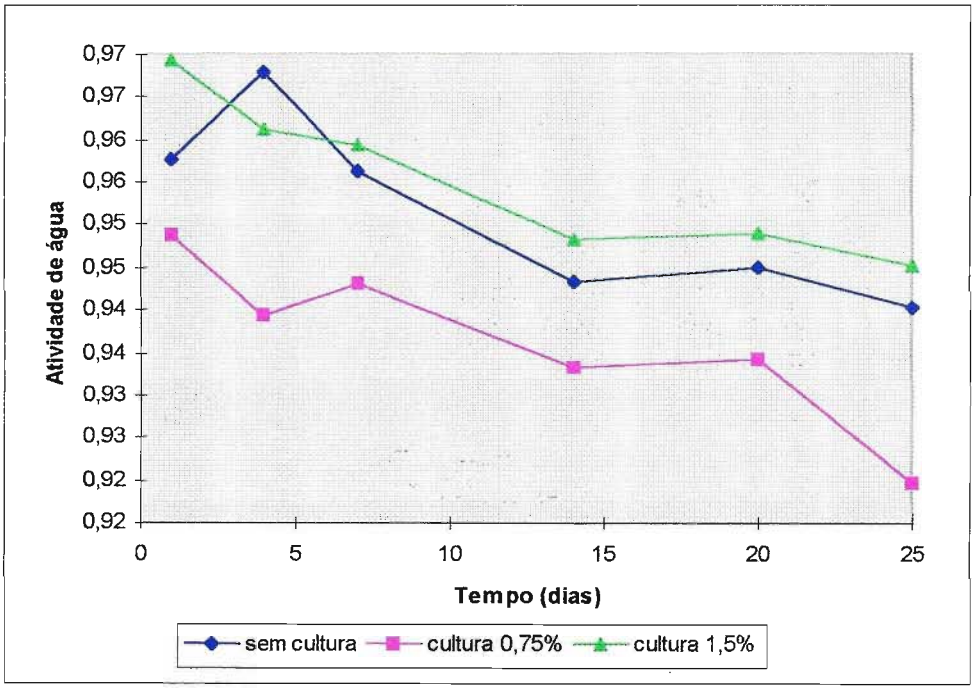

Figura 8: Atividade de água dos queijos experimentais no decorrer da maturação.

O valor de pH do queijo após a salga é um fator muito importante que influencia a textura, a proporção de plasmina e quimosina retidas na massa dependem do valor de pH, quanto mais baixo pH mais proteinases são retidas (LAWRENCE, CREAMER & GILLES, 1987). Entretanto, para o queijo Prato, a lavagem da massa com água quente durante o processamento favorece o aumento de pH, como conseqüência da diminuição de lactose na massa e da diluição do soro.

5.2.4 Índice de proteólise

As proteínas desempenham um importante papel na textura do queijo, elas representam a fase sólida continua do queijo. Portanto qualquer modificação na natureza ou quantidade das proteínas irá modificar a textura do queijo (ADDA, GRIPON & VASSAL, 1982).

Assim que a maturação prossegue, a proteólise modifica as propriedades de textura, sabor e aroma da massa. A ação do coalho continua por todo o período de maturação, induzindo, principalmente, a liberação de peptídeos de grande peso molecular.

A proteólise também produz substâncias as quais são responsáveis pelo buquê, aroma e ainda precursores do aroma. Além disso, a proteólise pode liberar componentes de aroma, que anteriormente se encontravam ligados às proteínas (ADDA, GRIPON & VASSAL, 1982).

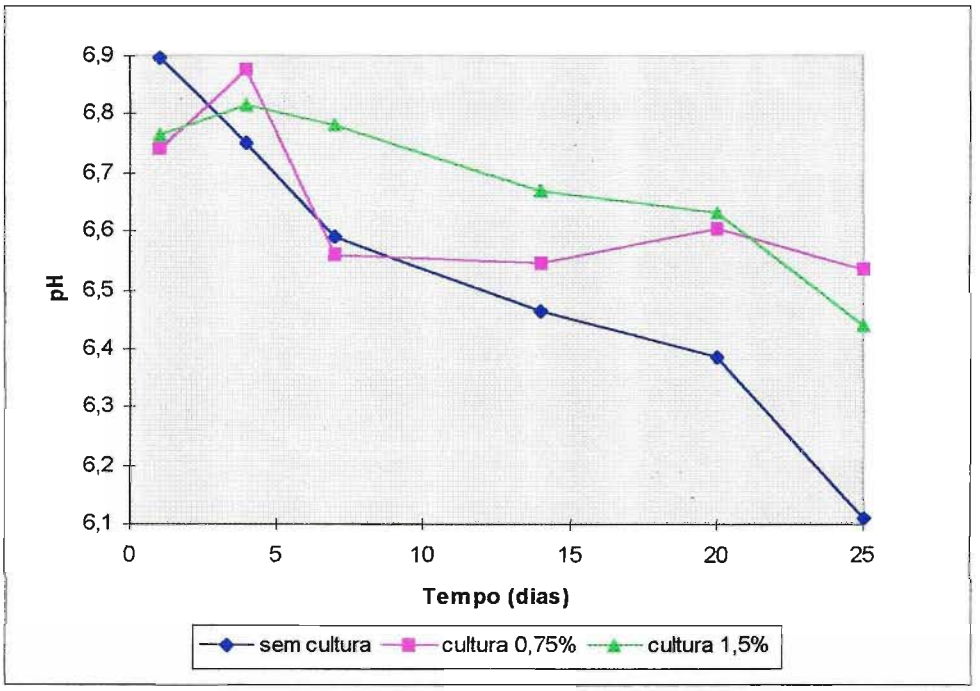

Figura 9: Variação do valor de pH durante o período de maturação.

Uma vez que o grau de maturação pode ser indicado pelo aumento de nitrogênio solúvel no queijo e, a concentração de tirosina solúvel no extrato de queijo estão intimamente relacionadas com a porcentagem de nitrogênio solúvel, a determinação da concentração de tirosina é, segundo VAKALERIS & PRICE, 1959, a melhor estimativa para seguir a maturação do queijo. O Índice de Proteólise (IP) é então estimado pela concentração de tirosina solúvel no queijo.

A TABELA 5 mostra a concentração de tirosina ao longo da maturação do queijo Prato. Observa-se um aumento significativo da concentração de tirosina durante o período de maturação dos queijos fabricados experimentalmente.

Para o Queijo 1, o IP foi 2,67mg tirosina/100g no primeiro dia e, atingiu 5,43mg tirosina/100g no dia 25. O Queijo 2 teve um IP no primeiro dia 3,24mg tirosina/100g aumentando no decorrer da maturação para 5,50mg tirosina/100g no vigésimo quinto dia. Já o Queijo 3, apresentou IP 2,60mg tirosina/100g no início da maturação, alcançando IP 4,59mg tirosina/100g aos 25 dias de maturação. Estes valores indicam a extensão da proteólise (TABELA 5).

A extensão da proteólise foi significativamente diferente entre os queijos experimentais e comerciais ($p < 0,05$). Após o 25° dia os Queijos 1, 2 e 3 tiveram uma concentração de tirosina de 5,43, 5,50 e 4,59mg tirosina/100g, respectivamente. Entretanto, estes valores não são diferentes entre si ($p \geq 0,05$). Mas, quando comparam-se os queijos experimentais aos comerciais nota-se uma grande diferença (TABELA 5 e 6).

TABELA 5: Concentração de tirosina* durante a maturação de queijo Prato, em mg/100g de queijo

Tempo de maturação (dias)	Queijo 1 sem adição de cultura	Queijo 2 0,75% de cultura	Queijo 3 1,5% de cultura
1	2,67[b]	3,24[d]	2,60[b]
4	3,01[b]	4,17[c]	2,56[b]
7	4,10[ab]	4,37[bc]	4,84[a]
14	5,15[a]	4,70[abc]	4,73[a]
20	5,07[a]	5,18[ab]	5,00[a]
25	5,43[a]	5,50[a]	4,59[a]

abc- Com a mesma letra sobrescrita significa que não há diferenças significativas, comparação feita apenas dentro da mesma coluna.

* Média de três determinações.

TABELA 6: Concentração de tirosina* (mg/100g) dos queijos experimentais aos 25 dias de maturação e dos queijos comerciais

Índice de Proteólise	Queijo 1 sem adição de cultura	Queijo 2 0,75% de cultura	Queijo 3 1,5% de cultura	Queijo Parmalat	Queijo Campo Lindo	Queijo Leco
Tirosina (mg/100g)	5,43 [a]	5,50 [a]	4,59 [a]	94,41 [c]	31,39 [b]	28,67 [b]

abcd- Com a mesma letra sobrescrita significa que não há diferenças significativas, comparação feita apenas dentro da mesma linha.

* Média de três determinações.

O queijo Parmalat foi o que apresentou maior concentração de tirosina, 94,14 mg/100g, ou seja maior IP. Os queijos Campo Lindo e Leco tiveram 31,39 e 28,67 mg/100g de concentração de tirosina. O índice de proteólise destes queijos não foi significativamente diferente entre si, mas o IP de ambos foi maior do que aquele apresentado pelos queijos fabricados experimentalmente (TABELA 6).

Na FIGURA 10, evidencia-se o perfil em que a proteólise ocorre. Observa-se numa primeira fase um aumento gradual da proteólise indicada pelo aumento do teor de tirosina até os primeiros sete dias de maturação. A seguir, atinge-se um patamar onde praticamente o índice de proteólise se estabiliza em 5,04 mg de tirosina/100g $\pm$ 0,19 com um coeficiente de variação de 3,8%.

O índice de proteólise dos queijos comerciais apresentou um valor muito maior daquele determinado para os queijos fabricados experimentalmente, Provavelmente, o uso de maiores quantias de enzima coagulante pode estar relacionada com a proteólise mais intensa sofrida pelos queijos comerciais, uma vez que a principal via de degradação proteolítica, segundo LAWRENCE, CREAMER & GILLES, 1987, durante a maturação do queijo envolve a quebra da caseína pelas enzimas presentes no coalho.

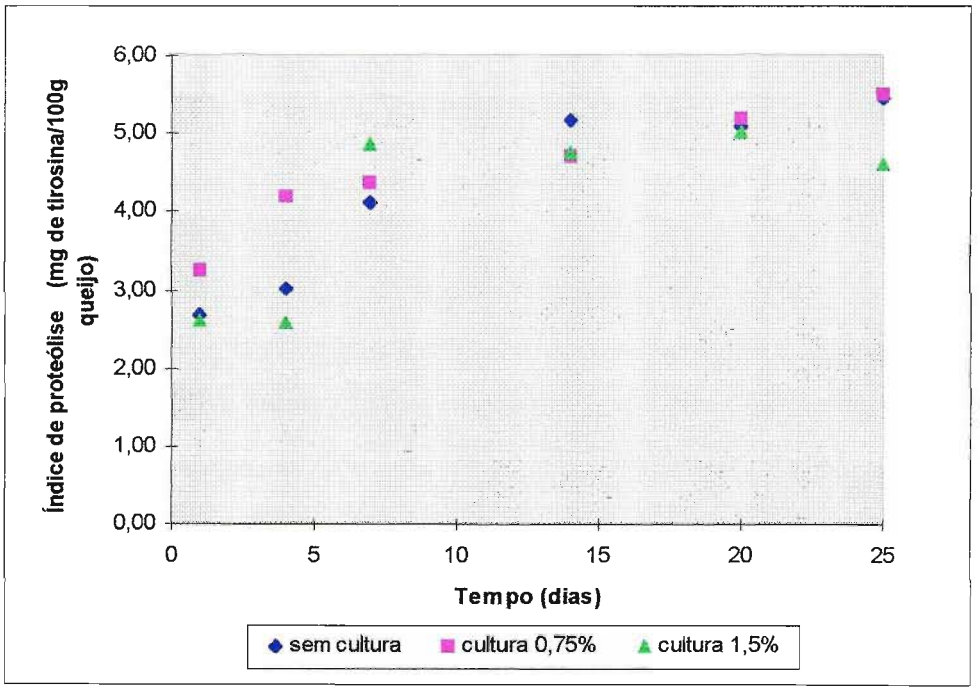

Figura 10: Índice de proteólise durante a maturação dos queijos Prato experimentais

5.3 Determinação do perfil da textura

Os atributos de textura somente são alcançados após uma série de reações enzimáticas e não enzimáticas no queijo. A gordura, a proteína e substâncias solúveis em água irão evoluir através do período de maturação. Estas modificações podem ser mais ou menos controladas pela variação de parâmetros, tais como o conteúdo de umidade e o valor de pH da massa. As transformações são contínuas, desta forma não se pode manter o queijo com suas melhores características por tempo indefinido (ADDA, GRIPON & VASSAL, 1982).

✓ **Dureza**

Dureza é definida como a força necessária para atingir uma determinada deformação (SZCZESNIAK, 1998).

Os queijos fabricados experimentalmente apresentaram um aumento para os valores de dureza durante o período de maturação (FIGURA 11). Os Queijos 2 e 3 não apresentaram diferenças significativas entre si, mas são diferentes do Queijo 1, sem adição de cultura, ao final dos 25 dias de maturação (TABELA 7 e FIGURA 11).

A dureza alcançada após 25 dias de maturação foi 3,10 kg, 4,43kg e 3,89 kg para os Queijos 1, 2 e 3, respectivamente. Os valores medidos para os

queijos comerciais das marcas Parmalat e Campo Lindo foram de 3,48 kg e 3,64 kg, respectivamente. Esses valores são significativamente diferentes da dureza medida no queijo Leco, 7,24 kg (TABELA 8).

Comparando-se os queijos experimentais e os comerciais, os Queijos 1 e 3 não foram significativamente diferentes dos queijos Parmalat e Campo Lindo. O queijo Prato Leco apresentou uma dureza significativamente maior do que a dos outros queijos (TABELA 8).

O queijo com 0,75% de adição de cultura apresentou a menor dureza, foi o queijo com a maior umidade. O queijo Leco é o queijo com maior teor de proteína e menor umidade (TABELA 3), estes dados estão de acordo com CHEN, *et al.*, 1979 e, LAWRENCE, CREAMER & GILLES, 1987 que afirmam que o aumento do conteúdo de proteína e um menor conteúdo de umidade conduz a uma textura mais firme.

✓ **Mastigabilidade**

A mastigabilidade é definida como a energia requerida para desintegrar um alimento sólido à condição de estar pronto para ser engolido (SZCZESNIAK, 1998). E este parâmetro também pode ser calculado matematicamente como o produto da dureza, da coesividade e da elasticidade obtidos de uma curva de dupla compressão (FRIEDMAN, WHITNEY & SZCZESNIAK, 1963)

TABELA 7: Variação do parâmetro dureza* durante o período de maturação dos queijos

Tempo de maturação (dias)	Queijo 1 sem adição de cultura	Queijo 2 0,75% de cultura	Queijo 3 1,5% de cultura
1	1,87[d]	1,86[d]	2,72[b]
4	2,34[cd]	2,76[c]	2,87[b]
7	2,72[cd]	3,12[c]	2,92[b]
14	3,94[ab]	3,31[bc]	3,12[b]
20	4,23[a]	4,00[ab]	2,95[b]
25	3,10[bc]	4,43[a]	3,89[a]

abcd- Com a mesma letra sobrescrita significa que não há diferenças significativas, comparação feita apenas dentro da mesma coluna.

* Média de seis determinações.

TABELA 8: Dureza* dos queijos experimentais aos 25 dias de maturação e dos queijos comerciais

	Queijo 1 sem adição de cultura	Queijo 2 0,75% de cultura	Queijo 3 1,5% de cultura	Parmalat	Campo Lindo	Leco
Dureza (kg)	$3,10^{d}$	$4,43^{b}$	$3,89^{bc}$	$3,48^{cd}$	$3,64^{cd}$	$7,24^{a}$

abcd- Com a mesma letra sobrescrita significa que não há diferenças significativas, comparação feita apenas dentro da mesma linha.

* Média de seis determinações.

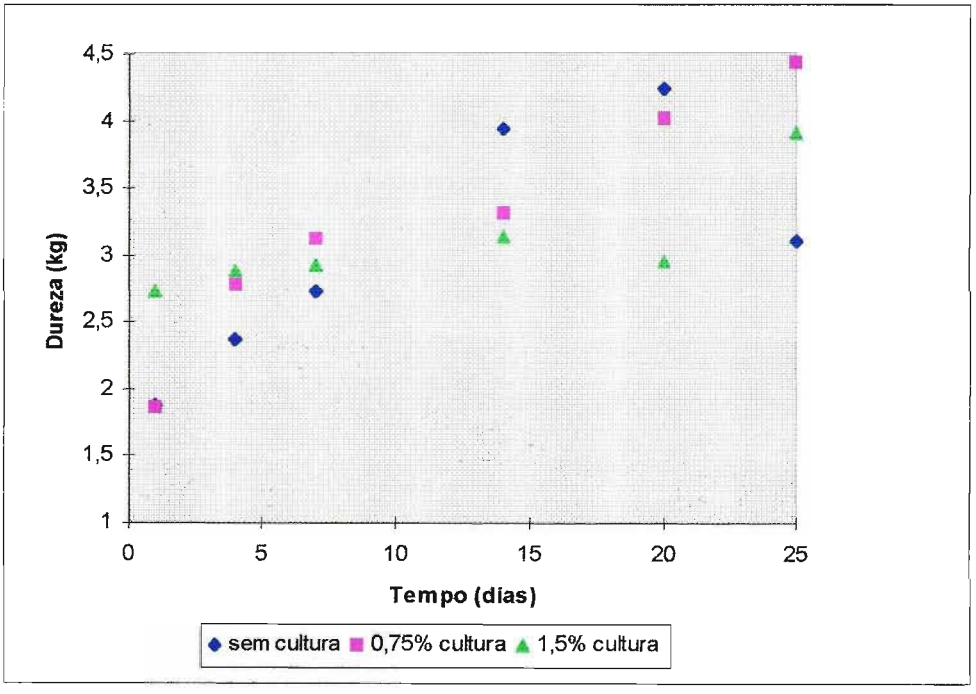

Figura 11: Dureza (kg) dos queijos durante o período de maturação.

Observou-se um pequeno aumento da mastigabilidade para os queijos sem adição de cultura e adição de 0,75% de cultura láctica, mas não apresentou aumento significativo para o queijo com adição de 1,5% de cultura láctica (FIGURA 12 e TABELA 9).

A mastigabilidade do Queijo 2 teve o valor 1,29kg, que não é significativamente diferente dos valores apresentados pelos dos Queijos 1 e 3, 1,13kg e 1,34kg, respectivamente. Entretanto, estas duas medidas são diferentes entre si ($p \leq 0,05$).

A mastigabilidade do Queijo 3 não foi diferente daquela do queijo comercial Parmalat, 1,17kg. Observou-se que esta por sua vez não foi diferente da mastigabilidade do queijo Campo Lindo (1,82kg). Por outro lado, os outros queijos experimentais apresentaram mastigabilidade menor que os queijos comercias. A mastigabilidade, parâmetro derivado da dureza, foi significativamente maior para o queijo Leco, 4,06kg (TABELA 10)

✓ **Coesividade**

A coesividade – extensão para a qual o material pode ser deformado antes da ruptura - é função direta do trabalho necessário para vencer as ligações internas do material (BRYANT, USTUNOL & STEFFE, 1995).

A coesividade para os queijos Prato fabricados experimentalmente nos três processos não variou significativamente durante a maturação. Entretanto, ao final do período de 25 dias, a coesividade foi maior para o queijo com 1,5% de cultura láctica (0,547); e menor para o queijo com 0,75% de cultura láctica, (0,439) (TABELA 11).

Para o Queijo 1 a coesividade medida, 0,481, e não é diferente da medida para os Queijos 2 e 3 ($p \geq 0,05$).

TABELA 9: Variação do parâmetro mastigabilidade* durante o período de maturação dos queijos

Tempo de maturação (dias)	Queijo 1 sem adição de cultura	Queijo 2 0,75% de cultura	Queijo 3 1,5% de cultura
1	0,59[c]	0,66[b]	0,86[a]
4	0,92[bc]	0,93[ab]	1,04[a]
7	1,04[bc]	0,78[b]	1,30[a]
14	1,70[a]	1,00[ab]	1,32[a]
20	1,66[a]	1,30[a]	1,36[a]
25	1,13[b]	1,29[a]	1,34[a]

abcd- Com a mesma letra sobrescrita significa que não há diferenças significativas, comparação feita apenas dentro da mesma coluna.

* Média de seis determinações.

TABELA 10: Mastigabilidade* dos queijos experimentais aos 25 dias de maturação e dos queijos comerciais

	Queijo 1 sem adição de cultura	Queijo 2 0,75% de cultura	Queijo 3 1,5% de cultura	Parmalat	Campo Lindo	Leco
Mastigabilidade	$1,13^{e}$	$1,29^{de}$	$1,34^{cd}$	$1,71^{bc}$	$1,82^{b}$	$4,06^{a}$

abcde- Com a mesma letra sobrescrita significa que não há diferenças significativas, comparação feita apenas dentro da mesma linha.

* Média de seis determinações.

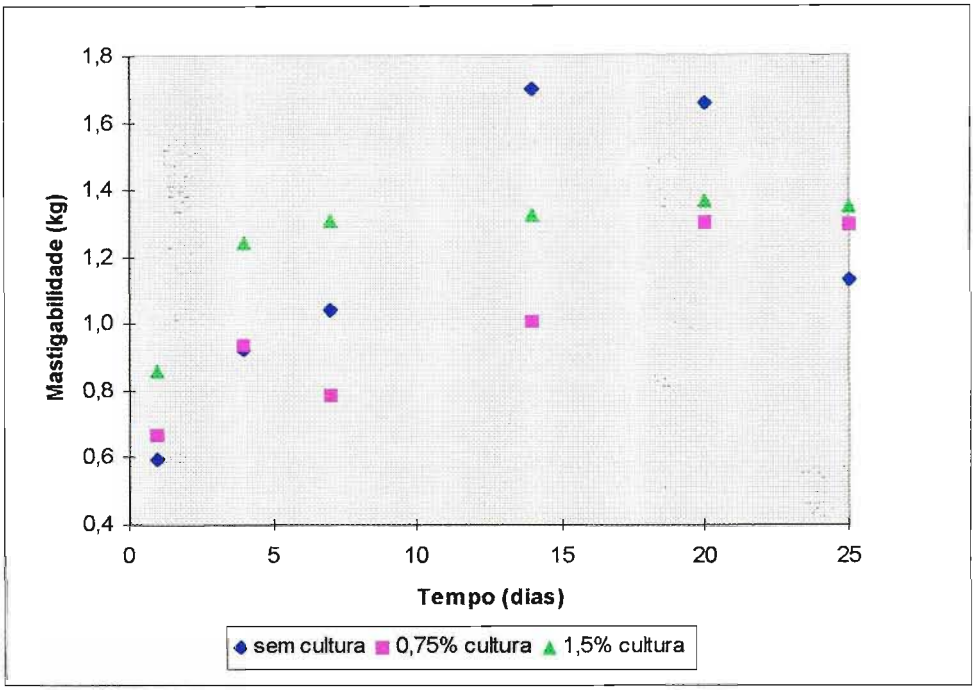

Figura 12: Mastigabilidade (kg) dos queijos durante o período de maturação.

Os queijos comerciais também apresentaram coesividade significativamente maior quando comparados aos queijos experimentais. Entretanto, a coesividade do queijo Parmalat (0,65), do queijo Campo Lindo, (0,66) e, do queijo Leco (0,70), não foram significativamente diferentes entre si (TABELA 12).

A fusão das partículas do coágulo ocorre quando o pH atinge valor próximo a 5,8. A coesão então atinge o máximo quando o valor de pH fica ao redor de 5,2, considerado o melhor valor para desenvolvimento da coesão e da elasticidade. Em resultados abaixo deste valor, os agregados de caseína perdem sua identidade.

Os queijos comerciais que apresentaram uma maior coesividade tiveram valores de pH mais baixos. Os queijos produzidos em laboratório não chegaram a atingir o pH 5,8 que marca o início da fusão da massa, o que poderia explicar os baixos valores medidos para a coesividade.

O Queijo com 1,5% de cultura que apresentou a maior coesividade atingiu pH 6,44, enquanto o queijo com 0,75% de adição de cultura láctica, menor coesividade, teve uma menor diminuição no valor de pH durante a maturação.

✓ **Elasticidade**

Elasticidade é a razão para a qual um material deformado volta a sua forma não deformada assim que a força de deformação é retirada (SZCZESNIAK, 1998).

Os valores obtidos para a elasticidade dos Queijos 1, 2 e 3 não mudaram durante a maturação e não apresentaram diferenças entre si ao final dos 25 dias de cura, sendo que a elasticidade média dos três processos foi 0,76 (TABELA 13 e 14).

TABELA 11: Variação do parâmetro Coesividade* durante o período de maturação

Tempo de maturação (dias)	Queijo 1 sem adição de cultura	Queijo 2 0,75% de cultura	Queijo 3 1,5% de cultura
1	0,433[a]	0,464[a]	0,427[a]
4	0,488[a]	0,408[a]	0,581[a]
7	0,491[a]	0,325[a]	0,552[a]
14	0,562[a]	0,387[a]	0,604[a]
20	0,466[a]	0,417[a]	0,579[a]
25	0,481[a]	0,439[a]	0,547[a]

abcd- Com a mesma letra sobrescrita significa que não há diferenças significativas, comparação feita apenas dentro da mesma coluna.

* Média de seis determinações.

TABELA 12: Coesividade* dos queijos experimentais aos 25 dias de maturação e dos queijos comerciais

	Queijo 1 sem adição de cultura	Queijo 2 0,75% de cultura	Queijo 3 1,5% de cultura	Parmalat	Campo Lindo	Leco
coesividade	0,48[c]	0,43[bc]	0,54[b]	0,65[a]	0,66[a]	0,70[a]

abcd- Com a mesma letra sobrescrita significa que não há diferenças significativas, comparação feita apenas dentro da mesma linha.

* Média de seis determinações.

A maior elasticidade foi apresentada pelo comercial Leco, 0,79, enquanto a elasticidade medida para os outros queijos não foi significativamente diferente ($p \leq 0,05$) (TABELA 14).

✓ **Adesividade**

A adesividade corresponde ao trabalho necessário para superar as forças atrativas entre a superfície do queijo e aquela do material de contato (BRYANT, USTUNOL & STEFFE, 1995; SZCZESNIAK, 1998).

Os queijos processados em laboratório não tiveram variação significativa no atributo adesividade no decorrer dos 25 dias de maturação (TABELA 15). Ao final do período de maturação o valor da adesividade não foi diferente entre os queijo experimentais, os valores medidos foram -0,013 kg.s para Queijo 1 e Queijo 3 e -0.017kg.s para o Queijo 2.

A adesividade medida para o queijo Parmalat foi -0,122kg.s e para o queijo Campo Lindo foi -0,106kg.s, sem diferença entre si. Os valores de adesividade para os queijos comerciais Parmalat e Campo Lindo são diferentes ($p \leq 0,05$) dos queijos experimentais e queijo Leco. Os queijos destas marcas apresentaram maior valor de adesividade, em módulo (TABELA 16).

Os valores de adesividade para os queijos processados experimentalmente, se considerados em módulo, foram menores do que do queijos comerciais Parmalat e Campo Lindo. Esta diferença era esperada, pois esta de acordo com o maior teor de umidade que estes queijos apresentaram.

TABELA 13: Variação do parâmetro elasticidade* durante o período de maturação

Tempo de maturação (dias)	Queijo 1 sem adição de cultura	Queijo 2 0,75% de cultura	Queijo 3 1,5% de cultura
1	0,727 [a]	0,770 [a]	0,737 [a]
4	0,778 [a]	0,783 [a]	0,768 [a]
7	0,775 [a]	0,778 [a]	0,781 [a]
14	0,824 [a]	0,787 [a]	0,771 [a]
20	0,784 [a]	0,767 [a]	0,783 [a]
25	0,763 [a]	0,764 [a]	0,767 [a]

abcd- Com a mesma letra sobrescrita significa que não há diferenças significativas, comparação feita apenas dentro da mesma coluna.

* Média de seis determinações.

TABELA 14: Elasticidade* dos queijos experimentais aos 25 dias de maturação e dos e queijos comerciais

	Queijo 1 sem adição de cultura	Queijo 2 0,75% de cultura	Queijo 3 1,5% de cultura	Parmalat	Campo Lindo	Leco
Elasticidade	0,76[b]	0,76[b]	0,76[b]	0,75[b]	0,76[b]	0,79[a]

abcd- Com a mesma letra sobrescrita significa que não há diferenças significativas, comparação feita apenas dentro da mesma linha.

* Média de seis determinações.

TABELA 15: Variação do parâmetro adesividade* (kg.s) durante o período de maturação

Tempo de maturação (dias)	Queijo 1 sem adição de cultura	Queijo 2 0,75% de cultura	Queijo 3 1,5% de cultura
1	-0,018 [a]	-0,013 [a]	-0,024 [a]
4	-0,013 [a]	-0,004 [a]	-0,012 [a]
7	-0,014 [a]	-0,019 [a]	-0,017 [a]
14	-0,019 [a]	-0,025 [a]	-0,013 [a]
20	-0,027 [a]	-0,016 [a]	-0,003 [a]
25	-0,013 [a]	-0,017 [a]	-0,013 [a]

abcd- Com a mesma letra sobrescrita significa que não há diferenças significativas, comparação feita apenas dentro da mesma coluna.

* Média de seis determinações.

TABELA 16: Adesividade* (kg.s) dos queijos experimentais aos 25 dias de maturação e dos queijos comerciais

	Queijo 1 sem adição de cultura	Queijo 2 0,75% de cultura	Queijo 3 1,5% de cultura	Parmalat	Campo Lindo	Leco
Adesividade	-0,013[b]	-0,017[b]	-0,013[b]	-0,122[a]	-0,106[a]	-0,0214[b]

abcd- Com a mesma letra sobrescrita significa que não há diferenças significativas, comparação feita apenas dentro da mesma linha.

*Média de seis determinações.

Quando o queijo é comprimido a água, contida no interstício da matriz proteíca, é expelida para fora, desta forma promove a lubrificação da superfície de contato entre o queijo e o cilindro acrílico utilizado, como conseqüência há uma diminuição da força de tensão, expressa negativamente pelo texturômetro, entre as superfícies (GONZÁLEZ, GIOIELLE & OLIVEIRA, 1998).

5.4 Determinação do perfil em ácidos graxos

O teor de gordura dos queijos Prato fabricados experimentalmente foi superior àquele dos queijos comerciais Parmalat e Leco, e igual ao teor de gordura do queijo Campo Lindo (TABELA 3).

Além de quantificar a gordura, é importante identificar sua composição em ácidos graxos e acompanhar a evolução dos ácidos graxos durante a maturação.

A composição de ácidos graxos dos queijos Prato 1, 2 e 3 e, dos queijos comerciais Parmalat, Campo Lindo e Leco foi semelhante para todos os queijos. O cromatograma característico contendo os picos correspondentes aos ácidos graxos do queijo e, semelhantes aos presentes no leite pode ser visto na FIGURA 13. Os principais ácidos graxos e as proporções em que eles se encontram nos queijos são apresentados nas TABELAS 17, 18, 19 e 20.

A análise do perfil de ácidos graxos da gorduras dos diferentes queijos experimentalmente preparados com diferentes proporções de cultura não mostrou influência destas sobre a composição em ácidos graxos durante a maturação.

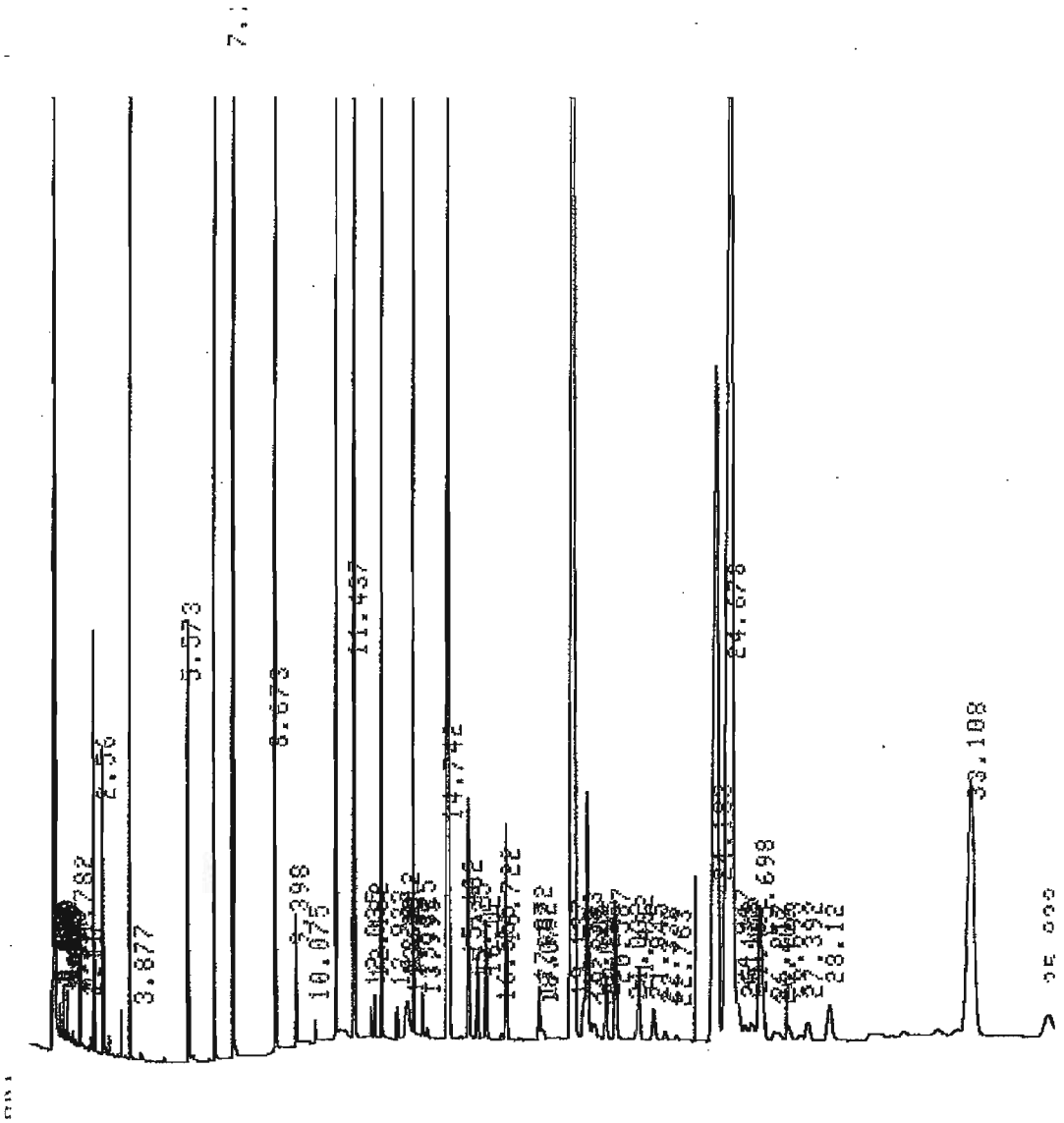

FIGURA 13: Cromatograma típico da gordura de Queijo Prato.

Condições: Cromatógrafo Varian, modelo Star 3400 CX; coluna capilar de sílica fundida VA-WAX (Varian), Comp.30 m, θint. 0,25 mm; injeção Split 50:1; temp. do injetor 250°C; FID a 280°C ; gás de arraste He, vazão 15 ml/min e gás make-up hélio 30 ml/min; programação temp. inicial 75°C/ 3 min.; 150°C/ 9,4°C/ min.; 210°C a 3°C/ min.

TABELA 17: Composição dos principais ácidos graxos do Queijo Prato sem cultura em função do tempo de maturação (Queijo 1)

Ácido Graxo	Tempo 1 dia	Tempo 4 dias	Tempo 7 dias	Tempo 15 dias	Tempo 20 dias	Tempo 30 dias
C 4:0						
C 6:0	0,86		1,27	1,14		0,81
C 8:0	0,64	0,40	1,37	1,34	1,01	1,30
C 10:0	2,56	2,58	3,23	3,30	3,41	3,24
C 10:1	0,66		0,38	0,39	0,40	0,34
C 12:0	3,26	3,77	2,54	3,91	4,20	6,96
C 14:0	10,69	11,69	11,85	12,65	13,34	11,48
C 14:1	1,00	1,12	1,15	1,21	1,29	1,12
C 15:0	1,21	1,15	1,22	1,29	1,35	1,16
C 16:0	29,23	31,80	31,91	32,74	33,91	29,47
C 16:1	1,50	1,68	1,68	1,76	1,05	1,62
C 17:0	1,56	0,72	0,70	0,69	0,69	0,61
C 18:0	11,82	11,70	12,38	10,38	10,25	9,05
C 18:1	22,94	24,05	23,68	22,85	22,68	20,10
C 18:2	2,03	2,02	2,02	1,99	1,96	1,74
C 18:3	0,78	1,67	0,36	0,61	0,60	0,54
C 22:0	7,19	4,87	3,06	3,35	2,50	2,26

TABELA 18: Composição dos principais ácidos graxos do Queijo Prato com 0,75% de cultura em função do tempo de maturação (Queijo 2)

Ácido Graxo	Tempo 1 dia	Tempo 4 dias	Tempo 7 dias	Tempo 15 dias	Tempo 20 dias	Tempo 30 dias
C 4:0						
C 6:0		1,90	0,98	0,43		
C 8:0	1,07	1,44	1,90	1,04	0,27	1,83
C 10:0	3,35	3,17	3,39	3,14	2,56	3,29
C 10:1	0,40		0,53	0,16		
C 12:0	3,98	3,59	3,77	3,75	3,34	3,69
C 14:0	12,76	11,68	11,79	12,32	11,12	11,66
C 14:1	1,24	1,11	1,12	1,16	1,17	1,14
C 15:0	1,32	1,25	1,26	1,32	1,24	1,26
C 16:0	33,54	30,97	31,19	32,61	31,52	30,51
C 16:1	1,81	0,93	1,69	1,73	0,85	1,16
C 17:0	0,68	0,63	0,63	0,68	0,65	0,63
C 18:0	10,92	11,23	11,37	11,39	11,65	10,42
C 18:1	24,07	24,50	24,18	24,44	24,53	23,80
C 18:2	2,18	2,06	2,08	2,05	2,95	2,49
C 18:3	0,65	0,71	0,71	0,72	0,72	0,83
C 22:0	1,97	2,27	2,53	1,19	1,17	1,11

TABELA 19: Composição dos principais ácidos graxos do Queijo Prato com 1,5% de cultura em função do tempo de maturação (Queijo 3)

Ácido Graxo	Tempo 1 dia	Tempo 4 dias	Tempo 7 dias	Tempo 15 dias	Tempo 20 dias	Tempo 30 dias
C 4:0				0,94		
C 6:0	0,68		1,04	0,93	0,19	
C 8:0	1,23	0,88	0,71	1,29	1,17	
C 10:0	3,27	2,99	3,47	3,37	3,48	2,64
C 10:1	0,34	0,43	0,29	0,39	0,40	
C 12:0	3,83	3,72	4,20	3,99	4,21	3,42
C 14:0	11,50	11,34	11,90	11,73	12,71	11,42
C 14:1	1,15	1,12	1,18	1,14	1,24	1,08
C 15:0	1,13	1,11	1,12	1,10	1,21	1,17
C 16:0	29,30	29,71	28,27	28,07	31,04	31,64
C 16:1	1,62	1,71	1,69	1,74	1,73	1,67
C 17:0	2,94	1,18	1,37	0,84	0,35	0,71
C 18:0	8,73	9,41	8,12	7,87	8,95	11,80
C 18:1	19,39	20,52	17,88	17,30	19,57	20,39
C 18:2	1,54	1,61	1,42	1,34	1,55	2,02
C 18:3	0,90	0,91	0,81	0,81	0,90	0,73
C 22:0	0,31			0,52		0,67

TABELA 20: Composição dos principais ácidos graxos dos Queijos Prato comerciais

Ácido Graxo	Parmalat	Campo Lindo	Leco
C 4:0			
C 6:0			
C 8:0	0,37	0,51	0,84
C 10:0	2,41	2,74	2,96
C 10:1			0,41
C 12:0	3,42	3,67	3,81
C 14:0	12,40	12,98	12,84
C 14:1	1,13	1,39	1,57
C 15:0	1,44	1,49	1,41
C 16:0	34,98	32,62	34,74
C 16:1	1,06	1,89	2,22
C 17:0	0,85	0,96	0,81
C 18:0	11,76	11,54	8,38
C 18:1	24,81	26,13	23,24
C 18:2	2,00	1,89	1,86
C 18:3	1,10	0,94	3,09
C 22:0	1,55	0,55	0,59

BIBLIOTECA
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Universidade de São Paulo

A razão entre os ácidos graxos insaturados e saturados manteve-se praticamente constante durante o período de maturação para os queijos experimentais. Não houve diferença na razão ácidos graxos insaturados/saturados entre os queijos comerciais, e experimentais, ou entre eles.

A composição e a ordenação do ácidos graxos determinam as propriedades dos triacilglicérois do leite e do queijo, tal como a fluidez, a reatividade química e o valor nutricional. A gordura do leite é muito complexa, contendo mais de 250 diferentes ácidos graxos. Estes diferem principalmente no comprimento de cadeia, normalmente de 4 a 18 átomos de carbono - com números pares predominando, nas ramificações, no número e na posição das insaturações.

Os triacilglicérois de cadeia curta, de C4 a C10, que correspondem a 15 - 20 mol %, são muito característicos para gordura do leite, apresentam ponto de fusão mais baixo do que os triacilglicérois de ácidos graxos de cadeia longa. O que pode refletir na cremosidade e maciez de queijos a temperatura ambiente.

Os ácidos graxos insaturados nos triacilglicérois também contribuem na diminuição da temperatura de fusão. Aproximadamente um terço dos ácidos graxos do leite consistem, principalmente, de ácidos graxos mono-insaturados, sendo o mais importante o ácido oleíco (18:1) (SIEZEN & BERG, 1994).

De acordo com ADDA, GRIPON & VASSAL, 1982 uma maior proporção de ácidos insaturados resultam em um corpo mais macio. Isto de certa forma, elucida as diferenças de textura e aroma encontradas entre um mesmo tipo de queijo, que seguem as mesmas etapas durante a fabricação, quando produzidos com leites proveniente de diferentes estações do ano.

O ácido linolênico (C18:3 - ω 3, 6, 9) apresentou um pico com tempo de retenção 27,5 minutos nos cromatogramas. Este se encontra em pequena concentração na gordura do leite, e consequentemente no queijo. No entanto, o queijo Parmalat apresentou 3,09% de ácido linolênico, um valor bem superior quando comparado aos demais queijos. Segundo PSZCZOLA (1998), o leite e seus derivados são a mais rica fonte de ácido linolênico conjugado considerado um anticarcinogênico em potencial.

5.5 Análise sensorial

Para estimar a aceitação global do queijo Prato comercial, foi realizada um teste de Ordenação, que não exige treinamento, com 35 julgadores que compõe um quadro de consumidores potenciais.

O queijo preferido entre os julgadores foi o queijo Campo Lindo, em segundo lugar o queijo Parmalat e por último o queijo Leco. A análise de variância detectou que há diferença significativa entre as amostras e o teste de Tukey confirmou que as amostras são diferentes entre si.

O teste de Ordenação permitiu estabelecer que há diferença de preferência entre as amostras, e em que direção esta diferença ocorre, mas não indica o grau de diferença entre as amostras.

Para melhor poder entender quais foram os atributos que mais influenciaram na ordenação dos queijos, realizou-se análise quantitativa, utilizando uma escala hedônica verbal. Para este teste foi empregado em grupo treinado com 8 julgadores. O questionário apresentado aos julgadores pergunta sobre os atributos aroma, textura global e a dureza.

O atributo aroma está intimamente relacionado com a proteólise que libera vários voláteis responsáveis pelo aroma, e com teor de gorduras, já que de acordo com RENNER, 1993, os queijos com alto teor de gordura são preferencialmente consumidos pela contribuição significativa desta com o buquê. Ainda, de acordo com ROOS, 1997, a importância dos lipídios deve-se ao buquê compor-se de muitos compostos, sendo que cada um interage com os lipídios de uma maneira específica.

Em relação ao aroma, os queijos apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o com melhor pontuação, que correspondeu a *gostei moderamente*, o queijo Campo Lindo, o queijo com maior teor de gordura entre os queijos comerciais. Os queijos Leco e Parmalat não apresentaram diferença significativa entre si, ambos foram julgados como *indiferente.*

O queijo Campo Lindo também foi o que melhor pontuação teve para o atributo textura geral, *gostei muitíssimo.* Os queijos Parmalat e Leco não foram significativamente diferentes; a consistência foi considerada *adequada* para estes.

A descrição feita pelos julgadores para a textura dos queijos, revelou diferenças interessantes. O queijo Campo Lindo foi mais descrito como suave, cremoso. Por outro lado, o queijo Leco foi várias vezes referido como plástico, elástico. O queijo Leco também foi o que maior valor obteve para a medida de elasticidade mecânica.

O parâmetro de textura Dureza foi analisado, também individualmente, os queijos apresentaram diferenças significativas para este parâmetro. O queijo considerado mais duro foi o da marca Leco, relacionado ao termo *moderadamente duro.* O queijo Campo Lindo apresentou dureza considerada *adequada* pelo quadro de julgadores. E o queijo Parmalat foi considerado *moderadamente mole* pelos julgadores.

O queijo Leco também foi o que apresentou maior dureza mecânica. A dureza está relacionada com o menor teor de umidade que este queijo apresentou.

O queijo Parmalat considerado o mais mole apresentou umidade semelhante a do queijo Campo Lindo, mas a menor dureza pode ser explicada pelo maior índice de proteólise que o queijo apresentou em relação aos demais, ou seja a rede protéica sofreu maior alteração.

A preferência pelo queijo Campo Lindo foi sustentada pela análise quantitativa para o atributo aroma, no qual este recebeu a melhor classificação, para o atributo textura geral no qual também obteve a maior pontuação e para a dureza que foi considerada adequada.

Os queijos Parmalat e Leco receberam o mesmo julgamento para os atributos aroma e textura geral, *indiferente* para aroma e *adequada* para textura geral. A diferença, estabelecida entre eles pela ordenação, pode estar ligada ao parâmetro dureza, no qual o queijo Parmalat foi considerado mais mole. Desta forma é possível que a maior dureza do queijo Leco possa ter influenciado na sua colocação.

6. Conclusões

- ✓ A proporção de culturas afeta o tempo de coagulação, o rendimento e a acidez. Quanto maior o tempo de coagulação, menor o rendimento e maior a acidez, resultando na fabricação de um queijo de menor umidade;
- ✓ A umidade tem efeito significativo na dureza do Queijo Prato. Quanto maior a proporção de culturas empregada, menor a umidade e portanto, maior a dureza;
- ✓ A diminuição do valor de pH do queijo, favorece a formação da liga e ocorrendo portanto desenvolvimento da coesão e da elasticidade;
- ✓ No final do período de maturação, a proteólise afeta a estrutura conferindo maior maciez ao produto. Entretanto, deve ser controlada para que a estrutura se mantenha adequada;
- ✓ A proteólise pode ser monitorada pela determinação da atividade de água;
- ✓ A proporção de culturas na faixa de 0 a 1,5% não afeta a composição em ácidos graxos da gordura do queijo;

- ✓ Os dados de textura obtidos instrumentalmente foram coerentes com aqueles determinados sensorialmente para os queijos Prato comerciais.
- ✓ O monitoramento dos parâmetros físico-químicos como valor de pH e atividade de água durante o processamento são fundamentais para a obtenção de um Queijo Prato de textura adequada;
- ✓ O uso de culturas em proporção adequada parece ser essencial para a fabricação de Queijo Prato com atributos organolépticos de qualidade.

7. Referências Bibliográficas

ADDA, J.,GRIPON, J. C., VASSAL, L. The chemistry of flavour and texture generation in cheese. **Food Chem.**,v.9, n.5, p.115-129, 1982

ALBUQUERQUE, L.C., CARDOSO, M., RABELLO, E., ROSA, M.C.G. O queijo no Brasil. **Leite & Derivados**, São Paulo, v.3, n.15, p.50-56, 1994a.

ALBUQUERQUE, L.C., CARDOSO, M., RABELLO, E., ROSA, M.C.G. O queijo no Brasil. **Leite & Derivados**, São Paulo, v.3, n.16, p.34-40, 1994b.

ALFA LAVAL. Equipe. Produção de queijo. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.29, n.173, p.26-43, 1974.

ALONSO, L. Fat modification in Afuega'l Pitu cheese during ripening by capillary gas chromatography. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, Champaign, v.70, n.10, p.1035-1037, 1993.

BANKS, J.M., BRECHANY, E.Y., CHRISTIE, W.W., HUNTER, E.A., MUIR, D.D. Volatile components in steam distillates of Cheddar cheese as indicator indices of cheese maturity, flavour and odour. **Food Research International**. v. 25, n. 5, p 365-373, 1992.

*De acordo com a NORMA NBR 6023/89 preconizada pela ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). As abreviaturas dos títulos dos periódicos seguem o CHEMICAL ABSTRACTS SERVICE SOURCE INDEX (CASSI) 1998.

BANKS, J.M., HUNTER, E.A., MUIR, D.D. Sensory properties of Cheddar cheese: effect of fat content on maturation. **Milchwissenschaft**, Munich, v.49, n.1, p.8-12, 1994.

BEVILACQUA, A.E., CALIFANO, A.N. Changes in organic acids during ripening of Port Salut Argentino cheese. **Food Chem.**, London, v.43, n.5, p.345-349, 1992.

BLIGH, E.G., DYER, W.J. A rapid method of total lipid extration and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.**, Ottawa, v.37, n.8, p.911-917, 1959.

BOSSET, J.O., COLLOMB, M., SIEBER, R. The aroma composition of Swiss Gruyere cheese. IV. The acidic volatile components and their changes in content during ripening. **Food Sci. Technol.**, London, v.26, n.6, p.581-592, 1993.

BRANDÃO, S.C.C., REIS, J.S. A extinção dos leites tipo B e C: utopia ou necessidade imperiosa? **Bol. Soc. Bras. Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.29, n.2, p.125–128, 1995.

BRASIL, Leis, Decretos, etc. Decreto nº12.486 de 20 de outubro de 1978. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. In: CÓDIGO sanitário. São Paulo: IMESP, 1983. p.173, 174,179.

BRYANT, A., USTUNOL, Z., STEFFE, J. Texture of Cheddar as influenced by fat reduction. **J. Food Sci.**, Chicago, v.60, n.6, p.1216-1219, 1236, 1995.

CHAVES, J. B. P. **Métodos de diferença em avaliação sensorial de alimentos e bebidas.** Viçosa: Imprensa Universitária, 1993. p. 27-34.

CHAVES, J. B. P., SPROESER, R. L. Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas. Viçosa: Imprensa Universitária, 1993. p. 55-63.

CHEN, A.H., LARKIN, J.W., CLARK, C.J., IRWIN, W.E. Textural analysis of cheese. **J. Dairy Sci.**, Lancaster, v.60, n.6, p.901-907, 1979.

CHRISTIE, W.W. Composition and structure of milk lipids. In: FOX, , P.F., ed. **Advanced dairy chemistry.** 2.ed. London: Chapman & Hall, 1995. v.2, p.11-21.

COLLIN, S., OSMAN, M., DELCAMBRE, S., EL ZAYAT, A.I., DUFOUR, J.P. Investigation of volatile flavor compounds in fresh and ripened Domiati cheeses. **J. Agric. Food Chem**. Washington, v.41, n.10, p.1659-1663, 1993.

DALGLEISH, D. G. The enzymatic coagulation of milk. In: FOX, P. F., ed. **Advanced dairy chemistry.** 2 ed. London: Chapman & Hall, 1992. v. 1, p. 579-619.

DENDER, A. G. F. V., VALE. J. L. E., ARDITO, E. F. G., FIGUEIREDO, I. B. Estudo de método de aceleração no processo de fabricação do queijo tipo Prato. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 41, n. 247, p.3-13, 1986.

FOX, P.F. Cheese: an overview. In: FOX, P.F., ed. **Cheese:** chemistry, physics and microbiology. London: Chapman & Hall, 1993. v.1, p.1-9.

FRIEDMAN, H. , WHITNEY, J., SZCZESNIAK, A.M. The texturometer: a new instrument for a objetive texture measurements. **J. Food Sci.**, Chicago, n. 28, p. 390-396, 1963.

FRUTOS, M.DE., SANZ, J., MARTINEZ CASTRO, I. Characterization of artisanal cheeses by GC and GC/MS analysis of their medium volatility (SDE) fraction. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v.39, n.3, p.524-530, 1991.

FURTADO, M.M. Mussarela: Uma abordagem prático - teórica. **Leite & Derivados**, São Paulo, v. 6, n. 33, p. 42-49, 1997

FURTADO, M.M., LOURENÇO NETO, J.P de M. **Tecnologia de queijos:** manual técnico para produção industrial de queijos. Valinhos, 1994. p.90-93

FURTADO, M.M., SOUZA, H.M. de, MUNCK, A.V. Controle de salga e umidade do queijo prato pelo banho de água gelada. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.34, n.204, p.9-14, 1979.

FURTADO, M.M., WOLFSCHOON, A.F. Fabricação de queijo Prato e Minas: Estudo do rendimento. Parte I – Determinação das cifras de transição. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.35, n.205, p.3-19, 1979.

FURTADO, M.M., WOLFSCHOON, A.F. Perda de umidade da coalhada durante a fabricação do queijo Prato. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.38, n.229, p.3-6, 1983.

GONZALEZ DE LLANO, D., RAMOS, M., POLO, C., SANZ, J., MARTINEZ CASTRO, I. Evolution of the volatile components of an artisanal Blue cheese during ripening. **J. Dairy Sci.**, Lancaster, v.73, n.7, p.1676-1683, 1990.

GONZALEZ, V., GIOIELLI, L. A., OLIVEIRA, M.N. Tamanho da amostra e da lubrificação na determinação da textura instrumental de queijo tipo Minas Frescal. **Rev. Farm. Bioquím. Univ. São Paulo**, v. 34, n. 2, p. 109-113, 1998.

GONZALEZ, V. **Evolução de ácidos graxos livres durante a maturação de queijo Prato e sua influência na textura**, São Paulo, 1999. 84p. [Monografia de Qualificação - Faculdade de Ciências Farmacêuticas/USP].

GUINEE, T.P., FOX, P.F. Salt in cheese: physical, chemical and biological aspects. In: FOX, P.F., ed. **Cheese:** chemistry, physics and microbiology. London: Chapman & Hall, 1993. v.1, p.279, 288.

GUTIÈRREZ, M.N. Los fermentos lácticos y su influencia sobre los distintos quesos. **Rev. Esp. Queseria,** n.6, p.45- 53, 1985. Apud: MORENO, I., Fermentos lácticos: preparo, uso e conservação. **Leite & Derivados,** São Paulo, v.2, n.10, p.55-63, 1993.

HARTMAN, L., LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Lab. Pract.,** London, v.22, p.475-476, 194, 1973.

HULL, M. E. Studies on milk proteins. II. Colorimetric determination of the partial hydrolisis of the proteins in milk. **J. Dairy Sci.**, Lancaster, v. 30, n. 2, p.881-884, 1947.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, 1976. v.1, p.22, 160-161.

LAWRENCE, R. C.,CREAMER, L. K., GILLES, J. Texture development during cheese ripening. **J. Dairy Sci.**, Lancaster, v.70, n.8, p.1748-1760, 1987.

LEGISLAÇÃO comentada de produtos lácteos e de alimentos para fins especiais: diet, light e enriquecidos, padrões de identidade e qualidade. São Paulo: Milbizz, 1998. p. 28-35, 71-74

LOURENÇO NETO, J.P. de M. A salga de queijos em salmoura. Parte 1. **Leite & Derivados,** São Paulo, v.6, n.30, p.37-52, 1996a.

LOURENÇO NETO, J.P. de M. A salga de queijos em salmoura. Parte Final. **Leite & Derivados,** São Paulo, v.6, n.31, p.16-22, 1996b.

LUBBERS, S., LANDY, P., VOILLEY, A. Retention and release of aroma compounds in foods containing proteins. **Food Technol.**, Chicago, v.52, n.5, p.68-74, 208-214, 1998.

MENDES, A.C.R. O valor nutricional do queijo: composição química, aspectos sensoriais e dietéticos de interesse para o consumidor. **Leite & Derivados,** São Paulo, v.6, n.34, p.54-61, 1997.

METZGER, L.E., MISTRY, V.V. A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat Cheddar cheese. I. Manufacture, composition, and yield. **J. Dairy Sci.**, Lancaster, v.77, n.12, p.3506-3515, 1994.

MILO, C., REINECCIUS, G.A. Identification and quantification of potent odorants in regular-fat and low-fat mild Cheddar cheese. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v.45, n.9, p.3591-3594, 1997.

MORAES, M. A. C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. Campinas: Editora da Unicamp. 1992. p. 11-47, 53, 59.

MORENO, I., Fermentos lácticos: preparo, uso e conservação. **Leite & Derivados,** São Paulo, v.2, n.10, p.55-63, 1993.

NÁJERA, A.I., BARRON, L.J.R., BARCINA, Y. Changes in free fatty acids during the ripening of Idiazabal cheese: influence of brining time and smoking. **J. Dairy Res.**, London, v.61, n.2, p.281-288, 1994.

OLIVEIRA, J.S. **Queijos:** fundamentos tecnológicos. Campinas: UNICAMP, 1987. p.68-70,115-120.

OLIVEIRA, M.N., LACERRA, A.A., GIOIELLI, L.A., BARUFFALDI, R. Effetto della temperatura e del tempo di coagulazione del latte sulla consistenza del formaggio "Minas Frescal", In: PORRETTA, S., ed. **Ricerche e innovazioni nell'industria alimentare.** Pinerolo: Chiriotti,1997. v.2.

PENNA, A.L.B. **Uso de soro desmineralizado em pó na fabricação de iogurte.** São Paulo, 1994. 154p. [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas/USP].

PIRAPREZ, G., HÉRENT, M.-F., COLLIN, S. Flavour retention by lipids measured in a fresh cheese matrix. **Food Chem.**, London, v.61, n.1/2, p.119-125, 1998.

PRENTICE, J.H., LANGLEY, K.R., MARSHALL, R.J. Cheese rheology. In: FOX, P.F., ed. **Cheese**: chemistry, physics and microbiology. London: Chapman & Hall, 1993. v.1, p.303-340.

PSZCZOLA, D. E. The ABCs of nutraceutical ingredients. **Food Technol.**, Chicago, v.52, n.3, p.30-37, 1998.

RENDIMENTO da fabricação de queijos. **Leite & Derivados**, São Paulo, v.2, n.10, p.39-40, 1993.

RENNER, E. Nutritional aspects of cheese. In: FOX, P.F., ed. **Cheese**: chemistry, physics and microbiology. London: Chapman & Hall, 1993. v.1, p.557-579.

RIEL, R. Composición y estruvtura físico-química de la leche. In: AMIOT, J., ed. **Ciencia y tecnologia de la leche**. Zaragoza: Acribia, 1991. p.1-33.

ROOS, K. B. How lipids influence food flavor. **Food Technol.**, Chicago, v.51, n.1, p.60-62, 1997.

SCOTT, R. **Fabricación de queso.** Zaragoza: Acriba, 1991. p.11-15, 323-375.

SIEZEN, R.J., BERG, G.van den. Lipases and their action on milkfat. **Bull. Int. Dairy Fed.**,, Brussels, n.294, p.4-6, 1994.

SOUZA, G. de Considerações gerais do queijo Provolone. **Colet. Inst. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.22, n.2, p.128-136, 1992.

SZCZESNIAK, A.M. Sensory texture profiling: historical and scientific perspectives. **Food Technol.**, Chicago, v.52, n.8, p.54-57, 1998.

TRONCO, V.M. **Manual para inspeção de qualidade de leite**. Santa Maria: Ed. UFSM, 1997a. 166p.

TRONCO, V.M. Sugestões de melhorias da qualidade para indústrias de laticínios através do uso do sistema análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC). **Leite & Derivados,** São Paulo, v.6, n.33, p.50-58, 1997b.

USTUNOL, Z., KAWACHI, K., STEFFE, J. Rheological properties of Cheddar cheese as influenced by fat reduction and ripening time. **J. Food Sci.**, Chicago, v.60, n.6, p.1208-1210, 1995.

VAKALERIS, D. G., PRICE, W. V. Rapid spectrophotometric method for measuring cheese ripenig. **J. Dairy Sci.**, Lancaster, v.42, n.2, p.264-276, 1959.

VARNAM, A.H., SUTHERLAND, J.P. **Leche y productos lácteos.** Zaragoza: Acribia, 1994. p.291-295.

VENTURA, R.F., FURTADO, M.M., WOLFSCHOON-POMBO, A.F., LOURENÇO, J. P. de M., LIMA, A. Queijo prato: comparação de fabricação usando leite pasteurizado por sistema de placas e ejetor de vapor. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.39, n.235, p.59-70, 1984.

WONG, N. P. Cheese chemistry. In: WEBB, B. H., JOHNSON, A. H., ALFORD, J. A. **Fundamentals of dairy chemistry**. Connecticut: The Avi Plublishing Company, 1978. p.719-771.

ANEXO 1

Questionário de análise quantitativa descritiva

Nome: Idade:

Experimente as amostras de queijo Prato e assinale com um X na alternativa que melhor expressa sua opinião, sobre oss seguintes atributos:

Amostra: N° xxx

AROMA

	Gostei muitíssimo
	Gostei moderadamente
	Indiferente
	Desgostei moderadamente
	Desgostei muitíssimo

TEXTURA GERAL

	Gostei muitíssimo
	Gostei moderadamente
	Adequada
	Desgostei moderadamente
	Desgostei muitíssimo

DUREZA

	Muito duro
	Moderadamente duro
	Adequada
	Moderadamente mole
	Muito mole