

**UTILIZAÇÃO DE LEITE RECONSTITUÍDO  
NA FABRICAÇÃO DE QUEIJO PRATO**

**NEUSA ANTÔNIA ALVES**

**1999**

46439

13187 MFV.

**NEUSA ANTONIA ALVES**

**USO DE LEITE RECONSTITUÍDO NA FABRICAÇÃO  
DE QUEIJO PRATO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências dos Alimentos, área de concentração em Química, Bioquímica e Físico-Química de Alimentos, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Pesq. Dr. Múcio Mansur Furtado

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BR  
1999

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

Alves, Neusa Antônia

Utilização de leite reconstituído na fabricação de queijo prato / Neusa Antônia

Alves. - Lavras : UFLA, 1999.

90 p. : il.

Orientador: Múcio Mansur Furtado.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Leite reconstituído. 2. Queijo prato. 3. Tecnologia de alimento. I.  
Universidade Federa de Lavras. II. Título.

CDD-637.1  
-637.35

**NEUSA ANTÔNIA ALVES**

## **UTILIZAÇÃO DE LEITE RECONSTITUÍDO NA FABRICAÇÃO DE QUEIJO PRATO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Química, Bioquímica e Físico-Química de Alimentos, para obtenção do título de "Mestre".

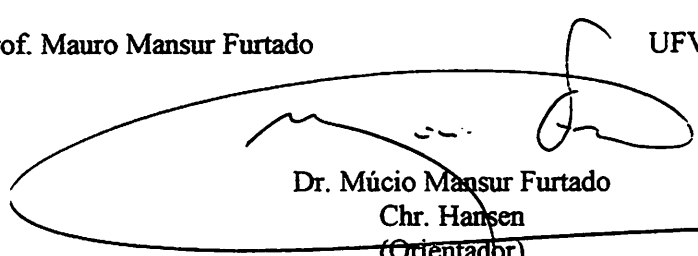
**APROVADA** em 25 de fevereiro de 1999.

Prof. Dr. Luiz Ronaldo de Abreu

UFLA

Prof. Mauro Mansur Furtado

UFV



Dr. Múcio Mansur Furtado  
Chr. Hansen  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

**Não digais: “Encontrei a verdade”. Dizei de preferência: “Encontrei uma verdade”.**

**Não digais: “Encontrei o caminho da alma”. Dizei de preferência: “Encontrei a alma andando em meu caminho”.**

**Porque a alma anda por todos os caminhos.**

**A alma não marcha numa linha reta nem cresce como um caniço.**

**A alma desabrocha, qual um lótus de inúmeras pétalas.”**

**Gibran Khalil Gibran (“O Profeta”)**

**Ao meu orientador, Múcio Mansur Furtado, pela oportunidade,  
ensinamentos e amizade.**

**DEDICO**



## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pelo dom da vida e pelas bênçãos

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Ciência dos Alimentos, seus professores e funcionários, pelos ensinamentos e pelo auxílio na realização deste trabalho.

À toda minha família e amigos pela confiança e apoio.

Ao Prof. Eduardo e aos meus amigos da Faculdade de Farmácia-Bioquímica da Universidade Federal de Goiás pelo incentivo durante a graduação.

Ao Prof. Luiz Ronaldo de Abreu, pelos ensinamentos e colaboração durante a execução deste trabalho.

Aos meus amigos Margarita , Leonardo, Rogério Amaro e Sr. Miguel pela ajuda durante a fase de fabricação dos queijos.

A meus amigos e companheiros deste tempo em Lavras, pelo convívio e amizade.

À Leila Maria Spadoti pela colaboração e ajuda com a revisão de literatura.

Ao CNPq, pela ajuda financeira concedida para a realização do curso.

## **BIOGRAFIA**

Neusa Antonia Alves, nasceu em Inhumas, Goiás. Realizou o curso de graduação na Universidade Federal de Goiás- UFG, obtendo o título de Farmacêutica-Bioquímica em janeiro de 1997.

Em março 1997, ingressou no curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, na Universidade Federal de Lavras – UFLA.



# SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>RESUMO</b> .....   | i  |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | ii |
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 01 |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....                                      | 03 |
| 2.1 Produção de leite no Brasil .....                                     | 03 |
| 2.2 Queijo Prato .....  | 05 |
| 2.3 Uso de leite em pó na fabricação de queijo .....                      | 08 |
| 2.3.1 Histórico .....   | 08 |
| 2.3.2 Importância .....   | 09 |
| 2.4 Leite em pó .....   | 10 |
| 2.5 Efeito do tratamento térmico sobre os componentes do leite .....      | 12 |
| 2.5.1 Proteínas e enzimas .....   | 12 |
| 2.5.2 Gordura .....   | 14 |
| 2.5.3 Equilíbrio salino e pH .....  | 15 |
| 2.6 Efeitos da utilização do leite em pó para fabricação de queijos ..... | 16 |
| 2.6.1 Coagulabilidade .....   | 17 |
| 2.6.2 Sinérese e problemas de dessoragem .....                            | 19 |
| 2.6.3 Mudanças na maturação e desenvolvimento de sabor e aroma .....      | 19 |
| 2.6.4 Rendimento .....  | 20 |
| 2.7 Fatores que afetam o rendimento dos queijos .....                     | 22 |
| 2.7.1 Fatores diretos .....   | 23 |
| 2.7.1.1 Composição do leite .....   | 23 |
| 2.7.1.2 Composição do queijo .....  | 24 |
| 2.7.1.3 Perdas no corte .....   | 24 |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.7.1.4 Ponto de massa.....  | 25        |
| 2.7.2 Fatores indiretos.....   | 26        |
| 2.7.2.1 Estocagem do leite a frio.....   | 26        |
| 2.7.2.2 Contagem de psicrotróficos.....  | 26        |
| 2.7.2.3 Contagem de células somáticas (CCS).....   | 27        |
| 2.7.2.4 Atividade da plasmina.....   | 27        |
| 2.7.2.5 Tipo de coalho usado.....  | 28        |
| 2.7.2.6 Pasteurização do leite.....  | 28        |
| 2.8 Formas de expressão do rendimento.....   | 29        |
| 2.8.1 Rendimento econômico/Litros de leite por quilo de queijo.....  | 30        |
| 2.8.2 Rendimento técnico/Cifras de transição.....  | 30        |
| 2.8.2.1 Meios de expressão do rendimento técnico.....  | 32        |
| A. Perdas de gordura no soro ou transferência para a coalhada.....   | 32        |
| B. Aproveitamento final de sólidos no queijo em relação a cada litro de leite trabalhado (coeficiente GL)..... | 33        |
| 2.9 Índices para avaliar a maturação de queijos.....   | 35        |
| <br>   |           |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>   | <b>37</b> |
| 3.1 Matéria prima.....   | 37        |
| 3.1.1 Leite <i>in natura</i> .....   | 37        |
| 3.1.2 Leite reconstituído.....   | 38        |
| 3.2 Coadjuvantes de processamento.....   | 38        |
| 3.2.1 Cloreto de cálcio.....   | 38        |
| 3.2.2 Fermento láctico.....  | 38        |
| 3.2.3 Coalho.....  | 38        |
| 3.3 Técnica de reconstituição do leite em pó e mistura ao leite pasteurizado..                                 | 39        |
| 3.4 Fabricação do queijo Tipo Prato.....   | 39        |
| 3.5 Análises feitas no leite pasteurizado.....   | 41        |

|   |    |
|---|----|
| 3.5.1 Acidez titulável.....   | 42 |
| 3.5.2 Densidade.....  | 42 |
| 3.5.3 pH.....   | 42 |
| 3.5.4 Estrato seco total (EST).....   | 42 |
| 3.5.5 Gordura.....  | 43 |
| 3.5.6 Desnaturação das proteínas do soro do leite.....  | 43 |
| 3.6 Análise do soro.....  | 44 |
| 3.7 Cálculo de rendimento de fabricação.....  | 44 |
| 3.7.1 Rendimento econômico/Litros de leite por quilo de queijo.....   | 44 |
| 3.7.2 Rendimento técnico/porcentagens de transição de gordura<br>e sólidos totais do leite para o queijo..... | 45 |
| 3.8 Maturação dos queijos.....  | 45 |
| 3.9 Análises físico-químicas do queijo.....   | 45 |
| 3.9.1 pH.....   | 46 |
| 3.9.2 Gordura.....  | 46 |
| 3.9.3 Umidade.....  | 46 |
| 3.9.4 Teor de sal .....   | 46 |
| 3.9.5 Água livre.....   | 47 |
| 3.9.6 Derretimento.....   | 47 |
| 3.9.7 Fatiabilidade.....  | 47 |
| 3.9.8 Nitrogênio total (NT) .....   | 47 |
| 3.9.9 Fracionamento do nitrogênio total.....  | 48 |
| 3.9.9.1 Nitrogênio solúvel a pH 4,6.....  | 48 |
| 3.9.9.2 Nitrogênio não proteico solúvel em TCA 12%.....   | 48 |
| 3.9.10 Cálculo dos índices de extensão e profundidade da proteólise.....                                      | 49 |
| 3.9.11 Índice de tirosina.....  | 50 |
| 3.9.12 Análise sensorial.....   | 50 |

|   |    |
|---|----|
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....       | 53 |
| 4.1 Composição físico-química do leite..... | 53 |
| 4.2 Desnaturação protéica do leite.....     | 55 |
| 4.3 Composição do soro.....                 | 56 |
| 4.4 Perda de gordura no soro.....           | 58 |
| 4.5 Perda de sólidos totais no soro.....    | 59 |
| 4.6 Composição do queijo.....               | 60 |
| 4.7 Coeficiente GL.....                     | 63 |
| 4.8 Rendimento dos queijos.....             | 64 |
| 4.9 Evolução do pH dos queijos.....         | 65 |
| 4.10 Água livre.....                        | 66 |
| 4.11 Extensão da proteólise .....           | 68 |
| 4.12 Profundidade da proteólise.....        | 70 |
| 4.13 Índice de tirosina.....                | 71 |
| 4.14 Fatiabilidade.....                     | 71 |
| 4.15 Derretimento.....                      | 73 |
| 4.16 Análise sensorial.....                 | 75 |
| <br>  |    |
| <b>5 CONCLUSÕES</b> .....                   | 76 |
| <br>  |    |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....     | 78 |

## RESUMO

ALVES ANTÔNIA, NEUSA. Utilização de leite reconstituído na fabricação de queijo Prato. Lavras: UFLA, 1999, 90p (Dissertação- Mestrado em Ciência dos Alimentos)

O queijo tipo Prato é um dos mais produzidos no Brasil. Entretanto sua produção sofre influência da sazonalidade da produção leiteira, o que provoca durante certo período do ano uma queda na oferta e uma elevação no preço desse queijo. O uso de leite reconstituído na fabricação do queijo Prato foi estudado neste projeto como uma alternativa para a estabilização da oferta do produto no mercado. Queijos tipo Prato foram elaborados com leite *in natura* e com leite *in natura* adicionado de 10 e 30% de leite reconstituído (obtido a partir de leite em pó “média temperatura”). Os resultados gerais indicam que é possível elaborar-se queijo Prato de qualidade aceitável usando até 10% de leite reconstituído. Estudos mais avançados seriam recomendáveis para melhoria dos parâmetros de rendimento, visando sobretudo reduzir as perdas de gordura e sólidos totais no soro. O uso de leite reconstituído resultou em queijos com pH ligeiramente mais ácido. O processo de maturação foi ligeiramente mais lento nos queijos feitos com 30% de leite reconstituído. A partir de 35 dias de maturação não observou-se mais separação de água livre em nenhum dos queijos. Nos queijos controle e com 10% de leite reconstituído o índice de fatiabilidade apresentou-se normal. Entretanto nos queijos com 30% de leite reconstituído a mesma qualidade de fatiabilidade só foi atingida após 50 dias. Com relação ao derretimento, os índices foram normais e adequados para os queijos controle e 10% de leite reconstituído, tendo se observado a mudança mais acentuada entre 5 e 20 dias de maturação. Por outro lado, nos queijos feito com 30% de leite reconstituído, a intensidade do processo foi bem menor, e mesmo após 50 dias de maturação não se obteve a mesma qualidade de derretimento observada nos queijos controle e com 10% de leite reconstituído. Do ponto de vista sensorial todos os queijos apresentaram boa aceitação pelo painel de provadores, não sendo detectadas diferenças significativas entre a pontuação das amostras.

## ABSTRACT

ALVES ANTÔNIA, NEUSA . Utilization of reconstituted milk for Prato cheesemaking. Lavras: UFLA, 1999, 90p (Dissertation, Master Degree in Food Science)

Prato is one of the most popular cheeses in Brazil. However its production along the year is affected by seasonal changes in milk availability, which in turn influences its price in the market. This project was undertaken to evaluate the feasibility of partially using reconstituted milk (10% and 30%), obtained from medium heat whole milk powder to manufacture Prato cheese. Cheeses made from reconstituted milk retained more moisture and were slightly more acidic (lower pH). Although higher losses of fat and total solids were observed in the whey from the cheese manufacturing with reconstituted milk, as compared to normal milk, these cheesemakings have shown better yields (liters of milk/Kg of cheese) which is possibly related to a greater retention of whey proteins (higher denaturation rates) and higher moisture contents. Ripening process was normal for all cheeses, although cheeses made from mixes of reconstituted milk ripened slightly slower. No expressible water was observed in any cheese after 35 days of ripening. Sliceability in cheeses made from milk added of 30% reconstituted milk improved only after 50 days of ripening, compared to the other cheeses which have shown good sliceability and meltability after about 2 weeks of ripening. When submitted to a sensory evaluation panel (hedonic scale) no significant differences were detected among samples. General results indicate that is possible to manufacture Prato cheese of acceptable quality using up to 10% of reconstituted milk. Further studies are recommended to improve the process in order to reduce losses of fat and total solids in the whey.

# 1 INTRODUÇÃO

A produção de leite do Brasil é extremamente influenciada pelas estações climáticas do país, atingindo um pico de produção em tempos favoráveis e desaparecendo quando o tempo é adverso, ou seja, na safra e entressafra, respectivamente. Na safra, a produção atinge, muitas vezes, patamares tão elevados que as usinas não são capazes de beneficiar o leite que é então comprado por preços irrisórios dos fornecedores. No entanto, no período de seca, acontece exatamente o contrário; os produtores de leite não conseguem suprir a demanda dos laticínios, época em que os produtos lácteos são mais requeridos pelo consumidor. Geus (1996) vê o aspecto da sazonalidade como um grave problema no Brasil, onde ocorre uma maior produção de leite na safra e acentuada redução na entressafra.

A sazonalidade da produção leiteira no Brasil ocorre de março até agosto, com a produção aumentando a partir de setembro. Ou seja, nesse período, a curva de produção atinge valores tão baixos que frequentemente há necessidade de se suprir o mercado importando produtos lácteos de outros países.

A fabricação de queijo a partir de leite reconstituído é necessária em centros ou regiões com problemas de abastecimento de leite fresco e/ou grande distância entre as áreas produtoras e os centros consumidores de queijo. Muitos centros importadores de queijos querem iniciar a fabricação de queijo baseado em leite em pó reconstituído ou recombinado e gordura de leite anidra. Com o crescimento da demanda, a indústria de laticínios tem buscado para sua maior economia caminhos para realizar esta necessidade.

Durante os últimos dez anos a produção de leite em pó, no Brasil, tem aumentado de uma maneira bastante satisfatória, em relação aos outros produtos



de laticínios. Em parte, este aumento da produção pode ser explicado devido à manutenção da qualidade do produto quando estocado por um longo tempo, como também pelas facilidades de armazenagem e transporte. O leite em pó é hoje conhecido como um produto de grande importância no que diz respeito ao mercado internacional. Do ponto de vista nutricional, é um dos mais importantes produtos da alimentação pela sua composição em proteínas, cálcio e vitaminas do complexo B.

O queijo Prato, um dos queijos mais consumidos no Brasil, foi introduzido no país por imigrantes dinamarqueses na década de 20. É fabricado sobretudo na região sudeste do país, onde possui diversas variedades e formatos. Tradicionalmente, o queijo prato deve ser curado por pelo menos 60 dias para atingir suas melhores características de sabor, aroma, textura e consistência. Um problema encontrado frequentemente pelas indústrias é a sazonalidade da produção do leite; no verão tem-se uma elevada produção de leite, com uma conseqüente alta na produção de queijos e assim, aumentam-se os estoques e o queijo "cura" por falta de demanda do mercado. Nos meses de inverno ocorre uma acentuada queda na produção de leite, com conseqüente diminuição na produção de queijos, resultando na comercialização de queijos pouco maturados para suprir a demanda do mercado.

Este trabalho teve por objetivo estudar a viabilidade do uso de diferentes porcentagens de leite em pó reconstituído na fabricação de queijo Prato , avaliando-se os possíveis efeitos da utilização de leite reconstituído na composição do queijo, suas propriedades funcionais, evolução da maturação e no rendimento da fabricação, assim como verificar sua aceitação do ponto de vista sensorial.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Produção de Leite no Brasil

O Brasil é o sétimo maior produtor mundial de leite, embora possua o maior rebanho leiteiro. Caracteriza-se por uma produtividade baixa em relação aos principais produtores, ocupando o 106º lugar, ficando acima apenas de alguns países do continente africano (Costa, Turra e Moraes Filho, 1992).

Em 1995, estimava-se que a produção nacional de leite deveria atingir cerca de 17,3 bilhões de litros, enquanto que na Argentina seria de 8,52 bilhões de litros (Jank, Nassar e Baraldi, 1995). Desta produção, cerca de 40%, representando 6,9 bilhões de litros, foram consumidos pelo mercado informal, seja na propriedade rural, comercializados pelo produtor sob a forma de leite cru, ou transformados em queijo, doce de leite, creme, manteiga, e negociados sem fiscalização. O restante, aproximadamente 10,4 bilhões de litros, foram entregues em indústrias de laticínios, as quais deram os seguintes destinos a essa produção: 50% comercializados sob a forma fluida; 25% transformados em leite em pó; 20% em queijos; e 5% transformados em outros derivados (doce de leite, manteiga, sobremesas, creme, iogurtes, etc) (Paula, 1995).

Existem vários problemas a respeito da produção de leite no Brasil, entre eles o baixo nível de produtividade que, para Bortoleto e Wedekim (1990), está na existência de políticas governamentais fora da realidade do complexo lácteo. O setor leiteiro foi o que experimentou um dos mais longos períodos de administração de preços de que se tem notícia em países capitalistas. Esse controle rígido de preços foi removido no ano de 1991 e durou mais de 45 anos. Em seu estudo, Sato (1995) verificou que os fatores de produção no Brasil são

até 208,3% mais caros do que aqueles da Argentina e no Uruguai, onde os insumos como ração, fertilizantes, ordenhadeiras, mecanização, etc, apresentaram um preço inferior aos nacionais em torno de 50%. Os altos preços dos insumos brasileiros são em parte causados pela excessiva carga tributária. A sazonalidade da produção de leite no Brasil é outro grave problema, onde se obtém um grande volume de leite na safra e forte redução da produção na entressafra (Geus, 1996).

As indústrias completam com matéria prima importada a queda de produção da entressafra, abastecendo o mercado ininterruptamente. Florescem empresas importadoras/empacotadoras, principalmente de leite em pó, que possuem grandes vantagens competitivas por absorverem apenas um elo da cadeia, onde os investimentos são menores, quase nenhum risco, ociosidade zero e nenhum compromisso com os produtores (Primo, 1996b).

TABELA 1 Importação Brasileira de Leite em Pó da Argentina, 1989-1995.

| Ano  | Quantidade (1.000 ton) |
|------|------------------------|
| 1989 | 29,2                   |
| 1990 | 16,7                   |
| 1991 | 10,6                   |
| 1992 | 0,5                    |
| 1993 | 9,7                    |
| 1994 | 30,5                   |
| 1995 | 31,8                   |

Fonte: Nogueira Neto, 1996.

## 2.2 Queijo Tipo Prato

A fabricação de queijos no Brasil é de história relativamente recente, firmando-se, do ponto de vista industrial, no início deste século e, sobretudo, a partir da década de 20, com o estabelecimento de imigrantes dinamarqueses e holandeses no estado de Minas Gerais (Furtado, 1991).

Os imigrantes dinamarqueses introduziram o queijo tipo Prato e, portanto, suas origens remontam aos queijos Danbo dinamarquês e Gouda holandês. No Brasil, sua tecnologia foi adaptada às condições locais, o que explica as diferenças de sabor e textura observadas no Prato em relação aos queijos que lhe deram origem. Enquanto aqueles apresentam sempre uma textura mais aberta, com olhaduras regulares e pequenas, o Prato pode ser encontrado tanto com olhaduras regulares ou irregulares, como também totalmente fechado (Furtado & Lourenço Neto, 1994).

A liderança na produção de queijos no Brasil é a do queijo Prato, com 57.758 toneladas produzidas no ano de. Sob a denominação Prato estão incluídas as variedades Lanche, Cobocó, Gouda e Estepe, que possuem as mesmas raízes e são muito similares, diferindo apenas quanto ao formato e ao peso (Furtado, 1991; Schiffam & Komatsu, 1980)

O queijo tipo Prato é fabricado por coagulação enzimática, adicionado de uma pequena quantidade de corante, visando dar o tom amarelo característico (Oliveira, 1986). É de massa semi-cozida, o que lhe confere uma característica elástica e, apresenta-se moldado na forma de um tijolo ou paralelepípedo, constituindo a variedade lanche, ou na forma de um cilindro baixo, que é a variedade cobocó (Oliveira, 1986). O aumento de temperatura no tanque para realização do pré-cozimento da massa pode ser efetuado pela retirada de uma

parte do soro e adição de água a 75 °C – 80 °C diretamente sobre a massa, ou através do aumento da temperatura do meio de aquecimento das paredes do tanque de coagulação com vapor.

A crosta deverá ser lisa, fina e bem formada. A textura deverá ser fechada ou apresentar olhaduras redondas ou ovulares, regularmente distribuídas, pouco numerosas e bem formadas. A consistência deverá ser macia e compacta (Schifftan & Komatsu, 1980).

O fermento láctico utilizado na fabricação do queijo tipo Prato pode ser exclusivamente acidificante ou acidificante e aromatizante. Além do sabor característico, o queijo Prato pode, opcionalmente, apresentar algumas olhaduras pequenas e regulares e, para obtenção dessas características, deve se utilizar um fermento misto de bactérias lácticas acidificantes e bactérias lácticas aromatizantes. O fermento utilizado é constituído, normalmente, de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, organismos acidificantes e homofermentativos, acrescido das bactérias *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* e *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* que, através de fermentação do citrato do leite, produzem compostos aromáticos como o diacetil e o acetaldeído, além de pequena quantidade de CO<sub>2</sub>, responsável pelas olhaduras típicas deste queijo (Oliveira, 1986).

Segundo Hosken & Gaudereto (1973), a maioria dos queijos tipo Prato elaborados no Brasil não apresentam as características ideais de sabor, aroma, textura e olhaduras, e isso pode ser atribuído às deficiências dos fermentos lácticos utilizados.

Dentre os queijos nacionais, o queijo Prato é o que possui uma melhor padronização tecnológica sendo, portanto, melhor caracterizado comercialmente (Oliveira, 1986).

A composição média esperada de um queijo Prato curado é de 42-44% de umidade, 26-29% gordura, pH de 5,2-5,4 e um teor de sal de 1,6-1,9% (Furtado & Lourenço Neto, 1994). Sciftan & Komatsu (1980) realizaram análises físico-químicas em 50 amostras comerciais de queijo tipo Prato e obtiveram valores médios de 40% de umidade, 47,5% de gordura no extrato seco, 1,7% de sal e 3,5% de cinzas. Furtado & Wolfschoon Pombo (1979) apresentaram a composição média do queijo Prato como sendo de 53,0-59,2% de extrato seco, 25,3 a 30,5% de gordura e de 47,7 a 51,5% de gordura no extrato seco.

O teor de umidade do queijo Prato é significativamente afetado pelo tamanho dos grãos após o corte da coalhada e pela intensidade de aquecimento da massa. Sob a influência do corte da coalhada, agitação, acidificação e aquecimento, a maior parte da água é expulsa dos grãos, a pré-prensagem no tanque e a prensagem final vêm apenas complementar essa expulsão de água (Furtado e Wolfschoon Pombo, 1993).

O rendimento médio obtido na fabricação de um queijo tipo Prato é de 1 kg de queijo para cada 9,5 litros de leite (Furtado e Wolfschoon Pombo, 1979). Na determinação das cifras de transição dos componentes do leite para o queijo, (Furtado e Wolfschoon Pombo, 1979) obtiveram os seguintes valores médios: gordura, 83,80%; lactose, 7,39%; cinzas, 36,81%; extrato seco total, 50,03; extrato seco desengordurado, 37,78%. Os autores verificaram ainda que o papel preponderante no rendimento final de uma fabricação de queijo cabe principalmente à caseína do leite, com sua capacidade de aprisionar os demais elementos no momento da coagulação. O aumento no teor de proteínas, sobretudo caseínas, implica no aumento da transição durante a coagulação de todos os demais componentes do leite. Variando-se o teor de proteínas do leite, o rendimento dos queijos é proporcional a essa variação (Wolfschoon & Pombo, 1979).

## **2.3 - Uso de Leite em Pó na Fabricação de Queijos**

### **2.3.1 - Histórico**

O uso de leite em pó na fabricação de queijo parece ter surgido na Nova Zelândia com dois pesquisadores, Hansen e Theophilus, em 1930 (Cherrey, 1986). Produtores franceses de queijos, a partir de 1952, começaram a estudar a utilização do pó em suas fabricações. Nesta época, entretanto, os industriais procuravam um meio de manter ou aumentar a produção das fábricas onde o abastecimento do leite “in natura” diminuía no inverno, e estes recebiam uma quantidade de leite insuficiente para suprir a demanda habitual de seus fregueses de queijos moles (Cherrey, 1978). As primeiras pesquisas a respeito da possibilidade de fabricação de queijos com leites reconstituídos, utilizando leite em pó selecionado, surgiu na Escola de Mamirolle, em 1957. Em 1959, colocou-se em prática viável, no Oriente Médio, uma pequena fábrica de queijo de massa prensada.

A fabricação de queijo de leite reconstituído intensificou-se com a Segunda Guerra Mundial. Mas não foi antes do final da década de 50 e início da década de 60 que a possibilidade de fabricar vários queijos com leite reconstituído recebeu mais atenção em muitos países (Gilles et al., 1979).



### 2.3.2 Importância

O estabelecimento de fábricas para recombinação de leite nos últimos 20 anos tem aumentado em áreas do mundo onde a produção de leite e indústrias de laticínios são ausentes ou insuficientes para satisfazer as necessidades de leite e produtos lácteos (Jensen & Nielsen, 1982). O leite em pó também é importante em áreas tradicionalmente produtoras de leite, para complementar a produção de leite fresco quando a produção desta área é influenciada por variações sazonais ou para fabricação de produtos especiais.

A fabricação de queijo a partir de leite em pó, adaptada às exigências locais, seria um excelente meio de combater carências protéicas da população de países em desenvolvimento (Cherrey, 1978). Também sobre este aspecto, Vieira (1981) diz que do ponto de vista nutricional o leite em pó é um dos mais importantes produtos da alimentação pela sua composição em proteínas, cálcio e vitaminas do complexo B.

Segundo Jana & Thakar (1996), a fabricação de queijo de leite recombinado é somente necessária em centros ou regiões com abastecimento baixo ou flutuante de leite fresco e/ou grandes distâncias entre as áreas produtoras de leite e os centros consumidores de queijo. A tecnologia de fabricação de queijos utilizando leite recombinado é recomendada para países com sazonalidade acentuada, ou para locais onde há laticínios insuficientes ou inexistentes para suprir a demanda por queijos (Lablée, 1979).

## 2.4 Leite em Pó

A qualidade do leite em pó destinado à fabricação de queijo é influenciada pela qualidade do leite cru empregado na fabricação do pó e pelas condições de concentração e secagem. O leite em pó utilizado na fabricação dos vários tipos de queijo deve ser obtido principalmente de leite fresco que não tenha sido pré aquecido acima de 72 °C por 15 segundos ou 99 °C por 1 segundo (Gilles & Lawrence, 1981). A utilização de altas temperaturas no processo de fabricação de leite em pó pode levar a níveis diferentes de desnaturação de proteínas do soro e, de acordo com os diferentes graus de desnaturação, pós de diferentes qualidades são obtidos, o que possibilita a sua classificação.

Essa classificação do leite em pó, quando realizada, é comumente feita com base na medição da quantidade de proteínas do soro, não desnaturadas, que sobram no pó, após o tratamento térmico. Esse nível de soroproteínas não desnaturadas, presentes no pó, é indicado através do chamado índice de nitrogênio protéico solúvel não desnaturado por grama de leite em pó desnatado (Vieira & Neves, 1980). Esse método tem sido divulgado pelo American Dry Milk Institute – ADMI (1971) e permite a classificação do leite em pó em 3 categorias:

*low heat* (índice maior ou igual a 6,0 mg/g),

*medium heat* (índice maior que 1,51 e menor que 6,0 mg/g),

*high heat* (índice menor ou igual a 1,51 mg/g).

As propriedades do leite recombinado são de um modo geral semelhantes à do leite do qual foi obtido. Entretanto, a desnaturação de proteínas que ocorre durante o processamento de leite em pó afeta algumas propriedades que são pré-

requisitos para a fabricação de queijos, tais como velocidade de coagulação e firmeza do coágulo. Portanto, o leite em pó desnatado usado na recombinação deve ser do tipo *low heat*, apresentando WPNI não menor que 6,0mg/g e preferencialmente não armazenado por mais de um ano (Gilles et. al., 1979). As razões para isso se devem ao fato de que esse tipo de pó contém mais cálcio ionizado e mais soroproteínas não desnaturadas que outros pós tratados com tratamento térmico severo.

O tipo de pó empregado constitui o fator mais importante na fabricação de queijo reconstituído (Gilles & Lawrence, 1981). A utilização de leite em pó *low heat* é essencial para a fabricação de todas as variedades de queijo a partir de leite reconstituído, onde a coagulação é conduzida pela adição de coalho bovino ou enzimas de ação similar, pois a coagulabilidade do leite reconstituído é fortemente afetada pela extensão do aquecimento a temperaturas superiores a 60°C durante a manufatura do pó.

A utilização do leite em pó integral é menor de que a do leite em pó desnatado, isto é, devido à sua menor estabilidade durante estocagem. Entretanto, se for utilizado, deve ser de classificação fina, leite em pó obtido por pulverização, com menos de nove meses de fabricação, produzido com os seguintes padrões:

|   |                   |
|---|-------------------|
| Umidade (máxima)                          | 3,0%              |
| Acidez Titulável (em ácido láctico)       | 0,15%             |
| Índice de Solubilidade (máx.) método ADMI | 0,1ml             |
| Partículas queimadas, método ADMI         | disco B ou melhor |
| Contagem Global (máximo por grama)        | 50.000            |
| Leveduras e mofos (máximo por grama)      | 10                |
| Livre de sabores e odores estranhos       |                   |

## **2.5 - Efeito do Tratamento Térmico Sobre os Componentes do Leite.**

Uma série de alterações na estrutura física, na composição e nas propriedades bioquímicas do leite são observados quando ele é tratado termicamente. O grau de alteração depende da temperatura e do tempo de aplicação do tratamento térmico (Silva, 1975).

A qualidade e o rendimento são as principais preocupações da indústria queijeira, tendo em vista maximização de seus lucros. Logo, a composição do leite destinado à produção de queijo é muito importante (Marziali e NG-Kwahang, 1986). No processo de elaboração de queijos, a maior parte de gordura e proteínas, 30-50% dos minerais, algumas proteínas do soro e parte da lactose contribuem para a formação do extrato seco do queijo, afetando diretamente sua composição (Marziali e NG-Kwahang, 1986).

### **2.5.1 - Proteínas e Enzimas**

As proteínas do leite apresentam propriedades químicas que influenciam nas características do leite processado. O tratamento térmico é um dos processos fundamentais na obtenção de diversos tipos de alimentos. Alterações nos constituintes do leite, promovidas pelo calor, têm sido estudadas em seus diferentes aspectos físico-químico (Hashizume e Sato, 1988). Poucos trabalhos têm sido conduzidos visando definir as alterações das proteínas do leite, induzidas pelo calor, em relação às suas características funcionais, que são importantes no processamento (Hashizume e Sato, 1988).

Tem sido demonstrado que, interações das proteínas do soro com a caseína promovidas pelo calor afetam a coagulação do leite pela renina. O efeito do aquecimento do leite na tensão do coágulo e na sua capacidade de retenção de água são atribuídos à interação entre proteínas do soro e caseína (Hashizume e Sato, 1988).

A partir de 60°C, tem início a precipitação irreversível das proteínas solúveis, lactoalbumina e lactoglobulina, devido a modificações na superfície da molécula protéica. Aproximadamente 10% do total das albuminas e globulinas são precipitados com a pasteurização; a caseína, no entanto, por ser mais estável, só se precipita com tratamentos térmicos mais intensos (Silva, 1975). Temperaturas elevadas afetam a interação cálcio-fósforo com a caseína, resultando em insolubilização dos sais de cálcio no leite (Stobberup, 1985). Sobre este mesmo aspecto, Furtado (1998) afirma que uma pequena parte das soro-proteínas é desnaturada (cerca de 2 a 3%). A  $\beta$ -lactoglobulina desnaturada tende a agregar-se à  $\kappa$ -caseína, e passa em parte para a coalhada, ao invés de se perder no soro, como acontece usualmente com as soro-proteínas. Este fenômeno provoca um ligeiro aumento no rendimento, pela própria presença da soro-proteína e também por sua conhecida capacidade de hidratação. Deduz-se assim que, comparado ao uso de leite cru, o leite pasteurizado possibilita maior rendimento. Quanto maior for a temperatura de pasteurização, maior será o índice de desnaturação. Entretanto, não é aconselhável o uso de temperaturas superiores a 75°C/15s, pois a coalhada torna-se mais mole, com maiores riscos de perdas no corte, e o queijo torna-se mais úmido, curando mais rápido e com maior risco de apresentar gosto amargo (maior retenção de coalho), além de prováveis problemas com o fatiamento após um certo período de cura, em casos de queijos semi-duros como o Prato ou filados como a Mussarela.

O calor exagerado rompe o equilíbrio entre o conteúdo de cálcio e fósforo solúveis e o cálcio e fósforo coloidais, modificando, ao mesmo tempo, as dimensões das micelas coloidais da caseína, assim como o seu grau de hidratação, além de promover a interação entre a  $\beta$ -lactoglobulina e a  $\kappa$ -caseína. Por isto, não se recomenda temperaturas elevadas para a pasteurização do leite destinado à elaboração de queijos (Stobberup, 1985).

A formação de compostos sulfidrilicos R-SH, formados a partir dos aminoácidos sulfurados, é a alteração química mais importante que se observa no leite pasteurizado, já que estes compostos são responsáveis pelo sabor de cozido do leite tratado a temperaturas superiores a 75 °C (Valle e Cantieiro, 1981).

As enzimas apresentam diferentes graus de estabilidade ao calor. A fosfatase alcalina, lipase endógena, aldolase e catalase são inativadas durante a pasteurização, enquanto a xantina oxidase, lactoperoxidase, RNase, fosfatase ácida, muitas lipases e proteases microbianas, além das proteases naturais do leite, são relativamente estáveis, resistindo a pasteurização (San José, 1979).

### 2.5.2 - Gordura

A fase lipídica do leite é afetada por temperaturas superiores a 60°C, ocorrendo formação de nata e estímulo de lipólise e autoxidação que alteram o sabor (I.D.F., 1986). O leite é mais vulnerável à autoxidação a baixas temperaturas (4°C) do que à temperatura ambiente (20°C). Aquecimento a temperaturas semelhantes à pasteurização do leite, no entanto, aumenta sua susceptibilidade à oxidação, devido, provavelmente, à migração do cobre e seu acúmulo na fase lipídica do leite. Há também o efeito inibidor da oxidação das  $\beta$ -

lactoglobulinas, como também dos produtos da reação de Maillard (San José, 1979).

### 2.5.3 - Equilíbrio Salino e pH

De trinta a quarenta elementos minerais são encontrados no leite, a maioria dos quais em pequenas quantidades e de pequena importância na produção de queijo. Dos elementos mais abundantes no leite, o cálcio e o fósforo se concentram no queijo e desempenham papel fundamental na sua qualidade. Os queijos contém quantidades relativamente elevadas de sódio e cloro, resultantes de sua salga (Kindstedt e Kosikowski, 1985).

Os níveis de cálcio e fósforo no queijo podem ser definidos pela acidez da massa. Assim, o desenvolvimento da acidez, antes da drenagem do soro, é o principal fator da composição mineral do queijo. Alguns pesquisadores afirmam que, no queijo, o cálcio (Ca) é perdido mais rapidamente do que o fósforo (P), com o abaixamento do pH do soro. Kindstedt e Kosikowski (1985) reportaram perda de 2mmol de cálcio para cada 1mmol de P perdido em 1Kg de soro. Em queijo Mussarela, o cálcio é dotado de maior mobilidade que o fósforo em meio com acidez mais elevada, resultando em relação Ca/P menor com o abaixamento do pH. A menor velocidade de perda de P resultante da elevação da acidez do soro pode ser devida, provavelmente, ao maior número de ligações covalentes do fósforo na micela da caseína. Ao contrário, o cálcio se liga completamente à micela da caseína, ao citrato e ao fosfato orgânico e inorgânico por meio de ligações iônicas (Kindstedt e Kosikowski, 1985).



O cálcio é muito mais susceptível a solubilização que o P, como resultado do abaixamento do pH do soro, devido, possivelmente, ao maior peso molecular do íon fosfato em relação ao Ca (Kindstedt e Kosikowski, 1985).

Justifica-se o emprego de cloreto de cálcio quando o leite sofre aquecimento acima de 60°C, devido à redução observado do teor de cálcio solúvel, necessário a uma perfeita coagulação do leite pelo coalho, que resulta na formação de uma rede protéica tridimensional, que confere a estrutura do coágulo (Furtado, 1973).

Aquecimento a temperaturas iguais ou superiores à da pasteurização precipitam pequenas quantidades de fosfatos e citratos. Aproximadamente 20% de cálcio é insolubilizado na forma de fosfato de cálcio, enquanto apenas 15% do cálcio encontra-se na forma solúvel. A ebulição, por sua vez, causa precipitação de sais de cálcio e fósforo (Silva, 1975).

## **2.6 - Efeitos da Utilização do Leite em Pó para Fabricação de Queijos**

Em geral, pode-se obter um queijo de qualidade aceitável a partir de leite recombinação usando-se os mesmos princípios e padronização aplicados na produção de queijos fabricados com leite fresco. Quando se utiliza leite reconstituído não ocorre maior perda de caseína e gordura do que quando se utiliza leite fresco, contanto que uma emulsão estável seja obtida através de uma homogeneização eficiente dos ingredientes básicos (Gilles & Lawrence, 1981).

Quando se deseja aplicar o processo convencional para a fabricação de queijo de leite recombinação, é necessário a utilização de leites preparados com

boa coagulabilidade e modificação ligeira dos estágios da manufatura, onde quer que seja necessário (Mietton, 1988).

Propriedades fundamentais da fabricação de queijo, como coagulação e sinerese, são prejudicadas quando se utiliza leite reconstituído (Jana & Thakar, 1996). Essas mudanças são geralmente atribuídas à desnaturação de proteínas do soro pelo calor e à redução da atividade de íons cálcio (Zuraw et al., 1985). As modificações do processo são necessárias para compensar os efeitos do tratamento térmico e da homogeneização sobre a) firmeza da coalhada, b) perda de umidade por sinerese e c) propriedades funcionais do queijo (Gilles & Lawrence, 1982).

### 2.6.1 - Coagulabilidade

A distribuição de cálcio no leite é consideravelmente afetada pelo tratamento térmico deste. Isso inevitavelmente afeta o tempo de coagulação pelo coalho, visto que o cálcio está envolvido na coagulação e na sinerese da coalhada (Gilles & Lawrence, 1982). Sobre este mesmo aspecto, Mietton (1988) diz que leite recombinaado exibe coagulabilidade fraca como resultado de a) retrogradação irreversível de minerais (Ca e P), b) nível variado de desnaturação de proteínas do soro e, c) o tratamento de homogeneização. Portanto, a velocidade de coagulação

é mais lenta e a firmeza do coágulo é menor. Se a coagulabilidade é melhorada, reduzem-se as perdas com finos durante o processo de coagulação e corte.

É de conhecimento geral que, em leite fresco, o tempo de floculação e de coagulação é reduzido com o abaixamento do pH ou pela adição de cálcio. Dessa

forma, alguns estudos apontam que, empregando-se relações similares em leite reconstituído, pode-se obter resultados satisfatórios.

Segundo Gilles et al. (1979), o processo de coagulação pode ser ajudado pela adição de cloreto ou fosfato de cálcio, às vezes acompanhado por ácido fosfórico, ao concentrado antes da secagem ou ao leite recombinação. A adição de cerca de 20g de cloreto de cálcio/100 l leite reconstituído diretamente ao tanque de fabricação, melhora a uniformidade da velocidade de coagulação, firmeza final da coalhada, além de manter normal o tempo de coagulação (30-40 min) (Gilles & Lawrence, 1981).

Firmeza adequada da coalhada na produção de queijo egípcio Ras, a partir de leite recombinação, com acidez de 0.18% e temperatura de coagulação de 40°C, com adição de 0.05% de cloreto de cálcio e 3.0 ml de coalho em solução 1%/50ml de leite, foi obtida por El-Ghabdour et al. (1983); já Zuraw et al. (1985) obtiveram melhoria na coagulabilidade e sinerese em queijo Danbo, adicionando ao leite reconstituído *low heat* 1,5 mM de cálcio, ajustando o pH (6,45-6,50) e mantendo o leite reconstituído refrigerado por 18 horas.

Hassan & El Deeb (1986) obtiveram resultados similares quando elevaram a temperatura de coagulação do leite recombinação a 40°C para fabricação de queijo Ras, a fim de produzir coalhada com firmeza semelhante àquela obtida com leite fresco. Além disso, foi adicionado cloreto de cálcio (0,05%), cloreto de cálcio mais fosfato dissódico (0,15%), ou fosfato monocálcico (0,07%) e leite recombinação contendo fosfato monocálcico mantido sob refrigeração a 5°C por 12 horas. Os melhores resultados foram obtidos com queijo fabricado com adição de fosfato monocálcico mantido sob refrigeração. O rendimento de todos os queijos fabricados com leite recombinação foi maior do que aquele obtido com leite fresco.

## 2.6.2 - Sinerese e Problemas de Dessoragem

A coalhada obtida a partir de leite reconstituído geralmente retém mais umidade do que a coalhada de leite fresco. Para auxiliar a expulsão de umidade, temperaturas de cozimento mais altas podem ser usadas em queijos de massa cozida (Czulak et al., 1979; Zuraw et al., 1985)

A insolubilização das proteínas do soro afeta consideravelmente a sinerese do coágulo obtido de leite reconstituído (Mietton, 1988); a taxa de sinerese decresce ligeiramente (Gilles & Lawrence, 1982).

Os problemas de dessoragem podem ser resolvidos pela utilização de pó *low heat* ou *medium heat*, através do enriquecimento do conteúdo de proteína do leite pela adição de ultrafiltrado ou pela adição de retentato em pó, caseinatos, etc., e/ou empregando temperatura de coagulação e cozimento mais altos (Mietton, 1988).

## 2.6.3 - Mudanças na Maturação e Desenvolvimento de Sabor e Aroma

Várias pesquisas relatam que, geralmente, queijos fabricados com leite reconstituído maturam muito vagarosamente e desenvolvem sabor e aroma muito pouco pronunciados (Czulak & Hammond, 1974; El-Ghabdour et al., 1983). Portanto, vários pesquisadores recomendam, especialmente para variedades de queijos duros, a adição de culturas, tais como, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* e particularmente *L. casei*, no intuito de produzir desenvolvimento de sabor e aroma mais rápido (Czulak et al., 1979).

O efeito de alguns agentes de maturação (0,02% de enzima lipase; coalho microbiano - 6,25g/100Kg leite) na produção de queijo Ras, fabricado com leite

recombinado tratado com fosfato dissódico, foi estudado por Hagrass et al. (1983). Não foram observadas diferenças marcantes sobre o pH dos queijos com os diferentes tratamentos de maturação. A adição de lipase aumentou claramente o teor de ácidos graxos voláteis totais e componentes carbonilas saturados e insaturados, resultando em sabor e aroma de ranço.

Segundo El-Soda et al. (1988), diversos métodos estão sendo pesquisados com o objetivo de acelerar a maturação de queijos, onde o sabor e aroma ocorrem vagorosamente. A utilização de agentes de maturação (lipases com ou sem proteinases) resultou em uma taxa significativamente mais alta de produção de ácidos voláteis e formação de peptídeos em queijo Ras recombinado do que no mesmo queijo fabricado com leite fresco, durante a maturação. Isso pode ser explicado sabendo-se que a desnaturação parcial das proteínas do leite durante o processamento do leite em pó e da remoção dos glóbulos de gordura através de membranas, durante a fabricação de leite em pó desnatado, torna os queijos recombinados mais acessíveis aos agentes de maturação.

#### **2.6.4 - Rendimento**

O rendimento, ou seja, a quantidade máxima de queijos que se pode fabricar com um volume determinado de leite, e a redução das perdas, ou seja, a obtenção de produtos de qualidade e com boa durabilidade são parâmetros que estão ligados a uma série de fatores, incluindo a qualidade do leite e dos ingredientes utilizados, que podem e devem ser controlados tecnicamente com o intuito de tornar o produto resultante cada vez mais expressivo e competitivo no mercado. A redução de perdas numa fábrica de queijo não só envolve aspectos de

controle de qualidade de matéria prima e de processos, como também aqueles referentes ao esquema de estocagem, distribuição e comercialização do produto, sem mencionar as estratégias de marketing para divulgá-lo junto ao público consumidor (Furtado, 1998).

A composição do leite, especialmente seu teor de proteínas e de gordura, tem um papel fundamental na definição de rendimento. Em relação às proteínas, considera-se sobretudo a caseína, que é a fração coagulável pelo coalho e que ao formar uma rede (paracaseinato de cálcio) "aprisiona", em diferentes proporções, os demais elementos do leite, como gordura, lactose, sais minerais, etc. Aumentando-se o teor de caseína do leite, o rendimento da fabricação é visivelmente aumentado pelo próprio peso da proteína que é retida a mais, e pelo fato de que a caseína aumenta consideravelmente a retenção de água no queijo. Por outro lado, um aumento do teor de gordura provoca o mesmo efeito positivo no rendimento, só que neste caso a maior retenção de água no queijo é devida à menor sinérese durante a elaboração no tanque (Furtado, 1998).

Na fabricação de queijo utilizando leite recombinado ocorrem perdas de gordura geralmente menores do que nas fabricações normais, enquanto que as perdas de caseína são semelhantes (Gilles & Lawrence, 1982). O emprego de leite em pó desnatado com algum grau de proteínas do soro desnaturadas resultou em aumento no rendimento de queijo Cottage acima de 10% devido à retenção de proteínas do soro no coágulo (Hammond, 1972). Igualmente, severo tratamento térmico de leite recombinado resultou em um maior aumento de rendimento no caso de queijos tipo Quarg (Pointurier, 1982). A adição de 0,15% de fosfato de sódio, 0,1% de citrato de sódio e 0,1% de NaCl ao leite recombinado aumentou o rendimento de queijo tipo Ras, melhorando seu corpo e textura (El-Ghabour et al., 1983b).

Observou-se que em queijo mole fabricado com leite de vaca fresco e com a adição de 10 e 20% de leite desnatado reconstituído, contendo 10% de sólidos totais (ST), o conteúdo de gordura do leite cru com 10% de leite reconstituído desnatado foi significativamente mais alto do que aquele do leite com 20% de leite reconstituído desnatado. Os sólidos totais do leite cru seguiram a mesma tendência, embora a diferença não tenha sido estatisticamente significativa. A adição de leite em pó reconstituído não afetou as perdas de gordura no soro. O conteúdo de gordura do queijo macio foi significativamente afetado pelos tratamentos; pH, % de umidade e conteúdo de sal não mostraram diferenças significativas, mas o rendimento decresceu com a adição de leite em pó reconstituído (Ranas Oliveros & Dulay, 1982).

## 2.7 - Fatores que afetam o rendimento dos queijos

Os principais fatores que podem interferir no rendimento dos queijos são: composição do leite (principalmente gordura e proteína), porcentagem de transição dos constituintes do leite para o queijo e a porcentagem de umidade retida (Banks et.al., 1981). A qualidade do leite, aditivos (coalho e fermento láctico) e a tecnologia de fabricação empregada também são fatores muito importantes para o rendimento de queijos. Os tratamentos térmico e mecânico aplicados ao leite e à coalhada, durante o processamento, podem influenciar o rendimento da fabricação de queijo.

## **2.7.1 - Fatores Diretos**

### **2.7.1.1 - Composição do leite**

É muito importante que a padronização do leite para a fabricação seja feita com base na relação caseína/gordura, que mantida fixa permite obter queijos com a mesma composição físico-química. Vale ainda lembrar que a composição do leite, e por consequência o rendimento, sofrem influência de diversos fatores como raça do animal, alimentação, período de lactação, etc.(Furtado, 1998).

Quanto à composição biológica do leite, que também afeta o rendimento dos queijos, merecem a atenção a contagem de células somáticas, relacionadas à mastite e, também, a qualidade microbiológica associada à higiene do leite. O uso de leite mastítico para a produção de queijos acarreta redução no seu rendimento, devido a um aumento de proteólise ocasionado pelas células somáticas presentes nesse tipo de leite. Queijos produzidos com leite mastítico apresentam longo tempo de coagulação, gel com baixo grau de firmeza e alto teor de umidade. A presença de alta concentração de microrganismos no leite, principalmente de bactérias psicrotróficas, interfere negativamente no rendimento, na firmeza do coágulo e tende a aumentar a umidade dos queijos (Gallina & Brandão,1996).



### **2.7.1.2 Composição do queijo**

O fator de maior importância é o teor de umidade do queijo, pois quanto maior o teor de água de um queijo, melhor será o rendimento daquela respectiva fabricação. Entretanto, o aumento do teor de umidade pode provocar algumas alterações no queijo: no Minas Frescal pode ocorrer uma aceleração do processo de proteólise (hidrólise mais intensa), o que diminui sua vida útil; em queijos como a Mussarela e o Prato, provocam alterações de consistência que dificultam o fatiamento, entre outros problemas. Deve-se manter um teor de umidade compatível com as características funcionais e sensoriais desejadas num determinado queijo; a melhor abordagem é a padronização da UESD, a Umidade no Extrato Desengordurado do Queijo, um parâmetro cada vez mais usado por modernas fábricas de queijo. O teor de proteínas ou de gordura de um queijo também apresentam grande influência sobre o rendimento, sendo que quanto maior for o teor, mais positivo será o efeito sobre o rendimento. Assim, o “ponto” da fabricação é um fator fundamental na definição do rendimento, pois regula o teor final de umidade do queijo, juntamente com o corte da coalhada e o processo de acidificação no tanque e na prensa (Furtado, 1998).

### **2.7.1.3 - Perdas no corte**

É comum a perda de componentes do leite no soro durante o corte da coalhada. Entretanto, pode-se diminuir estas perdas através do controle da coagulação do leite e de um corte cuidadoso da coalhada. A rapidez do corte e o tamanho dos grãos, bem como a intensidade da agitação feita imediatamente após o corte têm forte influência nas perdas de gordura e proteínas no soro. Por outro

lado, o processo de coagulação é afetado por outros fatores, como a temperatura de pasteurização do leite, seu teor de cálcio e proteínas, acidez e pH, temperatura de adição do coalho, etc. Por exemplo, considera-se normal, no Brasil, que cerca de 10 a 15% da gordura do leite se percam no soro no momento do corte. Esta porcentagem poderá variar em função do teor de caseína do leite. (Furtado, 1998).

#### 2.7.1.4 - Ponto de massa

Ao final do processo de elaboração do queijo, sob influência da acidificação, da agitação e do calor utilizado no cozimento, os grãos de massa tomam-se mais “enxutos”, e com base na prática e experiência, é dado o “ponto” na massa, que obviamente varia em função de vários fatores, como: tipo de queijo (mais firme ou macio); tipo de consumo (fatiamento ou para mesa); destino (estocagem longa ou maturação e venda); época do ano (inverno ou verão) (Furtado, 1991b).

O ponto de massa, além de determinar uma série de fatores que afetam a qualidade do queijo, tem grande influência no rendimento, pois responde pela quantidade de água que ficará retida no queijo. Uma pequena variação no teor de umidade (água) de um queijo, pode representar uma quantia considerável do ponto de vista econômico (Furtado, 1991b).

## 2.7.2 - Fatores Indiretos

### 2.7.2.1 - Estocagem do leite a frio

O leite cru, quando estocado por longo tempo a baixas temperaturas, sofre mudanças físico-químicas, como por exemplo a dissociação parcial da caseína micelar (fração  $\beta$ ), que passa para a fase solúvel, aumentando as perdas de nitrogênio, gordura e finos de coalhada, e conseqüentemente, reduzindo o rendimento da fabricação. Em resumo, trabalhando-se com leite “do dia” há mais chances de se melhorar o rendimento. Este é um fator cada vez mais importante, dada a tendência crescente de se trabalhar com leite estocado nas fábricas. (Furtado, 1998).

### 2.7.2.2 - Contagem de psicotróficos

O termo psicotróficos se aplica às bactérias que crescem a temperaturas de 2 a 7 °C, independentes de sua temperatura ótima de crescimento (Robinson, 1987). São exemplos as bactérias do gênero *Pseudomonas* ou *Achromobacter* (*P. fluorescens*, por exemplo). Produzem enzimas, lipases e proteases, de alta termo-resistência, que passam pela pasteurização ou mesmo pela esterilização do leite. Estas proteases podem degradar lentamente a caseína, aumentando a perda de nitrogênio e finos de coalhada no corte. Considera-se, por exemplo, que contagem de psicotróficos superiores a  $1 \times 10^6$  ufc/ml podem comprometer não somente o rendimento da fabricação, mas também o sabor do queijo, especialmente se este for de longa maturação como o Parmesão, através da ação de lipases que degradam triglicérides provocando a rancidez do queijo. A boa higiene da

produção do leite pode reduzir drasticamente a contaminação com psicrotróficos. (Furtado, 1998).

### **2.7.2.3 - Contagem de células somáticas (CCS):**

Microrganismos podem atacar o úbere de matrizes leiteiras, danificando o tecido celular e atraindo para o local células brancas (leucócitos) do sangue, que são parcialmente transferidas para o leite, aumentando assim sua CCS, infecção esta chamada mamite. Se a CCS ultrapassa a  $2 \times 10^6$ /ml, as enzimas proteolíticas produzidas atingem uma concentração suficiente para degradar a caseína a ponto de diminuir o rendimento da fabricação. Além disso, células somáticas contêm fortes componentes antimicrobianos, que podem ser liberados no leite e vir a inibir a atividade das culturas lácticas. (Furtado, 1998).

### **2.7.2.4 - Atividade da plasmina:**

A plasmina é a protease natural do leite, sendo que a maior parte desta enzima ocorre no leite sob a forma de seu precursor, plasminogênio, que não tem atividade proteolítica. As células somáticas, quando presentes em altas contagens, produzem um ativador do plasminogênio que pode convertê-lo para a plasmina ativa ainda na glândula mamária. A maior parte do dano provocado por sua atividade proteolítica sobre a caseína ocorre ainda no úbere, devido ser a temperatura corporal da vaca próxima à temperatura ideal para a atuação da plasmina. Os efeitos negativos no rendimento são consideravelmente reduzidos se o leite for resfriado rapidamente após a ordenha. A mamite apresenta, portanto,

uma outra influência negativa no rendimento, que é a ativação do plasminogênio através da alta contagem de células somáticas. (Furtado, 1998).

#### **2.7.2.5 Tipo de coalho usado**

Os coalhos existentes caracterizam-se por apresentar uma ou mais proteases que atacam a fração K da caseína, provocando a coagulação do leite. Algumas destas proteases são mais proteolíticas ou menos específicas em sua atuação do que outras. A pepsina suína ou as proteases ácidas de origem fúngica (ditos “coagulantes microbianos”), que são mais proteolíticas, além de romper a ligação específica 105-106 da caseína K, continuam a degradar rapidamente o restante da cadeia de aminoácidos durante a coagulação do leite e podem provocar maior perda de nitrogênio, gordura e finos durante o corte da coalhada. A quimosina (presente nos coalhos obtidos por fermentação, genericamente conhecidos por “genéticos”), seguida pela pepsina bovina, é a enzima que alia a melhor atuação coagulante com mais alta especificidade, permitindo portanto o melhor aproveitamento de elementos do leite na coalhada e melhor rendimento. Portanto, a escolha adequada do tipo de coalho é um fator de grande importância no controle do rendimento da fabricação de queijos. (Furtado, 1998).

#### **2.7.2.6 Pasteurização do leite**

Durante a pasteurização do leite, cerca de 2 a 3% das soro-proteínas é desnaturada. As soro-proteínas diferem das caseínas quanto à sua estrutura e propriedades. Assim, essas proteínas, ao contrário das caseínas, não estão associadas em micelas, mas encontram-se molecularmente dissolvidas e

susceptíveis à desnaturação térmica. Essa termolabilidade das soroproteínas é uma consequência da estabilidade marginal da sua compacta estrutura tridimensional (De Wit, 1981).

A  $\beta$ -lactoglobulina desnaturada tende a agregar-se à  $\kappa$ -caseína, e passa em parte para a coalhada, ao invés de perder-se no soro, como acontece usualmente com as soro-proteínas. Este fenômeno provoca ligeiro aumento no rendimento, pela própria presença da soro-proteína e também pela sua conhecida capacidade de hidratação. Deduz-se assim que, comparado ao uso de leite cru, o leite pasteurizado possibilita maior rendimento. Quanto maior for a temperatura de pasteurização, maior será o índice de desnaturação. Entretanto, não é aconselhável o uso de temperaturas superiores a 75 °C/15s, pois a coalhada torna-se mais mole, com risco de maiores perdas no corte, e o queijo torna-se mais úmido, curando mais rápido e com maior risco de apresentar gosto amargo (maior retenção de coalho), além de possíveis problemas com o fatiamento após um certo período de cura, em casos de queijos semi-duros, como o Prato, ou filados, como a Mussarela. (Furtado, 1998).

## **2.8 Formas de expressão do rendimento**

São diversas as maneiras de se expressar o rendimento da fabricação de queijos, sendo que muitas fórmulas foram desenvolvidas para prever o rendimento de queijos. Segundo Emmons et al. (1990), as fórmulas utilizadas para o cálculo do rendimento dividem-se em duas classes gerais, baseando-se na composição do queijo, ou então sendo derivadas da comparação do rendimento real e composição do leite utilizado, normalmente teores de caseína, gordura e sólidos solúveis.

### **2.8.1 Rendimento econômico/Litros de leite por quilo de queijo (l/kg)**

É aquele através do qual o empresário calcula o custo final da produção de seu queijo, tomando em consideração o preço pago por 1 litro de leite e o volume necessário para produzir 1 kg de queijo (Furtado, 1998). Esta ainda é a forma mais empregada no Brasil. No entanto, podem-se cometer erros na interpretação desses dados, visto que essa forma de expressão não leva em consideração o teor de umidade do queijo, que pode variar muito, dependendo da tecnologia adotada, entre outros fatores intrínsecos. Não se leva em conta o aproveitamento dos nutrientes do leite retidos no queijo, o que varia, em princípio, com a própria composição do leite utilizado. Assim, fica claro que essa forma de expressão de rendimento é válida somente em termos gerais de classificação de queijos, não o sendo quando se quer comparar resultados de vários processamentos.

Segundo Furtado (1991b), os rendimentos médios considerados normais (em litros de leite por quilo de queijo, logo após a fabricação), para alguns tipos de queijos, variam para o Prato, de 8,8 a 9,5; Minas curado, de 8,0 a 8,5; Minas frescal, de 5,7 a 6,5; Mussarela, de 9,5 a 10,0 e Parmesão, de 11,0 a 12,0.

### **2.8.2 Rendimento técnico/Cifras de transição**

Seria aquele no qual, de posse de dados físico químicos referentes à composição do leite, do soro resultante e do queijo obtido, o técnico ou o queijeiro determinariam se houve um aproveitamento ideal dos constituintes do leite, que podem ser transferidos para o queijo. Além disso, permitiria ainda estabelecer

comparações válidas entre diferentes fabricações de um mesmo tipo de queijo, mesmo que estes apresentassem composição físico-química diferente.

O rendimento técnico pode alterar substancialmente o rendimento econômico de uma fabricação, influenciando decisivamente no custo final de um queijo e, em última instância, na sua competitividade no mercado. (Furtado, 1998).

As cifras de transição, além de oferecer uma idéia acerca da passagem dos componentes do leite ao queijo e de dar uma imagem das perdas valiosas que ocorrem no soro, permitem estabelecer, de forma empírica, equações para prever o rendimento na fabricação de determinado tipo de queijo (Furtado & Wolfschoon-Pombo, 1979a).

Estudando o rendimento da fabricação dos queijos Prato e Minas, através da determinação das cifras de transição de elementos, Furtado & Wolfschoon-Pombo, (1979a; 1979b) puderam, dessa forma, estabelecer uma composição físico-química média para os soros resultantes das fabricações dos queijos; também estabeleceram o teor médio de gordura que deve ficar no queijo, contribuindo, assim, à padronização desses queijos.

A recuperação da gordura no queijo, ou seja, o peso de gordura no queijo por 100Kg de gordura no leite, varia de 85 a 94%, dependendo de diversos fatores, como a ruptura mecânica da membrana dos glóbulos de gordura, corte inapropriado da massa, formato do tanque de fabricação, estação do ano (Gallina & Brandão, 1996).

A recuperação de caseína varia entre 93,5 a 96%. Pelo menos 4% da caseína são inevitavelmente perdidos no soro na forma de glicomacropéptido e de proteose-peptona, formada devido à ação da plasmina na beta-caseína. Além desses fatores, pequenas partes da coalhada (finos) são perdidas em consequência do corte e da agitação. A estação do ano também influencia na recuperação de



caseína. É preciso ressaltar que a perda de caseína também causa a perda de água a ela associada (Gallina & Brandão, 1996).

### 2.8.2.1 Meios de expressão do rendimento técnico

São diversas as maneiras para se calcular o rendimento técnico através da determinação do aproveitamento de elementos do leite na coalhada, como a gordura, proteínas totais (ou somente caseína), extrato seco total ou desengordurado, etc. Algumas abordagens, enquanto que muito precisas, são mais complexas e requerem determinações mais sofisticadas, nem sempre disponíveis em muitas fábricas de queijos. Os métodos mais simples baseiam-se na transferência da gordura e/ou do extrato seco total ou desengordurado, do leite para o queijo.

#### A - Perdas de gordura no soro ou transferência para a coalhada (Cifra de transferência ou perda)

A transferência ou perda da gordura pode ser calculada pela fórmula:

$$\% \text{ Perda Gordura Soro} = \frac{(\text{kg/l} - P) G_s}{(\text{kg/l/Dl}) G_l \times D_s} \times 100$$

Onde:

Ds = densidade (15 °C) do soro

Dl = densidade (15 °C) do leite

$kgl = \text{quilos de leite (Vol. Leite} \times \text{DI)}$

$Gl = \% \text{ gordura do leite}$

$Gs = \% \text{ gordura do soro}$

$P = \text{produção de queijos (kg)}$

Este método pode também ser utilizado para cálculos de perdas no soro e transferências para a coalhada de proteínas, caseína, extrato seco total e desengordurado, bastando para tal substituir o índice de gordura na fórmula pelo índice com o qual se deseja trabalhar.

Se estas determinações forem feitas diariamente e apresentadas de forma gráfica, torna-se muito simples e fácil a visualização rápida de variações (muitas vezes indesejáveis) no aproveitamento de elementos do leite na coalhada. Sem dúvida, a Cifra de Perdas seria um importante instrumento para ajudar a explicar e corrigir quedas repentinas e aparentemente sem razão no rendimento da fabricação. Se ocorreu uma perda anormal de gordura, por exemplo, o próximo passo seria buscar a causa deste fato (relação caseína/gordura, coagulação, tipo de coalho, como foi o corte da coalhada, agitação posterior, etc).

### **B - Aproveitamento final de sólidos no queijo em relação a cada litro de leite trabalhado (Coeficiente GL)**

Este é um método de simples aplicação e de grande eficiência. O princípio básico é determinar quanto de sólidos (gordura, sólidos totais ou desengordurados, etc) existe realmente em um queijo já pronto (antes de salgar) e estabelecer uma relação com o volume de leite utilizado para aquela fabricação.

Sua simplicidade consiste na necessidade de se conhecer apenas os seguintes elementos para se efetuar os cálculos:

ST = sólidos totais do queijo (ou seja, 100 menos o teor de umidade)

P = produção de queijos (em quilos)

V = volume de leite (em litros)

Deve-se aplicar a seguinte fórmula para se calcular Gramas de Sólidos Totais por Litro de Leite Trabalhado (g ST/l), mencionado por coeficiente GL:

$$\text{g ST / l} = \frac{\text{ST} \times \text{P} \times 10}{\text{V}}$$

O Coeficiente GL ideal deverá ser determinado previamente para cada fábrica, pois sofre influência da composição do leite (gordura e caseína, em particular) e, claro, de todos os fatores da fabricação que podem alterar a composição final do queijo. Como já foi mencionado anteriormente, variações negativas no Coeficiente GL podem ser visualizadas com facilidade num gráfico e, junto à Cifra de Transferência ou Perda de outros elementos do leite, podem ajudar de maneira decisiva a explicar mudanças no rendimento de uma fabricação de queijos.

## 2.9 Índices para avaliar a maturação de queijos

Segundo Wolfschoon-Pombo (1983), o processo de hidrólise sofrido pela proteína pode ser quantificado por índices que relacionam o nitrogênio solúvel e o nitrogênio não protéico com o nitrogênio total, conhecidos como extensão (índice de maturação) e profundidade, respectivamente. Pode-se afirmar que extensão da proteólise em queijos é sobretudo a ação proteolítica do coalho sobre as caseínas, principalmente nas frações  $\alpha$  e  $\beta$ , aumentando o teor de peptídeos de médio e baixo peso molecular que compõem o nitrogênio solúvel (Choisy et al., 1986).

Grippon et al. (1975) descreveram técnicas de fracionamento do nitrogênio em extrato de queijo preparado com citrato de sódio 0,5 mol/litro, utilizando precipitações com ácido clorídrico e com ácido tricloroacético para a quantificação das proteínas do queijo e, portanto, para a determinação da proteólise no mesmo.

Segundo Choisy et al.(1986) e Wolfschoon-Pombo (1983), a extensão da proteólise caracteriza-se pela quantidade de substâncias nitrogenadas solúveis acumuladas durante o processo, expressas como porcentagens do nitrogênio total. Sua determinação analítica é baseada na precipitação da caseína até seu ponto isoelétrico (pH 4,6). Assim, quando uma solução de queijo é trazida a pH 4,6, as caseínas intactas, e também aquelas que se degradam fracamente, são precipitadas. Peptídeos de alto peso molecular, peptídeos de cadeia curta e aminoácidos são encontrados nessa solução. Se for adicionado ácido tricloroacético a uma concentração final de 12% ao sobrenadante obtido após precipitação a pH 4,6, mais peptídeos serão precipitados e somente peptídeos de cadeia curta e aminoácidos permanecerão na solução. Assim, a profundidade da proteólise abrange as substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular acumuladas durante o processo. Os peptídeos e aminoácidos das diferentes

frações são geralmente quantificados após degradação do nitrogênio orgânico pela técnica de Kjeldahl.

O termo nitrogênio solúvel é normalmente aplicado para a fração de nitrogênio correspondente aos produtos que são precipitados a pH 4,6 e nitrogênio não protéico para a fração que é solúvel em ácido tricloroacético (especificamente a uma concentração final de 12%) (Choisy et al., 1986).

Como alternativa para o acompanhamento da proteólise em queijos, foi desenvolvido um método espectrofotométrico, que é um procedimento rápido para estimativa do grau de maturação de queijos baseado na determinação espectrofotométrica dos aminoácidos tirosina e triptofano (Vakaleris & Price, 1959). É mais ágil e tem uma exatidão aproximadamente igual às medidas de nitrogênio solúvel em um extrato de queijo pelo método de Kjeldahl. Segundo Fox (1988), a liberação desses aminoácidos é uma consequência da ação das enzimas do coalho e do fermento. Este é um método eficiente e simples para a quantificação e determinação do índice de proteólise em queijos, que se baseia na presença de anel benzeno na estrutura desses aminoácidos e na sua capacidade de absorção da luz ultravioleta, no comprimento de onda de 270 e 290 nm.

### **3.0 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no laboratório de Laticínio do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) Da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram processados queijos tipo Prato, adicionando-se vários níveis de leite reconstituído ao leite pasteurizado.

Foram realizados 04 ensaios (repetições), com 03 tratamentos (níveis de 0,10 e 30% de leite reconstituído adicionado ao leite *in natura*). Cada ensaio foi realizado num mesmo dia, obtendo-se queijos tipo Prato a partir de 50 litros de leite.

Os queijos foram analisados no dia da fabricação e após 4 períodos de armazenamento sob refrigeração a 10-12 °C, em D + 5, D + 20, D + 35 e D + 50 dias, sendo D o dia da fabricação.

#### **3.1 Matéria-prima**

##### **3.1.1 Leite *in natura***

Para a fabricação dos queijos, utilizou-se leite de mistura tipo C pasteurizado pelo processo HTST (72 °C\15 seg.), adquirido de uma indústria de Laticínios na cidade de Lavras, MG.

### **3.1.2 Leite reconstituído**

Para obtenção de leite reconstituído, utilizou-se leite em pó integral proveniente da Nova Zelândia, “medium heat”, fornecido pela importadora New Zealand Milk Products (São Paulo, SP).

## **3.2 Coadjuvantes de processamento**

### **3.2.1 Cloreto de cálcio**

Utilizou-se cloreto de cálcio em solução aquosa a 50% (p/v), (Chr. Hansen Indústria e Comércio, Valinhos SP), na quantidade de 50ml para cada 100 litros de leite.

### **3.2.2 Fermento Láctico**

O fermento láctico utilizado no processo de fabricação do queijo foi o tipo O mesofílico homofermentativo liofilizado e concentrado (DVS R-704), proveniente da Chr. Hansen Indústria e Comércio, Valinhos SP. A quantidade utilizada foi conforme recomendações do fabricante (dose equivalente a 1%).

### **3.2.3 Coalho**

O coalho utilizado foi o bovino em pó (NATUREN, Chr. Hansen Indústria e Comércio, Valinhos SP), em quantidade suficiente para coagulação em 30 minutos (dose de 1,8g/100 litros).

### **3.3 Técnica de reconstituição do leite em pó e mistura ao leite pasteurizado**

O leite reconstituído foi preparado adicionando-se lentamente o leite em pó integral, com o auxílio de uma peneira, à superfície da água, previamente fervida e resfriada a 45 °C. A homogeneização foi manual, utilizando-se uma escumadeira de aço inoxidável, até completa dissolução do pó. O leite reconstituído foi mantido sob refrigeração por 16 horas, aproximadamente, para perfeita hidratação das proteínas (Vieira & Neves, 1980).

O leite reconstituído foi misturado ao leite pasteurizado no momento da fabricação do queijo, nas proporções previamente definidas, diretamente na cuba de fabricação de queijos, com capacidade de 50 litros. Em seguida, homogeneizou-se e ajustou-se a temperatura a 35°C.

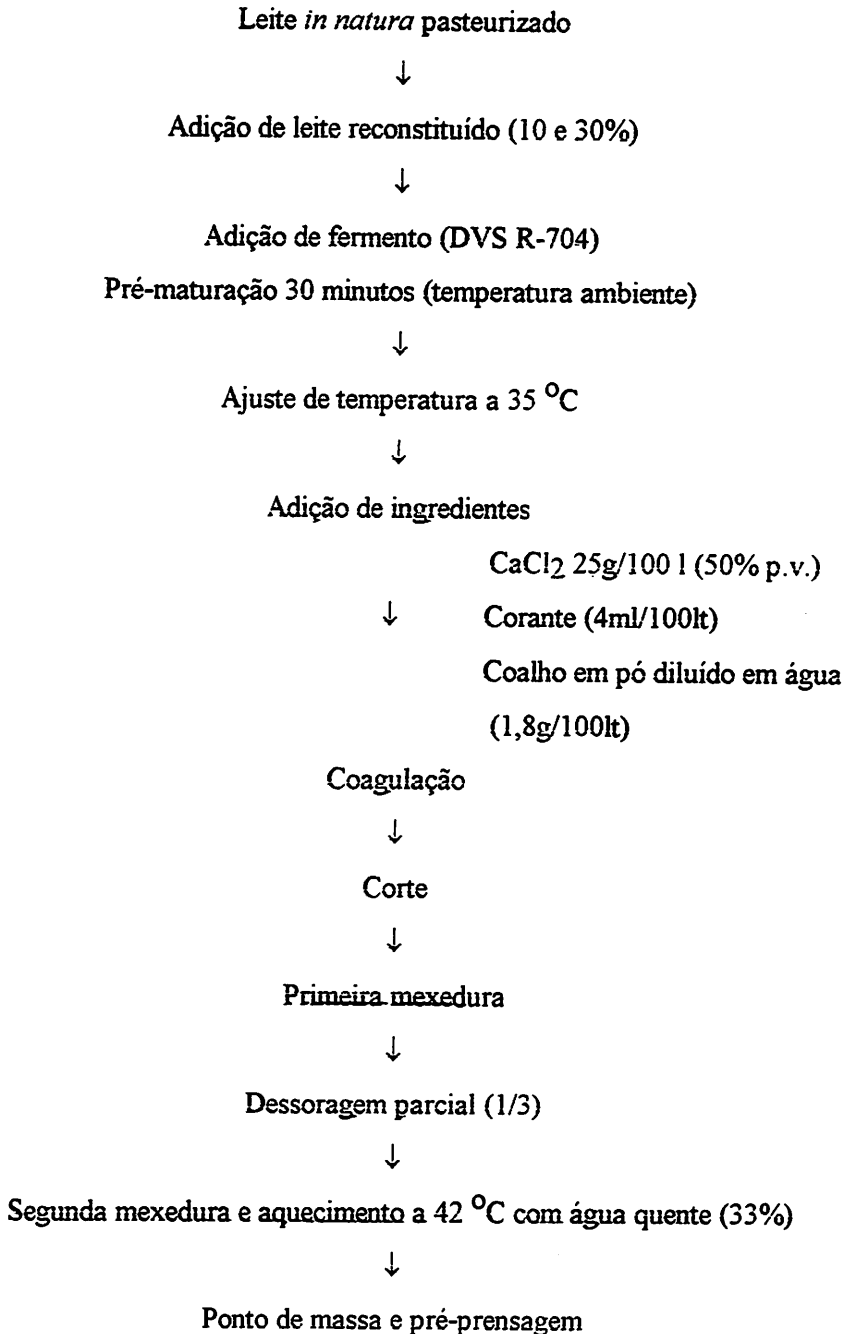
### **3.4 Fabricação do queijo tipo Prato**

Os processos de fabricação dos queijos foram idênticos para cada leite, assim como as quantidades dos constituintes utilizados. A técnica de elaboração foi a descrita por Furtado & Lourenço-Neto (1994). As operações de fabricação dos queijos foram efetuadas em tanques de 50 litros. O fluxograma de fabricação encontra-se na figura 1.

Foram realizadas quatro fabricações em períodos distintos. Para se avaliar os parâmetros físico-químicos, foram coletadas amostras do leite pasteurizado antes e após a adição de leite reconstituído, nas proporções pré-determinadas, do soro no corte e amostras do queijo no dia da fabricação e durante vários períodos de maturação.



Os períodos de coleta de amostras de queijo e análises foram no dia da fabricação, e nos 5, 20, 35 e 50 dias de maturação.



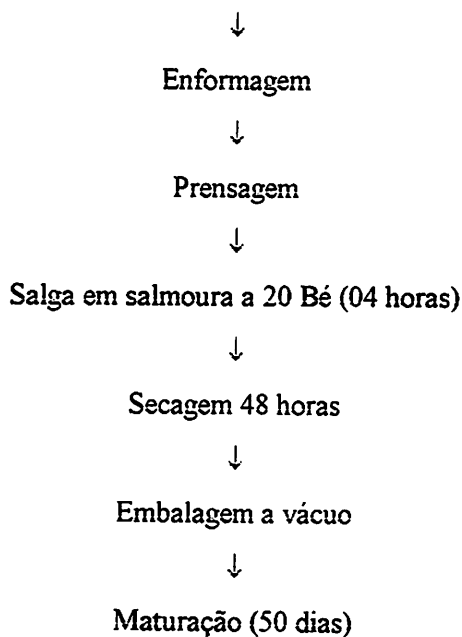


FIGURA 1. Fluxograma de fabricação do queijo Tipo Prato

### 3.5 Análises feitas no leite pasteurizado

As amostras de leite foram coletadas antes e após ter-se misturado o leite reconstituído ao leite pasteurizado, antes de cada processamento, diretamente das cubas de fabricação de queijos, após ligeira homogeneização.

Todas as análises do experimento foram efetuadas em duplicata.

### **3.5.1 Acidez titulável**

Determinada em 10ml de leite, utilizando-se o método de titulação com hidróxido de sódio N/9 (solução Dornic), em presença de solução indicadora (fenolftaleína 1%), como descrita por Brasil (1981).

### **3.5.2 Densidade**

Determinada através de leitura direta, utilizando-se um termolactodensímetro de Quevenne, segundo LANARA (1981).

### **3.5.3 pH**

As medidas de pH foram obtidas utilizando-se pHmetro Hanna 8314, previamente calibrado.

### **3.5.4 Extrato seco total (EST)**

Os teores de extrato seco total (EST) das amostras de leite foram determinadas pelo método de secagem em estufa à 105 °C, como descrito pela A.O.A.C. (1995).

### 3.5.5 Gordura

Os teores de gordura das amostras foram determinados pelo método do butirômetro de Gerber-Van Gulik, descrito por Brasil (1981). Para esta análise foi utilizada uma centrífuga do tipo Gerber da marca FANEM.

### 3.5.6 Desnaturação das soroproteínas do leite

Determinou-se a porcentagem de desnaturação de soroproteínas no leite pasteurizado e na mistura leite pasteurizado + leite reconstituído a 10 e 30%, pela técnica descrita por Harland & Ashworth (1947).

Todas as amostras foram desnatadas em centrífuga (Fanem, modelo 204-NR) por 10 minutos a  $4 \times 10^3$  rpm. As amostras de 15 ml de leite desnatadas, após serem precipitadas na presença de 6g de NaCl por meia hora, em banho-maria, a 37 °C, foram filtradas (papel Whatman n° 42) e 1 ml do filtrado foi diluído em 10 ml de solução saturada de sal, com adição de 2 gotas de HCl (23 77), registrando-se, em seguida, a transmitância no comprimento de onda 420nm.



### 3.6 Análises do soro

As amostras de soro foram coletadas 15 minutos após o corte. Foram realizadas análises de pH, acidez titulável, extrato seco total (EST), gordura e densidade, seguindo as mesmas técnicas utilizadas para o leite.

### 3.7 Cálculos de rendimento de fabricação:

#### 3.7.1 Rendimento econômico/Litros de leite por quilo de queijo

O cálculo do rendimento da fabricação do queijo, expresso em litros de leite por quilo de queijo (l/kg), foi obtido dividindo-se o volume total do leite utilizado na fabricação pelo peso total dos queijos imediatamente após a retirada destes da prensagem. Este rendimento também pode ser expresso como l leite/Kg de queijo na mesma base úmida que foi utilizada para calcular qual seria o rendimento dos queijos, dos diferentes tratamentos, se eles apresentassem um mesmo teor de umidade. De acordo com Furtado (1998), esse índice é calculado por meio da seguinte fórmula:

$$l/Kg = \frac{V \times (100 - U_p)}{P \times ST}$$

Onde  $V$  = volume de leite (litros)

$U_p$  = % de umidade comum pretendida

$P$  = produção de queijos (Kg)

$ST$  = teor (%) de sólidos totais no queijo

### **3.7.2 Rendimento técnico/porcentagens de transição de gordura e sólidos totais do leite para o queijo.**

As porcentagens de transição de gordura e sólidos totais do leite para o queijo foram obtidas por meio de cálculos matemáticos descritos por (Furtado, 1998). Estes cálculos se baseiam na composição físico-química do leite, do soro e dos queijos fabricados.

### **3.8 Maturação dos queijos**

Após o fim da salga, os queijos foram levados para câmara de maturação, onde permaneceram durante um período de 50 dias e, neste período, as determinações tiveram a seguinte periodicidade  $D + 5$ ,  $D + 20$ ,  $D + 35$  e  $D + 50$ , considerando  $D$  o dia da fabricação. A temperatura da câmara foi mantida à  $10-12^{\circ}\text{C}$  e umidade a 90%, como recomendado por Moraes e Freitas (1983).

### **3.9 Análises físico-químicas do queijo**

Todas as determinações foram realizadas em duplicata.

### **3.9.1 pH**

As medidas de pH foram obtidas utilizando-se pHmetro Hanna 8314, previamente calibrado, com a inserção do eletrodo diretamente no queijo a ser analisado.

### **3.9.2 Gordura**

As determinações foram realizadas pelo método butirométrico de Gerber, segundo metodologia da A.O.A.C. (1995). A centrífuga e os butirômetros utilizados foram da marca original Gerber.

### **3.9.3 Umidade**

O teor de umidade do queijo foi determinado segundo o método da A.O.A.C. (1995), baseado na técnica de secagem em estufa a 105 °C, por 3 horas, e pesagem até peso constante. O conteúdo de umidade foi expresso em porcentagem (g/100g de amostra).

### **3.9.4 Teor de sal**

Os teores de sal foram determinados segundo o método descrito por Kosikowski (1977).

### **3.9.5 Água livre**

Foi utilizada a técnica descrita por Kindstedt e Guo (1995).

### **3.9.6 Derretimento**

Foi utilizada a técnica descrita por Cortês (1998).

### **3.9.7 Fatiabilidade**

No experimento realizado, o teste de fatiamento foi realizado em um estabelecimento comercial de pães e frios. Os queijos eram fatiados em máquinas de fatiar tradicionais existentes nestes estabelecimentos, de acordo com o seguinte período de maturação: D + 5, D + 20, D + 35 e D + 50. De acordo com a facilidade para se obter as fatias com a mesma espessura eram atribuídas notas (++++ bom fatiamento, + péssimo fatiamento).

### **3.9.8 Nitrogênio total (NT)**

O teor de nitrogênio total (NT) do queijo foi determinado pelo método Kjeldahl, diretamente sobre uma alíquota de 5ml, extraída em citrato de sódio 0,5 M, segundo Gripon et al. (1975). As amostras foram digeridas em Blocos Digestores modelo – TE 008/50, e destiladas em destilador modelo TE-036.



### **3.9.9 Fracionamento do nitrogênio total (NT)**

#### **3.9.9.1 Nitrogênio solúvel a pH 4,6**

Determinou-se o teor de nitrogênio solúvel (NS) do queijo após precipitação isoeletrica das caseínas com solução de ácido clorídrico 1,41 N até pH 4,6, em uma amostra de queijo previamente solubilizada em citrato de sódio 0,5 M. Essa mistura foi filtrada em papel de filtro Whatman n<sup>o</sup> 42, coletando-se uma solução límpida, contendo a fração hidrolisada da proteína do queijo, solúvel a pH 4,6. A quantificação dessas substâncias solúveis foi através do método de Kjeldahl, partindo-se de 5ml do filtrado (Gripon et al., 1975, Vakaleris & Price, 1959).

#### **3.9.9.2 Nitrogênio não protéico solúvel em TCA 12%**

Após solubilizar as amostras de queijo em citrato de sódio 0,5M, estas foram precipitadas em solução final 12% com ácido tricloroacético (TCA) e filtradas em papel de filtro Whatman n<sup>o</sup>42, coletando-se uma solução límpida, que continha peptídeos de baixo peso molecular e aminoácidos (Vakaleris & Price, 1959). O nitrogênio contido nessa solução é denominado nitrogênio não protéico e foi quantificado pelo método Kjeldahl, partindo-se de 5ml do filtrado (Gripon et al., 1975)

### 3.9.10 Cálculo dos índices de extensão e profundidade da proteólise

Os métodos e fórmulas seguidos são de acordo com as citações de Furtado & Partridge (1988) e Wolfschoon-Pombo (1983)

**Índice de Extensão:** relação entre a porcentagem de nitrogênio solúvel a pH 4,6 (obtido como descrito em 3.9.9.1) e a porcentagem de nitrogênio total (descrito em 3.9.8).

$$\text{Extensão da proteólise} = \frac{\text{Nitrogênio solúvel}}{\text{Nitrogênio total}} \times 100$$

**Índice de Profundidade:** relação entre a porcentagem de nitrogênio não protéico, solúvel em TCA a 12%, (obtido como descrito em 3.9.9.2) e a porcentagem de nitrogênio total (3.9.8).

$$\text{Profundidade da proteólise} = \frac{\text{Nitrogênio Não Protéico}}{\text{Nitrogênio Total}} \times 100$$

### 3.9.11 Índice de tirosina

O teor de tirosina foi obtido segundo a metodologia proposta por Vakaleris & Price (1959) para a determinação do índice de maturação de queijos. A fração solúvel obtida, como descrita no item 3.9.9.1, foi diluída em água destilada na proporção 1:1 e submetida à leitura em dois comprimentos de onda, 270 e 290 nm, em espectrofotômetro, modelo B-382.

A concentração do aminoácido (mg/100g de queijo) foi calculada pela fórmula:

$$Tyr = (0,95 \times A_{270} - 1,31 \times A_{290}) 906$$

Sendo,

$A_{270}$  = Leitura da absorbância a 270 nm

$A_{290}$  = Leitura da absorbância a 290 nm

### 3.9.12 Análise sensorial

Aos 50 dias de maturação, os queijos foram analisados para avaliação da aceitabilidade do consumidor. As amostras foram servidas à temperatura ambiente para um total de cinquenta provadores não treinados. Foram apresentadas amostras de queijos de todos os tratamentos (0%, 10% e 30% de leite reconstituído adicionado ao leite *in natura*). Para realização da análise,

utilizou-se, segundo Mori (1982), escala hedônica não estruturada de 9 pontos.  
Figura 2.

Os dados obtidos através da análise sensorial foram realizados em delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, efetuada com o emprego do “Sisvar” (Ferreira, 1997) e as respectivas médias foram comparadas ao nível de 5% de probabilidade.

## ESCALA HEDÔNICA

Nome:

Data:

Avalie cada amostra usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou.

- 1-Desgostei muitíssimo
- 2-Desgostei muito
- 3-Desgostei regularmente
- 4-Desgostei ligeiramente
- 5- Indiferente
- 6-Gostei ligeiramente
- 7-Gostei regularmente
- 8-Gostei muito
- 9-Gostei muitíssimo

Número da amostra

Valor

-----

-----

-----

-----

-----

-----

Comentários-----

-----

FIGURA 2. Escala Hedônica usada no teste de aceitação

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Composição físico-química do leite

A tabela 1 apresenta os valores médios da composição físico-química do leite *in natura* (controle) e com a adição de 10 e 30% de leite reconstituído, empregados na elaboração dos queijos.

As médias obtidas mostraram ser semelhantes aos valores encontrados na literatura para o leite sem adição de leite reconstituído (Furtado et al.,1980; Vieira & Neves, 1980) e estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação (Brasil, 1998).

Ocorreram pequenas diferenças nos teores de gordura do leite *in natura* (controle) e com a adição de 10 e 30% de leite reconstituído, o que foi devido à não padronização destes leites.

TABELA 1. Valores médios dos parâmetros físico-químicos dos leites utilizados para a Fabricação dos queijos.

| Parâmetros       | Leite reconstituído adicionado ao leite <i>in natura</i> (%) |      |       |      |       |      |
|------------------|--|------|-------|------|-------|------|
|                  | 0%   |      | 10%   |      | 30%   |      |
|                  | x  | cv   | x     | cv   | x     | cv   |
| pH               | 6,53   | 2,04 | 6,52  | 1,83 | 6,50  | 1,44 |
| Acidez (°D)      | 17   | 4,80 | 16,97 | 4,57 | 16,85 | 3,89 |
| % ST             | 12,15  | 0,53 | 12,03 | 0,46 | 11,78 | 0,37 |
| % Gordura        | 3,5  | 6,85 | 3,45  | 6,27 | 3,40  | 4,95 |
| Densidade (g/ml) | 1,032  | 0,05 | 1,032 | 0,08 | 1,031 | 0,05 |

## 4.2 Desnaturação protéica do leite

Estão apresentados, na tabela 2, os resultados relativos às porcentagens de desnaturação das soro-proteínas. Estes valores tenderam a aumentar proporcionalmente à medida que se adicionou leite reconstituído ao leite *in natura*, indicando que o tratamento térmico provocou desnaturação das proteínas do soro do leite, que são proteínas mais termolábeis.

Esta desnaturação tende a ser maior no processo para a obtenção do leite em pó (Covarrubias et al, 1988 e Wolfschoon-Pombo et al., 1982). Assim, um leite pasteurizado sempre apresenta uma certa porcentagem de desnaturação de suas soro-proteínas, sendo que essa porcentagem tende a aumentar quanto maior for o teor de leite reconstituído adicionado a esse leite pasteurizado.

O grau de desnaturação do leite reconstituído irá influenciar nas características físico-químicas dos queijos obtidos, uma vez que a  $\beta$ -lactoglobulina desnaturada tende a agregar-se à  $\kappa$ -caseína, e passa em parte para a coalhada, ao invés de perder-se no soro, como acontece usualmente com as soro-proteínas (Stobberup, 1985; Saboya, 1997). Este fenômeno provoca um ligeiro aumento no rendimento, pela própria presença da soro-proteína e também por sua conhecida capacidade de hidratação; a coalhada torna-se mais mole, com maiores riscos de perdas no corte, e o queijo torna-se mais úmido, curando mais rápido e com maior risco de apresentar gosto amargo (maior retenção de coalho), além de prováveis problemas com o fatiamento após um certo período de cura, em casos de queijos semi-duros como o Prato ou filados como a Mussarela. Essas mudanças são geralmente atribuídas à desnaturação de proteínas do soro pelo calor e à redução da atividade de íons cálcio (Zuraw et al., 1985).



TABELA 2. Resultados médios da porcentagem de desnaturação das soroproteínas do leite empregado para a elaboração dos queijos.

| <del>Leite reconstituído adicionado ao leite <i>in natura</i> (%)</del> |                        |                         |                         |
|---|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Parâmetro   | 0%                     | 10%                     | 30%                     |
| % de desnaturação das soroproteínas do leite                            | x<br>6,16 <sup>1</sup> | X<br>15,40 <sup>2</sup> | x<br>30,86 <sup>3</sup> |

Números diferentes na mesma linha representam diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade.

### 4.3 Composição do soro

É comum a perda de componentes do leite, principalmente gordura e proteínas, no soro, durante o processo de fabricação de queijos. Considera-se normal, no Brasil, que cerca de 10 a 15% da gordura do leite se percam no soro no momento do corte. Esta porcentagem poderá variar em função do teor de caseína do leite (Furtado, 1998). Pode-se determinar as perdas de constituintes do leite durante a fabricação dos queijos através das análises físico-químicas do soro, sendo que esses dados, juntamente com os da composição do leite, fornecem bases para se determinar a quantidade de componentes que ficaram retidos na coalhada.

A tabela 3 mostra que o soro apresentou parâmetros normais de composição, com exceção dos teores de gordura e sólidos totais. As perdas de gordura foram mais altas do que se poderia esperar, refletindo na perda de sólidos totais. O aumento nas perdas de gordura pode ter sido causado pelo tipo e tamanho do tanque usado, modo de cortar, coagulabilidade fraca e outros.

Queijo fabricado com leite reconstituído apresenta coalhada mais “mole”, o que aumenta a possibilidade de perdas de constituintes do leite no soro durante o corte. Estas perdas durante o corte da coalhada são comuns. Entretanto, podem ser diminuídas através do controle da coagulação do leite e de um corte cuidadoso da coalhada. A rapidez do corte e o tamanho dos grãos, bem como a intensidade da agitação feita imediatamente após o corte, têm forte influência nas perdas de gordura e proteínas no soro. Por outro lado, o processo de coagulação é afetado por outros fatores, como a temperatura de pasteurização do leite, seu teor de cálcio e proteínas, acidez e pH, temperatura de adição do coalho, etc (Furtado, 1998).

Mietton (1988) diz que leite recombinado exibe coagulabilidade fraca como resultado de a) retrogradação irreversível de minerais (Ca e P); b) nível variado de desnaturação de proteínas do soro; e c) o tratamento de homogeneização. Portanto, a velocidade de coagulação é mais lenta e a firmeza do coágulo é menor. Tudo isto se refletiu nas tabelas 5 e 6.

TABELA 3 Valores médios das características físico-químicas dos soros obtidos na elaboração de queijos com 0, 10 e 30% de leite reconstituído.

| Parâmetros      | Leite reconstituído adicionado ao leite <i>in natura</i> (%) |       |                     |       |                     |       |
|-----------------|--|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|
|                 | 0%   |       | 10%                 |       | 30%                 |       |
|                 | x  | cv    | x                   | cv    | x                   | cv    |
| pH              | 6,35 <sup>1</sup>  | 1,95  | 6,36 <sup>1</sup>   | 1,38  | 6,28 <sup>1</sup>   | 1,18  |
| Acidez (°D)     | 12 <sup>2</sup>  | 0,0   | 11,75 <sup>2</sup>  | 4,25  | 12,12 <sup>2</sup>  | 8,50  |
| %ST             | 7,31 <sup>3</sup>  | 5,86  | 7,52 <sup>3</sup>   | 6,65  | 7,56 <sup>3</sup>   | 10,54 |
| %Gordura        | 0,87 <sup>4</sup>  | 25,34 | 0,9 <sup>4</sup>    | 16,35 | 0,96 <sup>4</sup>   | 28,33 |
| Densidade(g/ml) | 1,0277 <sup>5</sup>  | 0,09  | 1,0278 <sup>5</sup> | 0,12  | 1,0288 <sup>5</sup> | 0,22  |

Números iguais na mesma linha não representam diferenças significativas a nível de 1% de probabilidade.

#### 4.4 Perda de gordura no soro

A tabela 4 apresenta os valores médios das porcentagens de perda de gordura dos soros obtidos na elaboração de queijos com 0,10 e 30% de leite reconstituído adicionado ao leite *in natura*. Os valores médios obtidos estão acima do esperado, não existindo diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre estes.

Segundo Furtado (1998), queijo Prato apresenta Cifra de Perda de gordura no soro em torno de 13,21%. A Cifra de Perdas é um importante instrumento para ajudar a explicar e corrigir quedas repentinas e aparentemente sem razão no rendimento da fabricação. Quando ocorrem perdas anormais de gordura, estas têm como principais causas a relação caseína/gordura, coagulação, tipo de coalho, corte da coalhada, agitação posterior, etc.

TABELA 4 Valores médios das porcentagens de perda de gordura nos soros obtidos na elaboração de queijos com 0, 10 e 30% de leite reconstituído.

| Parâmetro  | Leite reconstituído adicionado ao leite <i>in natura</i> (%) |       |                    |       |                    |       |
|------------|--|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|
|            | 0%   |       | 10%                |       | 30%                |       |
|            | x  | cv    | x                  | cv    | x                  | cv    |
| Perdas (%) | 22,61 <sup>1</sup>   | 21,16 | 23,47 <sup>1</sup> | 19,97 | 25,36 <sup>1</sup> | 27,16 |

Números iguais na mesma linha não representam diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade.

#### 4.5 Perda de sólidos totais no soro

Os valores médios das porcentagens de perda de Sólidos Totais dos soros obtidos na elaboração de queijos com 0,10 e 30% de leite reconstituído adicionado ao leite *in natura* estão apresentados na tabela 5. Com a análise dos dados apresentados na tabela, observa-se que, em conseqüência da grande perda de gordura no soro, houve também grande perda de sólidos totais no soro dos queijos elaborados com 0, 10 e 30% de leite reconstituído, não sendo detectado diferenças significativas entre as médias obtidas ( $p < 0,05$ ). Os fatores responsáveis pela alta perda de sólidos totais no soro são provavelmente os mesmos responsáveis pela maior perda de gordura no soro, conforme já mencionado anteriormente.

Na determinação das cifras de transição dos componentes do leite para o queijo, (Furtado e Wolfschoon Pombo, 1979) obtiveram os seguintes valores médios: gordura, 83,80%; lactose, 7,39%; cinzas, 36,81%; extrato seco total, 50,03; extrato seco desengordurado, 37,78%.

TABELA 5 Valores médios das porcentagens de perda de Sólidos Totais nos soros obtidos na elaboração de queijos com 0, 10 e 30% de leite reconstituído.

| Leite reconstituído adicionado ao leite in natura (%) |                    |                    |                    |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| Parâmetro   | 0%                 | 10%                | 30%                |
|   | x                  | x                  | x                  |
| Perdas (%)  | 52,72 <sup>1</sup> | 53,77 <sup>1</sup> | 53,23 <sup>1</sup> |

Números iguais na mesma linha não representam diferenças significativas a nível de 1% de probabilidade.

#### 4.6 Composição do queijo

Os dados das composições físico-químicas dos queijos fabricados com a adição de 0,10 e 30% de leite reconstituído ao leite *in natura*, cinco dias após a fabricação, estão dispostos na tabela 6.

TABELA 6 Composição físico-química média dos queijos 5 dias após a fabricação.

| Parâmetros   | Leite reconstituído adicionado de leite <i>in natura</i> (%) |       |                    |       |                    |       |
|--------------|--|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|
|              | 0%   |       | 10%                |       | 30%                |       |
|              | x  | cv    | x                  | cv    | x                  | cv    |
| pH           | 5,13 <sup>1</sup>  | 2,12  | 5,08 <sup>12</sup> | 1,59  | 5,05 <sup>2</sup>  | 3,43  |
| %umidade     | 44,01 <sup>1</sup>   | 3,34  | 44,15 <sup>1</sup> | 7,28  | 47,46 <sup>1</sup> | 2,85  |
| %Teor de sal | 1,52 <sup>1</sup>  | 29,51 | 1,71 <sup>1</sup>  | 22,31 | 1,72 <sup>1</sup>  | 22,55 |
| %Gordura     | 29,81 <sup>1</sup>   | 7,16  | 26,5 <sup>12</sup> | 5,97  | 24,31 <sup>2</sup> | 2,28  |
| %GES         | 53,24  | —     | 47,45              | —     | 46,27              | —     |

Números iguais na mesma linha não representam diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade.

Os resultados apresentados na Tabela 6 não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os teores de umidade dos queijos controle e dos elaborados a partir da adição de leite reconstituído ao leite *in natura*. O leite reconstituído apresenta uma maior porcentagem de soroproteínas desnaturadas pelo calor, principalmente  $\beta$ -lactoglobulina, as quais formam complexos com a  $\kappa$ -caseína, através de ligações dissulfeto (Pearse et al., 1985, Vieira, 1979 e Wolfschoon-Pombo, 1984). Esses complexos interferem com as interações micela-micela responsáveis pela sinérese da coalhada, provocando uma redução na mesma, o que resultaria em queijos com um maior teor de umidade (Pearse et al., 1985; Pearse & Mackinlay, 1989 e Wendorff, 1996).

A composição média esperada de um queijo Prato curado é de 42-44% de umidade, 26-29% gordura, pH de 5,2-5,4 e um teor de sal de 1,6-1,9%

(Furtado & Lourenço Neto, 1994). Sciftan & Komatsu (1980) realizaram análises físico-químicas em 50 amostras comerciais de queijo tipo Prato e obtiveram valores médios de 40% de umidade, 47,5% de gordura no extrato seco, 1,7% de sal e 3,5% de cinzas. Furtado & Wolfschoon Pombo (1979) apresentaram a composição média do queijo Prato como sendo de: 53,0 - 59,2% de extrato seco, 40,8 a 47,0% de umidade, 25,3 a 30,5% de gordura e de 47,7 a 51,5% de gordura no extrato seco.

Os teores de sal encontrados neste trabalho estão dentro dos níveis normais encontrados na literatura, sendo que estes valores não apresentam diferenças significativas entre si (Furtado & Lourenço Neto, 1994; Sciftan & Komatsu, 1980).

Quanto aos teores de gordura e gordura no extrato seco (GES), observou-se um decréscimo dos mesmos proporcionalmente à adição de leite reconstituído ao leite *in natura*, como pode ser observado na Tabela 6. De acordo com Gilles & Lawrence (1981), as perdas de gordura, durante a fabricação de queijos elaborados a partir da mistura de leite reconstituído com leite *in natura*, não serão maiores do que as observadas em queijos elaborados apenas a partir de leite *in natura*, desde que se realize uma eficiente uniformização dessa mistura, permitindo uma emulsão estável. Nesse experimento, a uniformização das misturas de leite reconstituído com o leite *in natura* foi apenas manual; portanto, possivelmente ocorreram maiores perdas no soro durante o processamento desses queijos. Os menores valores percentuais dos teores de gordura podem também estar relacionados ao uso de leite reconstituído (10 e 30%) com teores ligeiramente mais reduzidos de gordura.

#### 4.7 Coeficiente GL

O Coeficiente GL sofre influência da composição do leite (gordura e caseína, em particular) e de todos os fatores da fabricação que podem alterar a composição final do queijo (Furtado, 1998).

Os valores médios do Coeficiente GL dos queijos elaborados com 0, 10 e 30% de leite reconstituído adicionado ao leite *in natura* são apresentados na tabela 7.

O aumento do valor do Coeficiente GL, com o uso de leite em pó na mistura, se deve ao fato de que a adição de leite reconstituído ao leite *in natura* aumenta a porcentagem de soroproteínas, desnaturadas pelo calor, retidas na coalhada (Demott, 1983; Gilles & Lawrence, 1981; Jana & Takar, 1996; Van Den Berg et al., 1996 e Vieira, 1979), o que aumenta a eficiência do processo de fabricação em termos de aproveitamento de sólidos totais do leite no queijo, em relação a cada litro de leite trabalhado (Furtado, 1998a).

TABELA 7 Valores médios do Coeficiente GL dos queijos elaborados com 0, 10 e 30% de Leite reconstituído.

| Parâmetros | Leite reconstituído adicionado ao leite <i>in natura</i> (%) |      |                    |      |                    |      |
|------------|--|------|--------------------|------|--------------------|------|
|            | 0%   |      | 10%                |      | 30%                |      |
|            | x  | cv   | x                  | cv   | x                  | cv   |
| Coef. GL   | 58,69 <sup>1</sup>   | 6,84 | 60,17 <sup>1</sup> | 6,16 | 59,82 <sup>1</sup> | 9,98 |

Números iguais na mesma linha não representam diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade.



#### 4.8 Rendimento dos queijos

Estão apresentados, na Tabela 8, os resultados do rendimento médio das fabricações dos queijos em litros de leite por quilo de Queijo (l/kg) e litros de leite por quilo de queijo ajustado (l/kg A), no dia da fabricação, antes da salga. Analisando-se os dados apresentados na tabela, observa-se que, não houve melhor rendimento l/kg com o uso de leite reconstituído adicionado ao leite *in natura*. Além do uso de leite em pó, onde soroproteínas desnaturadas pelo calor ficam retidas no coágulo, provocando aumento de rendimento do queijo (Hammond, 1972; Pointurier, 1982; Hill et al., 1982), os teores de umidade mais altos apresentados por estes queijos (Tabela 6) seguramente influenciaram também nos resultados. Apesar destes queijos terem apresentado maiores perdas de gordura (Tabela 4) e de sólidos totais (Tabela 5) no soro, os teores de umidade mais altos (Tabela 6) e o maior Coeficiente GL (Tabela 7), influenciaram positivamente no rendimento l/kg. Observa-se, por exemplo, na Tabela 7, que o queijo fabricado a partir de leite adicionado de 10% de leite reconstituído, foi o que apresentou o mais alto Coeficiente GL e o melhor rendimento l/kg (Tabela 8). Quando os queijos são convertidos matematicamente para um mesmo teor padrão de umidade (no caso escolheu-se 45%) conforme fórmula descrita por Furtado (1998), observa-se definitivamente que o teor de umidade teve um papel determinante no rendimento final da fabricação. Na fabricação em que se usou 30% de leite reconstituído, o rendimento de 9,01 l/kg caiu para 9,43 l/kg quando a umidade real, de 47,48% (Tabela 6), foi convertida para o padrão de 45%.

Segundo Furtado & Lourenço-Neto (1991b), o rendimento médio considerado normal (em litros de leite por quilo de queijo, logo após a fabricação), do queijo Prato, varia em torno de 8,8 a 9,5.

TABELA 8 Rendimento médio das fabricações dos queijos em litros de leite por quilo de Queijo (l/kg) e litros de leite por quilo de queijo ajustado (l/kg A) no dia da fabricação e antes da salga.

| Dia    | Leite reconstituído adicionado ao leite in natura (%) |      |                   |      |                   |      |
|--------|---|------|-------------------|------|-------------------|------|
|        | 0%  |      | 10%               |      | 30%               |      |
|        | x   | cv   | x                 | cv   | x                 | cv   |
| l/Kg   | 9,47 <sup>1</sup>                                     | 4,81 | 8,85 <sup>1</sup> | 4,14 | 9,01 <sup>1</sup> | 6,86 |
| l/Kg A | 9,30  | —    | 8,71              | —    | 9,43              | —    |

Números iguais na mesma linha não representam diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade.

#### 4.9 Evolução do pH dos queijos

A Tabela 9 apresenta os dados da evolução do pH dos queijos elaborados com 0, 10 e 30% de leite reconstituído durante os 50 dias em que os mesmos foram mantidos sob armazenamento refrigerado.

O pH dos queijos se manteve relativamente estável durante os 50 dias de cura. Os queijos elaborados a partir de 30% de leite reconstituído apresentaram pH mais baixo em relação aos queijos controle.

Os valores de pH encontrados estão um pouco abaixo dos valores encontrados por Furtado & Lourenço Neto, (1994). Segundo estes autores, o pH de queijo Prato varia de 5,2 a 5,4. Para haver uma elevação significativa do pH

durante a cura do queijo Prato, esta deve ser bastante prolongada ( de 4 a 6 meses), tempo suficiente para que o queijo sofra degradação mais extensa das proteínas liberando componentes neutralizantes como aminas, amônia, etc (Furtado, 1999).

TABELA 9 Evolução do pH dos queijos durante o armazenamento refrigerado

| Dia    | Leite reconstituído adicionado ao leite <i>in natura</i> (%) |      |                    |      |                   |      |
|--------|--|------|--------------------|------|-------------------|------|
|        | 0%   |      | 10%                |      | 30%               |      |
|        | x  | cv   | x                  | cv   | x                 | cv   |
| D + 5  | 5,13 <sup>2</sup>  | 2,12 | 5,08 <sup>12</sup> | 1,59 | 5,05 <sup>1</sup> | 3,43 |
| D + 20 | 5,16 <sup>2</sup>  | 1,23 | 5,07 <sup>12</sup> | 1,97 | 4,98 <sup>1</sup> | 1,51 |
| D + 35 | 5,15 <sup>2</sup>  | 2,18 | 5,08 <sup>12</sup> | 1,56 | 5,01 <sup>1</sup> | 0,30 |
| D + 50 | 5,15 <sup>2</sup>  | 2,83 | 5,01 <sup>12</sup> | 2,89 | 5,01 <sup>1</sup> | 0,91 |

Números iguais na mesma linha não representam diferenças significativas a nível de 1% de probabilidade.

#### 4.10 Água livre

Os valores médios das porcentagens de Água livre liberadas dos queijos elaborados com 0,10 e 30% de leite reconstituído, durante o armazenamento a frio, estão apresentados na tabela 10. Observa-se que os queijos apresentaram igual separação de água no quinto dia de armazenamento refrigerado. Mas com a evolução da maturação, novos peptídeos carregados eletricamente são liberados,

ligando-se quimicamente à água, diminuindo-se assim o teor de água liberado, inexistente em todos os queijos a partir de 35 dias de maturação.

Um queijo ainda novo, quando cortado e apertado com as mãos, tende a apresentar alguma separação de soro. Este fenômeno é normal, já que boa parte da umidade de um queijo não se encontra, neste estágio de maturação, quimicamente ligada às proteínas. Esta umidade encontra-se ou como água intersticial, existente nos espaços entre os grãos de massa e facilmente expelida pela prensagem, ou como água capilar, dentro da matriz caseínica, de difícil remoção, sendo um fator decisivo na determinação do rendimento da fabricação. À medida que avança o processo de maturação, enzimas proteolíticas originárias do coalho (quimosina ou pepsina) e de microrganismos dos cultivos lácticos (proteases e peptidases), degradam a caseína em polipeptídeos e peptídeos de tamanho e peso molecular variados, e estes em aminoácidos livres. O aumento do teor de Nitrogênio solúvel (sob a forma de peptídeos) e Nitrogênio não-protéico (sob a forma de aminoácidos) faz aumentar o número de componentes com radicais carboxílicos e aminogrupos ionizados (com carga positiva ou negativa). Este fato, por sua vez, provoca um aumento na capacidade de retenção de água (como água de hidratação, quimicamente ligada à proteína). Assim, compreende-se que, quanto mais maturado um queijo, menos água será eliminada da massa, que torna-se cada vez mais fina e solubilizada ( Furtado, 1998).

TABELA 10 Evolução dos valores médios das porcentagens de Água livre liberadas dos queijos elaborados com 0,10 e 30 % de leite reconstituído, durante o armazenamento.

| Dia    | Leite reconstituído adicionado ao leite <i>in natura</i> (%) |                   |                   |
|--------|--|-------------------|-------------------|
|        | 0%   | 10%               | 30%               |
|        | x  | x                 | x                 |
| D + 5  | 8,21 <sup>1</sup>  | 8,95 <sup>1</sup> | 9,79 <sup>1</sup> |
| D + 20 | 0,50 <sup>2</sup>  | 0,57 <sup>2</sup> | 0,52 <sup>2</sup> |
| D + 35 | 0,0  | 0,0               | 0,0               |
| D + 50 | 0,0  | 0,0               | 0,0               |

Números iguais na mesma linha não representam diferenças significativas a nível de 1% de probabilidade.

#### 4.11 Extensão da proteólise

Os dados da tabela 11 mostram os valores médios das frações nitrogenadas no quinquagésimo dia de armazenamento, a 10-12<sup>o</sup>C, observadas no queijo Prato. Após 50 dias de maturação, os queijos feitos com 30% leite reconstituído apresentaram índice da extensão da maturação inferiores em relação ao queijo controle. Uma parte do nitrogênio total desses queijos é originária das soroproteínas retidas na coalhada, estas soroproteínas aumentam o teor de nitrogênio total, mas não são degradadas pelo coalho, tendendo a mascarar o índice de extensão da maturação.

Segundo Furtado & Partridge (1988), queijos elaborados com leite reconstituído podem apresentar um índice de extensão da proteólise ligeiramente superestimado. Esse erro de estimativa ocorre porque as soroproteínas presentes no leite reconstituído não se precipitam junto com a caseína, durante o processo de extração do nitrogênio solúvel a pH 4,6. Conseqüentemente, a porcentagem de nitrogênio solúvel do queijo será dada em função da soma dos seus teores de peptídeos, aminoácidos e de soroproteínas, as quais não são hidrolizadas (Wolfschoon-Pombo, 1983). Portanto, para se determinar, com certeza, a extensão da proteólise dos queijos elaborados com o uso de leite reconstituído, seria necessário saber a contribuição das soroproteínas no teor total de substâncias nitrogenadas solúveis acumuladas durante o período de armazenamento do produto (Furtado & Partridge, 1988).

TABELA 11 Extensão da proteólise (%NS/NT) dos queijos após armazenamento refrigerado.

| Dia    | Leite reconstituído adicionado ao leite in natura (%) |      |                     |      |                    |      |
|--------|---|------|---------------------|------|--------------------|------|
|        | 0%  |      | 10%                 |      | 30%                |      |
|        | x   | cv   | x                   | cv   | x                  | cv   |
| D + 50 | 17,8 <sup>2</sup>                                     | 6,53 | 16,28 <sup>12</sup> | 3,72 | 15,22 <sup>1</sup> | 3,94 |

Números iguais na mesma linha não representam diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade.

#### 4.12 Profundidade da proteólise

A Tabela 12 mostra os valores dos índices de profundidade da proteólise nos queijos obtidos 50 dias após a sua fabricação. Verifica-se que a mesma tendência já observada em relação ao índice de extensão da maturação, ou seja, as soroproteínas não são degradadas pelo fermento, mas colaboram para o aumento da fração determinada como Nitrogênio Total.

Segundo Choisy et al. (1986), o acúmulo de nitrogênio solúvel é devido principalmente à ação proteolítica que tem o coalho residual sobre as caseínas, especialmente as frações alfa e beta; por outro lado, o nitrogênio não protéico aumenta graças à ação de enzimas (exopeptidases) dos microrganismos presentes, sobre os peptídeos formados pela hidrólise da caseína pelo coalho. De modo geral, o coalho influencia a extensão da proteólise, enquanto as bactérias, através de suas aminopeptidases, carboxipeptidases, dipeptidases, determinam a profundidade da proteólise (Wolfschoon-Pombo et al., 1984)

TABELA 12 Profundidade da proteólise (% NNP / NT) dos queijos após o armazenamento refrigerado

| Leite reconstituído adicionado de leite <i>in natura</i> (%) |                    |       |                     |       |                   |      |
|--|--------------------|-------|---------------------|-------|-------------------|------|
| Dia  | 0%                 |       | 10%                 |       | 30%               |      |
|  | x                  | cv    | x                   | cv    | x                 | cv   |
| D + 50   | 11,74 <sup>2</sup> | 18,25 | 10,54 <sup>12</sup> | 11,05 | 9,05 <sup>1</sup> | 4,74 |

Números iguais na mesma linha não representam diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade.

#### 4.13 Índice de tirosina

A Tabela 13 apresenta os teores médios do aminoácido tirosina determinados através de espectrofotometria. Com relação à variável tempo, houve um aumento de todos os índices de tirosina durante os 50 dias de maturação. A liberação da tirosina é consequência da degradação avançada de peptídeos de baixo peso molecular para aminoácidos pela ação preponderante das bactérias lácticas. Não houve diferença significativa ( $p < 0,01$ ) na degradação com o uso de leite reconstituído adicionado ao leite *in natura* na fabricação de queijo Prato.

Vários trabalhos relatam que, geralmente, queijos fabricados com leite reconstituído maturam mais lentamente e desenvolvem sabor e aroma menos pronunciados em relação a queijos fabricados com leite *in natura* (Czulak & Hammond, 1974; El-Ghabdour et al., 1983). De acordo com Gilles et al (1979), este fato estaria relacionado a uma degradação protéica mais lenta durante a maturação de queijos feitos com leite recostituído.



TABELA 13 Evolução dos teores médios de tirosina, (mg/100g) dos queijos durante o Armazenamento.

| Dia    | Leite reconstituído adicionado ao leite <i>in natura</i> (0%) |                    |                    |
|--------|---|--------------------|--------------------|
|        | 0%  | 10%                | 30%                |
|        | x   | x                  | x                  |
| D + 5  | 27,63 <sup>1</sup>  | 23,83 <sup>1</sup> | 19,82 <sup>1</sup> |
| D + 20 | 47,16 <sup>2</sup>  | 42,01 <sup>2</sup> | 40,96 <sup>2</sup> |
| D + 35 | 64,71 <sup>3</sup>  | 59,19 <sup>3</sup> | 62,47 <sup>3</sup> |
| D + 50 | 76,96 <sup>4</sup>  | 73,44 <sup>4</sup> | 71,03 <sup>4</sup> |

Números diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas a nível de 1% de probabilidade.

#### 4.14 Fatiabilidade

A Tabela 14 apresenta os resultados médios da fatiabilidade dos queijos durante o armazenamento refrigerado. A fatiabilidade manteve-se adequada no queijo controle durante todo período e, no queijo com 10% de leite reconstituído, somente a partir de 20 dias de maturação; nos queijos feitos com 30% de leite reconstituído a mesma situação só foi observada no final da maturação. É provável que tal fenômeno se deva ao teor mais alto de umidade deste queijo (Tabela 6) e de seu índice de extensão da maturação mais baixo.

Segundo Furtado (1997a) e Wendorff (1996), queijos elaborados com o uso de leite reconstituído tendem a não apresentar um bom fatiamento e a “mascar” na máquina de fatiar porque contêm um maior teor de umidade, sendo

esse teor de umidade mais elevado resultante de uma menor sinérese da coalhada, provocada por uma maior porcentagem de soroproteínas ligadas à  $\kappa$ -caseína (Pearse & Mackinlay, 1989; Pearse et al., 1985 e Wendorff, 1996).

TABELA 14 Resultados médios da evolução da fatiabilidade dos queijos durante o Armazenamento.

| Dia    | Leite reconstituído adicionado ao leite in natura (%) |      |      |
|--------|---|------|------|
|        | 0%  | 10%  | 30%  |
|        | x   | x    | x    |
| D + 5  | ++++  | +++  | ++   |
| D + 20 | ++++  | ++++ | +++  |
| D + 35 | ++++  | ++++ | +++  |
| D + 50 | ++++  | ++++ | ++++ |

#### 4.15 Derretimento

A Tabela 15 apresenta as porcentagens médias de derretimento dos queijos durante o armazenamento refrigerado. Com relação ao derretimento, tanto no queijo controle como no elaborado com 10% de leite reconstituído, houve uma acentuada melhoria do derretimento entre 5 e 20 dias de maturação, tendendo a estabilizar-se até os 50 dias de cura. Entretanto, nos queijos com 30% de leite reconstituído a tendência foi a mesma, porém de intensidade mais reduzida. É

provável que a menor intensidade de proteólise (Índice de Extensão, Tabela 11), observados neste queijo, tenham colaborado para este resultado.

Segundo Furtado (1997), Mussarela muito “fresca” é sempre mais dura e pouco solubilizada (borrachenta), apresentando dificuldades para o seu derretimento. Quanto maior a intensidade da proteólise durante seu período de armazenamento, melhor será o seu derretimento. Wolfschoon-Pombo (1983) afirmam que uma proteólise intensa resulta numa maior degradação da  $\alpha_{s1}$ -caseína e num maior amolecimento (consistência) do queijo.

Muitos queijos recém fabricados se diferenciam, quanto à sua textura, de outras variedades de queijos, por causa de variações no pH, no conteúdo de sal, umidade e gordura. Com a maturação do queijo, ocorrem degradações na sua estrutura básica, modificando sua textura (Lawrence et al., 1983).

TABELA 15 Evolução da porcentagem média do índice de derretimento dos queijos

| Leite reconstituído adicionado ao leite <i>in natura</i> (%) |                    |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| Dia  | 0%                 | 10%                | 30%                |
|  | x                  | x                  | x                  |
| D + 5  | 9,13 <sup>1</sup>  | 9,04 <sup>1</sup>  | 4,18 <sup>1</sup>  |
| D + 20   | 35,13 <sup>2</sup> | 32,66 <sup>2</sup> | 13,02 <sup>1</sup> |
| D + 35   | 36,01 <sup>2</sup> | 32,03 <sup>2</sup> | 13,05 <sup>1</sup> |
| D + 50   | 39,45 <sup>2</sup> | 35,55 <sup>2</sup> | 18,52 <sup>1</sup> |

Números iguais na mesma linha não representam diferenças significativas a nível de 1% de probabilidade.

#### 4.16 Análise sensorial

A Tabela 16 mostra as médias das notas obtidas para os queijos tipo Prato na avaliação sensorial, 50 dias após a fabricação. Do ponto de vista sensorial, todos os queijos apresentaram boa aceitação pelo painel de avaliação, não sendo detectado diferenças significativa ( $P < 0,05$ ) entre a pontuação das amostras, sendo que a média geral foi de 7,1. A média geral para o tratamento controle foi 7,2 (gostei regularmente); 10% de leite reconstituído adicionado ao leite *in natura*, 7,0 (gostei regularmente) e 30% de leite reconstituído adicionado ao leite *in natura*, 7,1 (gostei regularmente).

Foi usada, para a realização da análise sensorial, escala hedônica não estruturada de 9 pontos, onde se avaliou a aceitabilidade dos queijos elaborados com leite reconstituído adicionado ao leite *in natura* em relação a queijos tradicionais.

TABELA 16 Médias de notas dadas aos queijos na análise sensorial em D + 50 através de escala hedônica não estruturada.

| Leite reconstituído adicionado ao leite <i>in natura</i> (%) |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|
| Repetições   | 0%  | 10% | 30% |
| 1  | 7,2 | 6,6 | 6,9 |
| 2  | 6,8 | 6,9 | 6,9 |
| 3  | 7,5 | 7,2 | 7,3 |
| 4  | 7,3 | 7,2 | 7,4 |
| Média geral  | 7,2 | 7,0 | 7,1 |

CV = 2,21

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais utilizadas, conclui-se que:

- Os resultados gerais indicam que é possível elaborar-se queijo Prato de qualidade aceitável usando até 10% de leite reconstituído. Estudos mais avançados seriam recomendáveis para melhoria dos parâmetros de rendimento, visando sobretudo reduzir as perdas de gordura e sólidos totais no soro.
- O uso de leite reconstituído resultou em queijos com pH ligeiramente mais ácidos.
- O processo de maturação foi mais lento nos queijos feito com 30% de leite reconstituído. A partir de 35 dias de maturação, não mais se observou separação de água livre em nenhum dos queijos.
- Nos queijos controle e com 10% de leite reconstituído, o índice de fatiabilidade apresentou-se normal. Entretanto, no queijo com 30% de leite reconstituído, a mesma qualidade de fatiabilidade só foi atingida após 50 dias.
- Com relação ao derretimento, os índices foram normais e adequados para os queijos controle e 10% de leite reconstituído, tendo se observado a mudança mais acentuada entre 5 e 20 dias de maturação. Por outro lado, no queijo feito com 30% de leite reconstituído, a intensidade do processo foi bem menor, e mesmo após 50 dias de maturação, não se obteve a mesma qualidade de derretimento observada no queijo controle e com 10% de leite reconstituído.

- Do ponto de vista sensorial, todos os queijos apresentaram boa aceitação pelo painel de provadores, não sendo detectadas diferenças significativas entre a pontuação das amostras.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AL-TAHIRI,R.** Recombined and reconstituted mik products. **New Zealand Journal of Dairy Science and Technology.** N.22, p. 1-23, 1987.
- AMERICAN DRY MILK INSTITUTE.** Standards for grades of dry milk including Methods of analysis. Chicago, 1971. P.1v. (Bulletin 916).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS.** **Official methods of Analysis.** 15 ed. Washington, 1995. 109p.
- BORTOLETO, E.E.; WEDEKIN, V.S.P.** Pecuária leiteira no Brasil. **Informações econômicas, São Paulo,** v.20, n.7, p.12-17, jul.1990.
- BANKS, J.M.; BANKS, W.;MUIR, D.D.; WILSON,A.G.** Cheese yield: composition does matter. **Dairy Industrial International.** v.46, n.5, p.15-22, May. 1981.
- BRASIL.** Leis e Decretos. **Nova legislação de produtos lácteos e de alimentos para Fins especiais, diet, light e enriquecidos.** São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 1998. 212p.
- CHERREY, G.** Os leites reconstituídos para fabricação de queijos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes,** v.33, n.199,p.39-45, set./out. 1978.

- CHOISY, C.; DESMAZEAUD, M.; GRIPON, J.C; LAMBERET, G.; LENOIR, J. Microbiological and biochemical aspects of ripening. IN: ECK, A. **Cheesemaking-science and tecnologia**. New York: Lavoisier Publi., 1986. Cap.4, p.62-100.
- COSTA, N.; TURRA, F.E.; MORAES FILHO, G.P.M. **MERCOSUL – agricultura e cooperativas**. Curitiba, n.s. 1992. 76p.
- CZULAK, J.; HAMMOND, L.A. Manufacture of cheese from recombined milk. In: XIX Internacional Dairy Congress. p.781-782,1974.
- CORTES, M.A.S. 1998. Comunicação pessoal.
- COVARRUBIAS, M.P., ISRAEL, L. E., VALDENEGRO, V. Desnaturação de Proteínas do soro do leite por processos térmicos-UHT. Densitrometria em géis de Poliacrilamida. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido testes"**, v.43, n.258, p.15-20, 1988.
- DEMOTT, B.J. Recovery of milk constituents in a Mozzarella-like product Manufactured from nonfat dry milk and cream by direct acidification at 4 and 35°C. **Journal of Dairy Science**, v.66, n.12, p.2501-2506, 1983.
- DE WIT, J.N. Structure and funtional behavior of whey proteins. **Netherland Milk Dairy Journal**. V.1, n.35, p.47-64, 1981



- EMMONS, D.B.; ERNSTROM, C.A.; LACROIX, C.; VERRET, P. Predictive formulas for yield of cheese from composition of milk: a review. **Journal of Dairy Science.** v.73, n.6, p.1356-1394, 1990.
- EL GHANDOUR, M.A.; HAGRASS, A.E.A.; HAMMAD, Y.A.; HOFI, A.A. Production of Ras cheese from recombined milk. I. Curd characteristics. **Egyptian Journal of Dairy Science.** v.1, n.11, p.77-85, 1983a.
- EL GHANDOUR, M.A.; HAGRASS, A.E.A.; HAMMAD, Y.A.; HOFI, A.A. Production of Ras cheese from recombined milk. 2. Effect of some salts. **Egyptian Journal of Dairy Science.** v.1, n.11, p.87-94, 1983b.
- EL SODA, M.; EZZAT, N.; SALAM, A.; KHAMIS, A. Accelerated ripening of cheese made from recombined milk. **International Dairy Federation. Special Issue n.9001,** p.290-297, 1988.
- FERREIRA, D. F. Sistema de Análise de Variância para dados balanceados, 1997.
- FOLEGATTI, M.I. Avaliação do uso de quimosina produzida por *Aspergillus niger* na fabricação de queijo tipo prato. Campinas, 1994.65p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
- FOX, P.F. Proteolysis during cheese manufacture and ripening. **Journal of Dairy Science.** n.72, p.1379-1400, 1989.

- FOX, P.F. Rennets and their action in cheese manufacture and ripening. **Biotechnology And Applied Biochemistry**. n.10, p.522-535, 1988.
- FURTADO, M.M. Tecnologia da fabricação de queijos. 3.ed. Juiz de Fora, EPAMIG/Instituto de Laticínios Cândido Tostes, 1973. 215p.
- FURTADO, M.M. 1999 Comunicação pessoal.
- FURTADO, M.M. Queijo Reino: alguns defeitos típicos. **Informativo Ha-la Biotec**. n. 46,p.3, Jul. 1998.
- FURTADO, M.M. A arte e a ciência do queijo. São Paulo, Editora Globo S.A, 1990.
- FURTADO, M.M. Manual prático da Mussarela (pizza cheese). Campinas, Master Graf, 1997a. 70p.
- FURTADO, M.M.; LOURENÇO NETO, J.P. de M. O rendimento da fabricação de Queijos. **Informativo Ha-la Biotec**. n.4, p.2, jul.1991b.
- FURTADO, M.M.. O rendimento da fabricação de queijos: métodos para avaliação e comparação - Parte 1. **Informativo Há-la Biotec**. n.43, p.2-4, jan.1998.
- FURTADO, M.M.. O rendimento da fabricação de queijos: métodos para avaliação e comparação - Parte 2. **Informativo Há-la Biotec**. n.44, p.2-3, Mar.1998.

**FURTADO,M.M.; LOURENÇO NETO, J.P. de M. Tecnologia de Queijos- Manual Técnico para a Produção Industrial de Queijos. São Paulo, Editora Dipemar LTDA, 1994.**

**FURTADO,M.M.; WOLFSCHOON-POMBO,A.F. Perda de Umidade da coalhada durante a fabricação do queijo Prato. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes v.38, n.229, p.3-19, 1983.**

**FURTADO,M.M.; WOLFSCHOON-POMBO,A.F. Fabricação do queijo prato e Minas: estudo de rendimento. Parte 1 – Determinação das cifras de Transição. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. v.34, n.205, p.3-19, set./out. 1979a.**

**FURTADO, M.M.; PARTRIDGE, J.A. Characterization of nitrogen fractions during ripening of a soft cheese made from ultrafiltration retentates. Journal of Dairy Science, v.71, n.11, p.2877-2884, 1988.**

**FURTADO, M.M.; SOUZA, H.M.; MUNCK, A.V. A fabricação do queijo Minas Frescal sem o emprego de culturas lácticas. Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”, v.35, n.207, p.15-21. Jan/fev. 1980.**

**GALLINA, D.A.; BRANDÃO, S.C.C. Queijos – melhorar o rendimento significa mais Lucro. Indústria de Laticínios.v.1, n.1, p.45-49, abr. 1996.**

- GEUS, D.C. de Cooperativa: profissionalismo e parcerias para o novo mercado. **Indústria de Laticínios**. v.1, n.6, p.5,6-8, nov/dez.1996.
- GILLES, J.; LAWRENCE, R.C. Manufacture of cheese and other fermented products From recombined milk. **Bulletin International Dairy Federation**. N.142, p.11-117, 1982.
- GILLES, J., LAWRENCE, R.C. Manufacture of cheese and other fermented products from recombined milk. **New Zealand Journal of Dairy Science and Technology**. n.15, p.1-12, 1981.
- GILLES, J., LAWRENCE, R.C.; CZULAK, J.; CONOCHIE, J. HAMMOND, L.A. Recombined cheese. A. Cheddar, Edan and Cottage cheese. **Bulletim Internacional Dairy Federation**. N.116, p.33-35, 1979.
- GRIPON, J.C.; DESMAZEAUD, M.I.; LE BARS, D.; BERGERE, J.L. Étude du rôle des micro-organismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. 2 Influence de la presure commerciale. **Le Lait**. V.55, N.548, P.502-515, 1975.
- GUINEE, T.P.; FOX, P.F. Salt in cheese: physical, chemical and biological aspects. In: FOX, P.F. (ed.). **Cheese: chemistry, physics and microbiology**, New York, Elsevier Applied Publ. Science. 1987, v.1, p.31-35, 1984.
- GUO, R.M.; KINDSTEDT, P.S. Age-related changes in the water phase of mozzarella Cheese. **Journal of Dairy Science**. n.78, p.2099-2107, 1995.

- HAGRASS, A.E.A.; EL GHANDOUR, M.A.; HAMMAD, Y.A. Production of Ras Cheese from recombined milk. 3. Effect of some ripening agents. **Egyptan Journal of Dairy Science**. v.2, n.11, p.271-279, 1983.
- HAMMOND, L.A. Fermented products from recombined milk. Specialist courses for the food industry. Seminar on recombined dairy products. N.3, p.58-64, 1972.
- HASHIZUME, K. & SATO, T. Gel-forming characteristics of milk proteins. 1. Effect of heat treatment. **Journal of Dairy Science**. v.71, n.13, p.1439-1446, 1988.
- HASSAN, H.N.;EL DEEB, S.A Repercussions of aging recombined milk or adding Salts to it to produce Ras cheese. **Alexandria Science Exchange**. V.4, n.7, p.435-449, 1986.
- HILL, A.R.; BULLOCK, D.H.; IRVINE, D.M. Manufacturing parameters of Queso Blanco made from milk and recombined milk. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, v.1, n.15, p.47-53, 1982.
- HOSKEN, F.S.; GAUDERETO, L.Q Influência da Cultura Láctica na qualidade do queijo prato variedade lanche. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes** v.28, n.168,p.1-8, 1973.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the total nitrogen content of milk by Kjeldhal method**. FIL-IDF, n.20, p.1-3, 1962.

- JANA, H.A.; THAKAR, P.N. Recombined milk cheese - a review. **The Australian Journal of Dairy Tecnology**. v.51, p.33-43, Apr.1996.
- KINDSTEDT, P.S. & KOSIKOWSKI, F.V. Improved complexometric determination of calcium in cheese. **Journal of Dairy Science**, v.66, p.806-809, 1985.
- LABLÉÉ, J. Manufacture of cheese from recombined milk. **Revue Laitiere Francaise**. n.373, p.17-21, 1979.
- LAWRENCE, R.C.; CREAMER, L.K.; GILLES, J. Texture development during Cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.3, p.1748-1760, 1987.
- MARCOS, A.; ALCALA, M.; LEON, F.; FERNANDEZ-SALGUEIRO, J.; ESTEBAN, M.A. Water activity and chemical composition of cheese. **Indian Journal of Dairy Science**, v.64, n.42, p.622-626,1981.
- MARZIALI, A.S. & NG-KWA-HANG,K.F. Effects of milk composition and genetic polymorphism on cheese composition. **Journal of Dairy Science**., v.69, n.10, p.2533-2542, 1986.
- MIETTON, B. Use of conventional process for the manufacture of recombined cheese. **International Dairy Federation**. Special Issue. N.9001, p.275-278, 1988.

Nogueira Neto, V. Dados fornecidos. 1996. (Assessor Técnico da Confederação Nacional da Agricultura/Departamento de Tecnologia - Palácio da Agricultura-Q1 B6. "T"- 2/3 andares – 040.908. Brasília-DF-Brasil).

**OLIVEIRA, J.S. Queijo: Fundamentos Tecnológicos. 2 ed., São Paulo, Ícone Editora, 1986.**

**PAULA, V.F.de. As tendências do Mercosul. Revista do Legislativo, Belo Horizonte, v.1, n.11, p.29-39, jul/set. 1995. (Publicações da Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais)**

**PEARSE, M.J.; MACKINLAY, A.G. Biochemical aspects of syneresis: A review. Journal of Dairy Science, v.72, n.6, p.1401-1407, June 1989.**

**PEARSE, M.J.; LINKLATER, P.M.; HALL, R.J.; MACKINLAY, A.G. Effect of heat induced interaction between  $\beta$ -lactoglobulin and  $\kappa$ -casein on syneresis. Journal of Dairy Research, v.52, n.1, p.159-165, 1985.**

**POINTURIER, H. Fresh cheese manufactured from recombined cream. Bulletin International Dairy Federation. N. 142, p.126, 1982.**

**PRIMO, W.M. Leite: Mercosul em busca da auto-suficiência. Indústria de Laticínios. v.1, n.4, set.1996b.**

- RANAS OLIVEROS, M.C.; DULAY, T.A. Studies on cheese manufactured from partly reconstituted skim milk powder. 1. The quality of soft cheese prepared from cows milk with two levels of reconstituted skim milk powder. **Philippine Journal of Veterinary and Animal Sciences**. v.8, n.3/4, p.77-82, 1982.
- SABOYA, L.V. Adição de Lite reconstituído na fabricação de queijo Minas Frescal. São Paulo, 1997. 83p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz De Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SAN JOSÉ, C. Efectos de la temperatura sobre la leche y sus componentes. **Revista Espanhola de Lechera**, v.114, p.193-210, 1979.
- SATO, R.A.deC. A cadeia agroindustrial do queijo no MERCOSUL: uma Simulação de custo. Lavras: UFLA, 1995. 71p. (Dissertação – Mestrado em Administração Rural)
- SCHIFTAN, T.Z.; KOMATSU, I. Estudos sobre a composição do queijo Prato Consumido na cidade de São Paulo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes** v.35, n.37, p.33-38, 1980.
- SILVA, J.C. Efeitos do calor sobre o leite. **Revista do Instituto Cândido Tostes**. v.30(30), p.61-67, 1975.
- SPADOTI, L.M. Uso de leite reconstituído na fabricação de queijo Mussarela. Piracicaba, 1998. 101p. Dissertação de Mestrado - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.



- STOBBERUP, Z. **Elaboracion de quesos: módulo 3-B**. Santiago, FAO, 1985.
- VALLE, J.L.E. & CANTIERO, J. Efeitos do processamento térmico sobre as proteínas do leite. **Boletim ITAL**, v.18, n.4, p.452-448, 1981.
- VAN DEN BERG, M.G.; VAN DEN BERG, G.; VAN BOEKEL, V.D.B.G. Mass transfer process involud in Gouda cheese manufacture, in relation to casein and Yield. **Netherlands Milk and Dairy Journal**, v.50, p.501-540, 1996.
- VIEIRA, S.D.A. Fabricação de queijo a partir de leite em pó e gordura anidra através de ultrafiltração. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.14, n.201, p.31-41, jan/fev. 1979.
- VIEIRA, S.D.A.; NEVES, B. dos S. Adição de leite reconstituído na fabricação de Queijo tipo prato. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, v.35, n.212, p.19-25. Nov/dez. 1980.
- VAKALERIS, D.G.; PRICE, W.V. A rapid spectrophotometric method for measuring Cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, v.42, p.264-276, 1959.
- VIEIRA, S.D.A.; NEVES, B. dos S. Adição de leite reconstituído na fabricação de Queijo tipo prato. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, v.35, n.212, p.19-25. Nov/dez. 1980.

- VIEIRA, S.D.A. Leite em pó como alternativa tecnológica na regularização do Abastecimento no mercado de laticínios. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, v. , n. , p.29-31 set/out. 1981.
- WOLFSCHOON-POMBO, A.F. Índice de proteólise em alguns queijos brasileiros. **Boletim do Leite e seus Derivados**, v.56, n.661, p.1-8, nov. 1983.
- WOLFSCHOON-POMBO, A.F.; FERNANDES, R.M.; GRANZINOLLI, G.G.M. Efeitos da pasteurização HTST e da fervura doméstica sobre a proteína do leite. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, v.37, n.223, p.3-7, set/out. 1982.
- WOLFSCHOON-POMBO, A.F. Considerações a respeito da fervura doméstica do leite **Informe Agropecuário**, v.10, n.115, p.48-52, 1984.
- WOLFSCHOON-POMBO, A.F.; CASAGRANDE, H.R.; LOURENÇO-NETO, J.P.M; MUNCK, A.V. Alterações no queijo Minas Frescal durante o período de Armazenamento. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, v.39, n.233, p.3-9,1984.
- WENDORFF, B. Effect of standardization on characteristics of Mozzarella cheese. In: **THE CHEESE SHOW 1996. Maximizing cheese yield.** Wisconsin: Wisconsin Cheese Makers Association, 1996. P.39-45.

ZURAW, J.; QUIST, K.B.; MADSEN, J.S.; BRAUN, H.; JENSEN, G.K.  
Manufacture Of Danbo cheese from reconstituted low heat skim milk powder  
and fresh cream. *Beretning-fra-Statens-Majeriforsog*. n.265, p.1-27, 1985.

