



**VIABILIDADE DO USO DE CONCENTRADOS
PROTÉICOS DO SORO NA ELABORAÇÃO
DE QUEIJO PRATO COM TEOR REDUZIDO
DE GORDURA**

MIRIAM REGINA ALVES FURTADO

2002

53469

378544FN

MIRIAM REGINA ALVES FURTADO

**VIABILIDADE DO USO DE CONCENTRADOS PROTÉICOS DO SORO
NA ELABORAÇÃO DE QUEIJO PRATO COM TEOR REDUZIDO DE
GORDURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-graduação "Stricto sensu" em Ciências dos Alimentos, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Luiz Ronaldo de Abreu

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2002**

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

Furtado, Miriam Regina Alves

Viabilidade do uso de concentrados protéicos do soro na elaboração de queijo
prato com teor reduzido de gordura / Miriam Regina Alves Furtado. – Lavras :
UFLA, 2002.

82 p. : il.

Orientador: Luiz Ronaldo de Abreu.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Queijo prato. 2. Rendimento. 3. Gordura. 4. Característica físico-química. 5.
Análise sensorial. 6. Maturação. 7. Reologia. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD-637.35

MIRIAM REGINA ALVES FURTADO

**VIABILIDADE DO USO DE CONCENTRADOS PROTÉICOS DO SORO
NA ELABORAÇÃO DE QUEIJO PRATO COM REDUZIDO TEOR DE
GORDURA**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-graduação “Stricto sensu” em Ciências dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.


APROVADA em 18 de Abril de 2002

Prof. Celso José de Moura

UFG

Dr. Múcio Mansur Furtado

DANISCO CULTOR


Prof. Luiz Ronaldo de Abreu
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus pais, Durval e Laura,
que me deram a vida e seu amor incondicional;
Ao Dante,
por seu incentivo, apoio e amor;
Aos meus filhos, Bruna e Felipe,
com seus sorrisos que transmitem tanta paz,
sempre compreensivos mesmo nos momentos em que estive ausente.

OFEREÇO

A Deus,
pelo dom da vida e pela luz nos momentos difíceis;

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Prof. Luiz Ronaldo de Abreu, pela orientação, amizade e apoio durante a realização deste trabalho.

Ao Dr. Múcio Mansur Furtado, pela amizade, apoio e pelas valiosas idéias que muito colaboraram para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Fernando A. Resplande Magalhães pela colaboração nas análises sensoriais.

À laboratorista Cleusa, do laboratório de Laticínios do Departamento de Ciência dos Alimentos, pela colaboração na realização das análises laboratoriais.

A laboratoristas Constantina e Sandra, do laboratório de Produtos Vegetais pela grande colaboração nas análises químicas.

À secretária Gicelda, pelas valiosas informações e orientações.

Aos grandes amigos Pedro Henrique, Rogério Amaro, Milton Chauca e Celso Moura, pelas colaborações nas minhas análises e pelas suas valiosas idéias.

Aos funcionários da Cooperativa Alto do Rio Grande, em especial o Técnico em Laticínios Gleybson.

À toda minha família e amigos, pela confiança, carinho, e apoio.

Ao Dante, pelo apoio, incentivo e colaboração na elaboração dos queijos.

Aos amigos Stella Bitencourt, Ana Cristina Ribeiro, Ana Cristina Ferreira, Alexandre, Cristiane Gattini, Sílvio Soglia, Patrícia Silveira, Eliete, Gláucia, Leonardo Xavier e João Marcos.

Ao Maurício e sua esposa Sora, pelo carinho e atenção durante todo o

tempo em que estive em Lavras.

À Cíntia, que de uma certa forma substituiu minha ausência junto aos meus filhos.

A todos que não mencionei, mas que direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Queijo prato.....	4
2.2 O papel da gordura nas características do queijo.....	6
2.3 Rendimento.....	7
2.4 Maturação.....	9
2.4.1 Proteólise.....	11
2.4.1.1 Extensão da proteólise.....	11
2.4.1.2 Profundidade da proteólise.....	12
2.5 Queijos com baixos teores de gordura.....	12
2.5.1 Composição das proteínas de soro.....	14
2.5.2 Utilização das proteínas do soro (WPC).....	15
2.5.2.1 Obtenção de concentrado de proteína de soro.....	16
2.5.2.2 Propriedades funcionais dos concentrados proteicos do soro de queijo.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Localização do experimento.....	21
3.2 Fabricação do queijo Prato.....	21
3.3 Ingredientes utilizados na fabricação do queijo prato.....	23
3.3.1 Concentrado de proteína do soro.....	23
3.3.2 Coalho.....	23
3.3.3 Cultura láctica.....	23
3.3.4 Corante.....	23

3.3.5 Cloreto de cálcio.....	24
3.3.6 Sal.....	24
3.3.7 Embalagem.....	24
3.4 Análises físico-químicas do leite.....	24
3.4.1 Acidez titulável.....	24
3.4.2 Gordura.....	24
3.4.3 Densidade.....	25
3.4.4 Sólidos totais.....	25
3.4.5 Crioscopia.....	25
3.4.6 pH.....	25
3.4.7 Proteína total.....	25
3.5 Análises do soro.....	25
3.6 Análises do queijo.....	26
3.6.1 pH.....	26
3.6.2 Gordura.....	26
3.6.3 Sólidos totais.....	26
3.6.4 Umidade.....	26
3.6.5 Sal.....	27
3.6.6 Determinação de nitrogênio total (NT).....	27
3.6.7 Determinação dos teores de nitrogênio solúvel a pH 4,6(NS).....	27
3.6.8 Determinação dos teores de nitrogênio não protéico solúvel em TCA 12% (NNP).....	27
3.6.9 Cálculo dos índices de extensão e profundidade de proteólise.....	27
3.6.10 Índice de tirosina.....	28
3.6.11 A_w (Atividade de água).....	29
3.6.12 Rendimento.....	29
3.6.12.1 Rendimentos: Litros de leite por quilo de queijo e litros de leite por quilo de queijo ajustado.....	29

3.6.12.2 Rendimento gramas ST/litros de leite e porcentagens de transição de gordura, sólidos totais e sólidos desengordurados do leite para o queijo.....	30
3.7 Análise sensorial.....	30
3.8 Análise de textura.....	33
3.9 Análise estatística.....	33
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Composição físico-química do leite.....	34
4.2 Composição do soro.....	35
4.3 Composição do queijo.....	37
4.4 Evolução do pH dos queijos.....	40
4.5 Maturação.....	41
4.5.1. Índice de extensão da maturação.....	41
4.5.2 Profundidade da proteólise.....	43
4.5.3 Índice de tirosina.....	44
4.6 Rendimento.....	46
4.6.1 Rendimento dos queijos em litros de leite por quilo de queijo (L/kg e L/kgA) e o coeficiente GL.....	46
4.6.2 Transição de gordura e ST e SD do leite para o queijo.....	48
4.7 Análise sensorial.....	49
4.8 Perfil de textura.....	49
5 CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS	58

RESUMO

FURTADO, Miriam Regina Alves. **Viabilidade do uso de concentrados protéicos do soro na elaboração de queijo Prato com teor reduzido de gordura.** 2002. 82 p Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Avaliaram-se o rendimento, a transição de gordura, sólidos totais e desengordurados do leite para a coalhada; as características físico-químicas, sensoriais e o perfil de textura do queijo Prato elaborado com leites contendo 1,4, 1,8 e 3,6% de gordura. Utilizaram-se concentrados protéicos de soro (WPC) como substituto da gordura removida. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial (3x3x4), sendo 3 tratamentos (teor de gordura), 3 repetições (fabricações) e 4 idades de maturação (3, 20, 40, 60 dias). O pH aumentou linearmente durante o período de maturação em todos os tratamentos, não apresentando diferenças significativas ($P>0,05$), mantendo-se próximos da faixa de pH normal para esse tipo de queijo em todos os tratamentos. Os queijos elaborados com leite contendo 1,4, 1,8 e 3,6% de gordura apresentaram diferenças significativas ($P<0,05$) quanto ao teor de GES (27,25, 33,24 e 48,71% respectivamente) e quanto ao teor de gordura (14,33;17.17; e 27,04% respectivamente), valores proporcionais aos teores de gordura do leite. Os teores de tirosina, extensão e profundidade de maturação dos tratamentos aumentaram linearmente durante o período de maturação, não diferindo entre si estatisticamente ($P>0,05$). Os rendimentos (L/kg, L/kgA e coeficiente GL) e a transição de gordura, sólidos totais e desengordurados apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P<0,05$). Embora no tratamento 1,4 % de gordura tenham sido acrescidos de WPC, isso não foi suficiente para compensar a remoção de gordura. Os tratamentos 1,8 e 3,6 apresentaram a mesma aceitação ($P>0,05$), permitindo deduzir, assim, que o tratamento 1,8 pode ser empregado normalmente como substituto do tratamento 3,6. No tratamento 1,4 devem ser feitas modificações na tecnologia de fabricação para melhorar as suas propriedades texturais e de consistência, melhorando também sua aceitação. Quanto ao perfil de textura, a elasticidade, fraturabilidade e adesividade não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P>0,05$). A coesividade, gomosidade, dureza e mastigabilidade apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P<0,05$). Os tratamentos 1,8 e 3,6 apresentaram diferenças entre si ($P>0,05$), da mesma forma como não foram observadas diferenças na aceitação desses dois queijos ($P>0,05$).

*Orientador: Luiz Ronaldo de Abreu – UFLA

ABSTRACT

FURTADO, Miriam Regina Alves. **Feasibility of Using Whey Protein Concentrate in Manufacturing of Low Fat Prato Cheese.** 2002. 82p. Dissertation (Master Degree in Food Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Cheese yield, fat total solids, solids not fat transitions from milk to curd were evaluated. Physic-chemical and sensory properties as well as texture profile of the cheeses manufactured with milk with 1.4, 1.8 and 3.6 fat utilizing whey protein concentrate (WPC) as fat replacers. Randomized blocks were utilized in a 3x3x4 factorial, being 3 treatments (fat content), 3 replications (manufacturing) and 4 ripening periods (3, 20, 40 and 60 days). The pH linearly increased during ripening period for all treatments presented no significant differences among treatments ($P>0.05$), staying in normal levels for that type of cheese, in all treatments. Cheeses manufactured with milk with 1.4, 1.8 and 3.6% of fat presented significative differences in relation to FDM (27.25, 33.5 and 48.7%) respectively. And fat content (14.33, 17.17, 27.04 respectively), values proportional to the fat content of milk. Tyrosine values, extension and depth of maturation of all treatments linearly increased during ripening period having no significant differences. ($P>0.05$). Cheese yield (L/kg, L/kgA and GL coefficient) and fat, total solids and solids not fat transition presented significant differences among treatments ($P<0.05$) although in the 1,4 treatment was added WPC, it was not enough to compensate the removing of fat. The 1.8 and 3.6 treatments presented the same acceptance ($P>0.05$) allow one to deduce that the 1.8 treatment can be utilized normally as substitute for 3.6. The 1.4 treatment must be technologically modified to improve its texture properties and acceptability. Concerning texture, elasticity, fracturability and adhesiveness profile they did not present significant differences among treatments. Cohesiveness, gumming, hardness and chewiness, presented significant differences among treatments. Treatments 1.8 and 3.6 did not differ ($P>0.05$), the same way it was not observed differences on cheeses preferences.

* Adviser: Luiz Ronaldo de Abreu – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as pessoas têm experimentado mudanças significativas em seus hábitos alimentares devido à constante preocupação com a saúde. As respostas dos consumidores às advertências médicas têm levado à crescente demanda por alimentos contendo baixos teores de gordura, particularmente as saturadas, açúcares, colesterol e sais diversos, em função do aumento de doenças relacionadas com hábitos alimentares incorretos.

Nos últimos anos, as demandas por produtos lácteos com teor de gordura e valor calórico reduzidos tiveram considerável aumento, principalmente devido à grande preocupação em reduzir a ingestão de colesterol. A procura por tais alimentos é maior por aquelas pessoas preocupadas em manter a forma física e levar uma vida mais saudável, ou ainda por questões de saúde; pessoas com problemas cardíacos, diabetes e obesidade são os principais alvos desse mercado, embora alimentos tidos como "saudáveis" estejam sendo cada vez mais procurados pela população em geral. Dentre os vários alimentos, os produtos lácteos, incluindo queijos fabricados com leite integral, são considerados prejudiciais à saúde em função das características de sua gordura, que possui cerca de 0,3% de colesterol e 63% de gordura saturada. Existem evidências relacionando problemas coronários com a ingestão de alimentos ricos em gordura saturada e em colesterol.

Devido à crescente demanda por produtos com baixo teor calórico, novas tecnologias vêm sendo criadas para desenvolver produtos que atendam às novas tendências do mercado.

Várias tentativas vêm sendo feitas para a obtenção de produtos lácteos, incluindo o queijo, com baixo teor de gordura, mas nem todas têm alcançado o êxito esperado. Isso se deve principalmente às diversas funções que a gordura

exerce no queijo. Dessa forma, a utilização de tecnologias tradicionais na elaboração de queijos com baixo teor de gordura causa, invariavelmente, grande impacto negativo sobre várias propriedades físicas do produto, como firmeza, adesividade, textura, consistência, e defeitos sensoriais, como pouca intensidade de sabor, gosto amargo, pouca intensidade de aroma, entre outras, que tornam o produto pouco atraente para o consumidor, além de causarem problemas tecnológicos, pois queijos com baixo teor de gordura normalmente exigem tempo de maturação mais longo. Junta-se a isso o fato de que a redução da gordura do leite destinado à fabricação de queijos causa, necessariamente, uma redução do rendimento industrial do leite, levando a perdas econômicas, uma vez que a gordura retirada normalmente não gera o mesmo retorno financeiro daquele que ela geraria no queijo.

Dentre os problemas acima citados para queijos com reduzido teor de gordura, destacam-se: são excessivamente elásticos e firmes (frequentemente descritos como borrachentos) ou podem ser duros, secos e eventualmente granulados.

Em função do novo mercado vislumbrado pelas indústrias de laticínios, vários estudos têm sido conduzidos no sentido de melhorar as características indesejáveis desses produtos, tendo sido propostas várias alterações, principalmente para melhorar a textura e o flavor. Estas alternativas propõem modificações nas técnicas tradicionais de fabricação ou a introdução de novas tecnologias, criando um produto distinto daquele com teor de gordura original.

O desafio consiste em desenvolver tecnologias para a fabricação de queijo Prato com baixo teor de gordura, mas com aroma e textura tão atraentes quanto os queijos tradicionais.

Uma alternativa viável seria a utilização de proteínas extraídas do soro, α -lactoalbumina e β -lactoglobulina, as quais possuem propriedades funcionais que as tornam eficientes substitutas de gordura, diminuindo consideravelmente

os defeitos causados pela remoção de gordura do queijo.

Face ao queijo Prato ser tipicamente brasileiro e possuir grande importância econômica para o mercado laticinista, torna-se importante buscar alternativas para novas formas de comercialização, incluindo a sua produção com teor reduzido de gordura. Esse queijo é um dos mais consumidos no Brasil, sendo fabricado, sobretudo, na região Sudeste do país, onde possui diversas variedades e formatos. Possui sabor suave e é muito apreciado em lanches e na preparação de sanduíches.

Dessa forma, o presente trabalho teve os seguintes objetivos:

- Estudar a viabilidade do uso de concentrados protéicos na fabricação de queijo Prato;
- Desenvolver tecnologia que permita a utilização desses concentrados;
- Avaliar os efeitos de tal processo na evolução da maturação do queijo Prato;
- Avaliar a influência da utilização de concentrado protéico sobre as características físico-químicas, sensoriais e reológicas dos queijos.
- Avaliar a aceitação do produto pelo consumidor;
- Avaliar o rendimento das fabricações;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O queijo é um produto de laticínios que vem, durante séculos, representando um papel chave na nutrição humana. A grande disponibilidade de diferentes tipos de queijos, nas mais diversas regiões da terra, é devida, principalmente, às diferentes condições regionais e às várias adaptações tecnológicas de produção, as quais foram e continuam sendo adaptadas repetidamente e aperfeiçoadas constantemente. O objetivo principal sempre foi e ainda é converter o leite, que é perecível, em um produto com uma vida de prateleira mais longa preservando seus nutrientes, além de oferecer ao consumidor produtos diferenciados. Nesse sentido, novas tecnologias vêm sendo buscadas, dentre elas a utilização das proteínas do soro, objetivando melhorar o valor nutricional, aparência e textura, entre outras, oferecendo ao mercado um produto novo e de boa qualidade, Hinrichs (2001).

2.1 Queijo Prato

Segundo Wolfschoon-Pombo & Furtado (1983), por volta de 1920, técnicos dinamarqueses estabeleceram-se no sul de Minas, nas regiões de Minduri, Carrancas, São Vicente e Seritinga, e começaram a fabricar o queijo Prato, uma adaptação dos queijos dinamarqueses Danbo, Maribo e Havarti e do queijo Gouda holandês.

O queijo Prato é definido como um queijo obtido da coagulação do leite por meio de coalho e enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácticas específicas.

O queijo Prato é um queijo semiduro; de massa semicozida, lavada, de sabor suave e textura macia. Sua crosta é amarela e fechada, seu interior é amarelo-ouro, apresentando algumas olhaduras pequenas lisas e arredondadas ou completamente fechado. Os queijos Lanche, Estepe, Bola e Cobocó são

considerados variedades do queijo Prato.

Na Tabela 1 são apresentadas as composições físico-químicas do queijo Prato encontradas por Furtado & Lourenço Neto (1994).

TABELA 1 Composição físico-química do queijo Prato

Parâmetros	Resultados
Umidade (%)	42-44%
Gordura (%)	26-29%
PH	5,2-5,4
Sal (%)	1,6-1,9%

Fonte: Furtado & Lourenço Neto (1994)

No Brasil, sua tecnologia foi adaptada às condições locais, o que explica as diferenças de sabor e textura observadas no queijo Prato em relação aos queijos que lhe deram origem. A fatiabilidade deve ser uma das suas características principais. O rendimento da fabricação se situa por volta de 9,0 – 9,5 L/kg. Para muitos consumidores o período ideal de maturação é de 60 dias, mas na prática isso dificilmente é observado, especialmente nos períodos de entressafra (maio a agosto), quando é vendido quase sem maturação (Furtado, 1998).

O queijo Prato deve ser maturado por um período mínimo de tempo para atingir as características de sabor, aroma, textura e consistência. No Brasil há grandes variações na produção e abastecimento de leite durante o ano. Geralmente, na época das águas há maior disponibilidade de leite, que se contrapõe a uma escassez durante o período seco. Com isso, o queijo Prato não

possui uma padronização do tempo de maturação, o que acaba por acarretar problemas na manutenção dos padrões do produto, causando variações nas suas características, tanto em textura como em sabor e aroma, (Gutierrez, 2001).

2.2 O papel da gordura e da água nas características do queijo

A massa do queijo é formada a partir de uma matriz protéica, que retém os glóbulos de gorduras, os quais contribuem para as características físico-químicas, reológicas e sensoriais típicas de cada tipo de queijo. A redução ou substituição da gordura pode comprometer as propriedades funcionais, gerando um produto de características muito diferentes do original.

Segundo Reduced-Fat (1991), a gordura do leite tem funções múltiplas no queijo. Dentre elas, destacam-se:

- A gordura tem função lubrificante, contribuindo para a cremosidade do produto;
- Embora não seja o principal precursor do flavor, funciona como suporte para muitos compostos flavorizantes;
- Os glóbulos de gordura contribuem para a opacidade do queijo por causa da dispersão da luz;
- A gordura, sendo um componente do alimento, ocupa espaço, portanto, quando reduzida, deve ser substituída por outro constituinte; a alteração da relação entre constituintes polares e apolares afeta a microbiologia do queijo e, conseqüentemente, a sua maturação;
- Alterações de várias propriedades físicas tais como firmeza, adesividade e sensações táteis orais, são observadas quando a gordura é removida do queijo (Olson & Johnson, 1990).
- A gordura é fonte de ácidos graxos livres que são importantes no aroma de vários tipos de queijos, além de servir como gerador de outras substâncias, como lactonas, que melhoram a sensação aromática do

queijo.

- A água é outro constituinte importante no queijo. O seu teor tem influência direta no processo de salga dos queijos, pois queijos mais úmidos absorvem mais rapidamente o sal e vice-versa (Furtado & Lourenço Filho, 1991).
- A carência ou excesso de sal causa vários problemas no queijo. O excesso de umidade pode contribuir para o aparecimento de mofos e leveduras, enquanto o baixo teor de umidade pode causar perdas econômicas, atrasar a maturação dos queijos, aparecimento de trincas, etc.

Dentro de certos limites, a gordura pode ser removida sem afetar o corpo do queijo se a proporção de água para a proteína for mantida ou ajustada apropriadamente. Quando a gordura é diminuída e a umidade aumentada, pode-se ter aproximadamente as mesmas características do corpo do queijo integral. Para tanto, é comum a padronização do teor de umidade no extrato seco desengordurado dos queijos (Furtado & Lourenço Neto, 1991).

2.3 Rendimento

O rendimento pode ser definido como a quantidade máxima de queijos fabricados com uma determinada quantidade de leite. A viabilidade econômica da fabricação depende decisivamente do rendimento.

O rendimento pode ser calculado através de fórmulas que se baseiam na composição físico-química do leite e do soro (rendimento técnico) ou através do cálculo “litros por kg” (rendimento econômico).

O rendimento técnico é aquele através do qual se pode calcular o custo final da produção de queijo, levando-se em consideração o preço pago por litro de leite e o volume necessário para produzir 1 kg de queijo. O rendimento técnico seria aquele que, de posse de dados físico-químicos referentes à

composição do leite e do soro resultante do queijo obtido, determinaria um aproveitamento ideal dos constituintes do leite que podem ser transferidos para o queijo. Além disso, o rendimento técnico permite estabelecer comparações válidas entre diferentes fabricações de um mesmo tipo de queijo, mesmo que estes apresentem composição físico-química diferente. O rendimento técnico pode alterar substancialmente o rendimento econômico de uma fabricação, influenciando no custo final de um queijo e, em última instância, na sua competitividade no mercado (Furtado, 1998).

A composição do leite, especialmente seu teor proteínas e de gordura, tem um papel fundamental na definição do 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 e sais minerais, entre outros. 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, o aumento do teor de gordura provoca o mesmo efeito positivo no rendimento; porém, neste caso a maior retenção de água no queijo é devida à menor sinérese durante a elaboração no tanque. É muito importante que a padronização do leite seja feita com base na relação caseína/gordura, que mantida fixa permite obter queijos com a mesma composição físico-química (Furtado, 1998).

A influência mais expressiva no rendimento é o teor de umidade do queijo. Quanto maior o teor de umidade de um queijo, melhor será o rendimento da fabricação. Entretanto, a elevação do teor de umidade é limitada por alterações paralelas que podem ocorrer no queijo, como uma aceleração de maturação (hidrólise mais intensa); em queijos como o Minas frescal, diminuem sua vida útil; em queijos como a Mussarela e o Prato, provocam alterações de

consistência que dificultam o fatiamento, entre outros problemas. Obviamente, quanto maior for o teor de proteínas ou de gordura de um queijo, mais positivo será o efeito no rendimento. Compreende-se, assim, porque o ponto da fabricação é um fator fundamental na definição do rendimento, que 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).

Os rendimentos dos queijos com baixos teores de gordura são menores do que dos queijos tradicionais; por isso as proteínas são adicionadas ao leite como uma alternativa para substituir a remoção da gordura a fim de manter ou aumentar o rendimento, além de melhorar as características físicas do queijo.

A umidade tem um papel determinante no final da fabricação, quando os queijos são convertidos matematicamente para um mesmo teor de umidade, Alves (1999) observou que o rendimento de 9,01 L/kg caiu para 9,43L/kg quando a umidade real de 47,48% foi convertida para o padrão de 45%.

2.4 Maturação

A maturação compreende um conjunto de complexas modificações de ordem física, química e microbiológica que se caracterizam por transformar uma massa incolor, insípida e sem forma definida em um produto rico em aroma e sabor, com formato e coloração próprios. Além das modificações físicas facilmente visíveis, como as responsáveis pela textura e plasticidade, temos complexas reações químicas que se identificam pela degradação contínua dos diversos componentes do leite até a obtenção mais simples (Wandeck, 1972).

Segundo Amiot (1991), a maturação do queijo depende de vários fatores:

- O conteúdo de umidade, especialmente a água livre, que determina a velocidade das reações;
- O pH, que controla o tipo de fermentação e a atividade das enzimas. As condições de acidez do meio têm muita importância nas proteases que atuam em

pH entre 5,5 e 7,5 e nas lipases entre 7,5 e 9,0;

- A temperatura que regula o desenvolvimento da maturação, influenciando sobre a atividade microbiana e enzimática;

- O conteúdo de sal é um dos fatores mais importantes, porque determina a atividade de água e tem um efeito seletivo e inibidor sobre a flora, tornando-se um meio para controlar as fermentações e a maturação.

Como resultados dos processos químicos, bioquímicos e microbiológicos, os principais constituintes do queijo (proteínas, lipídeos e lactose residual) são degradados a produtos primários e secundários. Entre os produtos de degradação isolados de muitas variedades de queijos maturados, estão os peptídeos, aminoácidos, tióis e tioésteres (de proteínas), ácidos graxos metilcetonas, lactonas e ésteres (de lipídeos), ácidos orgânicos (ácido láctico, acético, propiônico) dióxido de carbono, ésteres e álcoois (da lactose). Nas combinações diretas, estes compostos são responsáveis pelo “flavor” característico de vários queijos (Folegatti, 1994).

As principais reações que ocorrem durante a maturação do queijo são: a transformação da lactose, através da fermentação, em ácido láctico, o qual, por sua vez combina com o cálcio e produz lactato; uma degradação parcial das proteínas (proteólise), formando produtos mais simples e solúveis, fazendo com que a massa se torne gradativamente mais macia; transformação dos triglicerídeos em glicerídeos e ácidos graxos livres através das lipases. Estas reações fornecem aos queijos seu aroma característico. Os principais componentes aromáticos são os ácidos graxos livres, aldeídos, cetonas, álcoois, aminas, ésteres e compostos sulfurados (Amiot, 1991).

Segundo Desmazeud & Gripon (1977), a maturação é induzida por uma mistura complexa de microrganismos e suas enzimas (proteases, exopeptidases, lipases, desaminases, descarboxilases, etc). Entretanto, a quebra de proteína representa o primeiro fenômeno do processo de maturação, resultando na

flexibilidade do corpo (consistência) e na mudança de aparência. Os peptídeos e aminoácidos produzidos participam do desenvolvimento de sabor e aroma ou de seus precursores. Estes, em algumas ocasiões, estão envolvidos em certos defeitos, notavelmente de amargor, e também desempenham um papel essencial no desenvolvimento da flora secundária (lactobacilos mesófilos e bactérias propiônicas), que requer uma grande quantidade de crescimento.

2.4.1 Proteólise

A proteólise do queijo é considerada o fenômeno mais importante da maturação, pois afeta de uma só vez a textura, a consistência e o sabor.

A extensão, a taxa e a natureza da proteólise durante a maturação do queijo variam de acordo com a enzima envolvida, o tipo, a composição do queijo e as condições ambientais.

As duas fases da proteólise da caseína contidas nos queijos têm importância fundamental na textura do produto. Isto porque, na primeira fase, as enzimas do coalho atacam a alfa-s₁, dando origem a polipeptídeos. Como a beta-caseína é a estrutura da sustentação mais rígida da rede protéica, sua degradação está diretamente vinculada à textura do produto final (Lawrence et al., 1986).

Segundo Fox (1989), a proteólise pode ser dividida em três fases distintas: 1) no leite, antes da fabricação; 2) na coagulação enzimática do leite e 3) durante a maturação ou armazenamento. A proteólise antes da fabricação pode ter origem na ação de microrganismos, principalmente das enzimas de bactérias psicotróficas e de proteinases do leite, como a proteinase alcalina plasmina. Leites provenientes de animais portadores de mamites podem conter proteinases de leucócitos, que alteram a qualidade e o rendimento de queijos.

2.4.1.1 Extensão da proteólise

Segundo Wolfschoon-Pombo (1983), a extensão da proteólise se

caracteriza pela quantidade de substâncias nitrogenadas solúveis acumuladas durante o processo e expressas como porcentagens do nitrogênio solúvel em relação ao total.

É conhecida como índice de maturação; sua determinação analítica é baseada na precipitação isoeletrica da caseína a $\text{pH} < 4,6$ em uma amostra diluída de queijo, seguida pela quantificação do nitrogênio solúvel através do método de Kjeldahl.

2.4.1.2 Profundidade da proteólise

A profundidade da proteólise abrange substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular como aminoácidos, oligopeptídeos e aminas, entre outras, acumuladas durante o processo. A profundidade pode ser quantificada pelo teor de nitrogênio não protéico solúvel em ácido tricloroacético, ou pela determinação direta de aminoácidos produzidos e expressados como percentual da proteína total, (Wolfschoon-Pombo, 1983).

2.5 Queijos com baixo teor de gordura

Embora o leite e os produtos lácteos sejam considerados alimentos de alto valor nutritivo, novas tecnologias têm sido desenvolvidas para modificar esses produtos, no sentido de reduzir o seu valor calórico. O consumo de produtos lácteos com teores de gordura e valor calórico reduzido vem aumentando consideravelmente nos últimos dez anos, em virtude principalmente da preocupação na redução do consumo de colesterol e gorduras com alta porcentagem de saturação. Novas gerações de produtos com baixo teor de gordura estão sendo desenvolvidas (Cobucci, 1995).

Vários produtos com baixo teor de gordura vêm sendo desenvolvidos, no entanto a redução de gordura de alguns produtos, como o queijo, traz vários problemas tecnológicos, principalmente do ponto de vista sensorial, tornando o

produto pouco atraente para o consumidor. Os impactos sobre várias propriedades físicas, como firmeza, adesividade e sensações orais, são aparentes quando a gordura é removida do queijo. Outros problemas encontrados são o gosto amargo a pouca intensidade de aroma e consistência firme ou elástica.

Os queijos com níveis de gordura reduzidos são excessivamente elásticos e firmes (frequentemente descritos como borrachentos), ou podem ser duros, secos e, eventualmente, granuloso (Jamelson, 1990).

Entre os substitutos de gorduras disponíveis encontram-se carragenatos, celulose microcristalina, povidexose, alginatos, gelatinas e proteínas. Os Concentrados de Proteína do soro vêm sendo usados em produtos lácteos como uma alternativa altamente viável na substituição da gordura; encontram-se na forma de partículas uniformes e esféricas, o que permite o deslizamento de umas sobre as outras, oferecendo a sensação de cremosidade semelhante à da gordura. Essas proteínas microparticulares, quando hidratadas, contêm apenas 1 a 2 calorias por grama, permitindo grande redução no consumo de gordura, além de aumentarem a disponibilidade de aminoácidos essenciais por estarem mais bem distribuídas nas proteínas do soro.

Queijos Cheddar com baixa gordura geralmente têm sabor atípico para a variedade. Em queijos Cheddar com baixa gordura, o baixo sabor foi associado aos níveis baixos de ácidos gordurosos, como o butanóico, ácido hexanóico e metil cetonas (Banks et al., 1989). Outro fator na falta de sabor é a interação entre as culturas bacterianas e os glóbulos de gordura do leite. Quando a gordura é removida, a caseína, que tem um maior papel na textura do queijo sofre um desarranjo inadequado e o queijo aparenta ter uma textura relativamente mais firme. A extensão da hidrólise vai depender da umidade e do conteúdo de sal do queijo (Mistry & Kasperson, 1998).

A composição do leite para fabricar queijos com baixa gordura difere notadamente. O conteúdo de gordura total do leite é obviamente baixo, então a

porcentagem de proteína total do leite é mais alta. A umidade do queijo tem de ser elevada para compensar a retirada de gordura. O rendimento dos queijos com baixo teor de gordura será mais baixo porque a gordura removida do leite não será compensada proporcionalmente pela umidade mais alta. As proteínas de soro aumentam a capacidade de absorção de água no queijo e têm sido utilizadas em queijos com baixa gordura.

A adição excessiva de proteínas do soro provavelmente interfere na coagulação pelo coalho e pode afetar adversamente a qualidade do queijo (Guinee et al., 1998).

2.5.1 Composição das proteínas do soro

As proteínas do soro representam cerca de 20% das proteínas do leite. São proteínas globulares desnaturáveis pelo calor, incluindo-se ainda os produtos da proteólise das caseínas que não sofrem desnaturação térmica e que ao pH do leite encontram-se, em parte, nas suas micelas de caseína. Portanto, as proteínas do soro lácteo não são idênticas às proteínas do soro de queijo, obtido pela ação da renina. As duas principais proteínas do soro, α -lactalbumina e β -lactoglobulina, perfazem 70-80% das proteínas totais do soro. Além dessas, são encontradas a soralbumina, imunoglobulinas, proteose-peptonas, lactoferrina, transferrina e enzimas (Sgarbieri, 1996). As proteínas do soro são estáveis ao calor, em pH 7,0, com até 8% de sólidos totais (2,55% de proteína) (Paolucci, 1991). Atualmente, existe no mundo uma deficiência alimentar calórico-protéica, principalmente nos países de terceiro mundo. Proteínas de origem animal são particularmente caras, e seu suprimento para a população é um dos grandes problemas mundiais (Johnson & Hill Jr, 1976). Essas proteínas são excepcionalmente ricas em lisina e triptofano e bem equilibradas em cisteína, que é precursora da metionina. Possuem, ainda, níveis de treonina que, juntamente com a lisina e o triptofano, fazem do soro excelente fonte de

suplementação desses aminoácidos limitantes em dietas baseadas em vegetais (Mello, 1989). As proteínas de soro constituem-se basicamente de alfa-lactoalbuminas e beta-lactoglobulinas, além de serem ricas em cálcio, fósforo e muitas vitaminas. As proteínas do soro possuem grande valor nutritivo, contêm todos os aminoácidos essenciais, desta forma, os produtos à base de soro de queijo são de excelente qualidade.

2.5.2 Utilização de concentrados protéicos do soro (WPC)

Os produtos de soro, sobretudo os Concentrados de Proteínas de Soro ou CPS (WPC, em inglês) e Isolados de Proteínas de Soro (WPI, em inglês), são particularmente indicados para serem utilizados nesses produtos lácteos mais modernos. Trata-se de ingredientes 100% naturais, capazes de acrescentar proteínas de excelente qualidade e com baixo custo. Além do mais, possuem propriedades funcionais que conferem uma série de benefícios estruturais ao sistema lácteo. O processo de fabricação consiste na remoção da lactose do soro de leite através de uma série de etapas de ultrafiltração, diafiltração e processos de concentração. O resultado é um produto final com teor de proteína entre 35% e 80%. A fabricação dos Isolados de Proteína de Soro inclui um processo complementar de troca iônica e os teores de proteínas ultrapassam 90%. Tanto os WPC quanto os WPI são prontamente solúveis numa ampla faixa de pH, sendo que alguns produtos são comercializados em forma aglomerada para facilitar a dispersão (Dallas & Langrace, 1998).

Os concentrados de proteína de soro, ou CPS, são obtidos através da remoção dos constituintes não protéicos do soro mediante filtração, diálise e outras técnicas de separação física, com teor de proteína variando entre 34% a 80% ou mais (Dallas & Langrace, 1998).

Os concentrados protéicos de soro constituem uma fonte de proteínas versátil e de grande valor nutritivo, sendo utilizados atualmente em produtos de

panificação, sobremesas geladas, confeitados, fórmulas infantis, produtos cárneos, queijos, bebidas nutricionais, leites fermentados e em um grande número de outros alimentos processados.

2.5.2.1 Obtenção do concentrado de proteínas de soro

A indústria de soro está adotando, de forma intensiva, a tecnologia de membrana para separar os componentes do soro fluído. Moléculas de tamanho menor, sob pressão, conseguem permear estas membranas, ao passo que moléculas maiores ficam retidas e concentradas. O uso combinado de membranas com poros de diferentes tamanhos permite separar e concentrar os componentes do soro, cujas moléculas são de tamanho similares. O método de microfiltração utiliza membranas porosas para separar a gordura dos demais constituintes fluídos do soro. No caso da ultrafiltração, membranas de porosidade intermediária são empregadas para concentrar as proteínas do soro, permitindo, ao mesmo tempo, que as moléculas menores de lactose e de minerais passem através da membrana. O método de osmose reversa utiliza membranas de menor porosidade para separar água, de um lado da membrana, e concentrar todos os outros componentes do soro, no outro. Utilizando estes sistemas de membranas em combinação com outros processos, como eletrodialise, cristalização, troca iônica e “spray drying”, os processadores de soro têm condições de elaborar produtos dentro de uma ampla faixa de teores de proteínas, minerais, lactose e gordura. Isto pode ser feito sem modificar quimicamente os componentes do soro e sem submetê-los a tratamentos térmicos, o que alteraria sua função natural (Hugunin, 1997).

Geralmente, aceita-se que a adição apropriada de concentrado de proteína de soro em substituição à proteína do leite em pó desnatado na fabricação de iogurte dá origem a um produto final de viscosidade igual ou mais alta e com menos sinérese. Além disso, o uso de concentrados de proteína de

soro produz iogurtes de qualidade superior à dos produtos feitos com caseína, tanto quanto à aparência como à homogeneidade.

Os métodos mais utilizados para a concentração das proteínas do soro de queijo são a ultrafiltração, filtração em gel, precipitação com polifosfatos, eletrodialise e formação de um complexo com carboximetilcelulose (CMC) (Moor, 1995).

A técnica de ultrafiltração na recuperação das proteínas do soro de queijo permite a utilização destas proteínas, de alto valor alimentar, na complementação da alimentação destinada a uma grande parte da população brasileira. O produto obtido pela passagem do soro pelas membranas de ultrafiltração tem composição idêntica ao leite desnatado e presta para ser utilizado na formulação de diversos produtos lácteos. Tanto a ultrafiltração do leite quanto à do soro são processos que vêm obtendo sucesso na produção de queijos macios, moles ou frescos e não em queijos semiduros e duros maturados, visto que as proteínas do soro não são hidrolisadas durante a maturação e, podem interferir na maturação normal dos queijos, principalmente por reterem mais água (Mosquim, 1996).

2.5.2.2 Propriedades funcionais dos concentrados protéicos do soro de queijo

Os concentrados protéicos de soro são conhecidos por suas grandes propriedades de solubilidade, absorção de água, geleificação e aeração.

As proteínas do soro (ou proteínas do lactosoro) permanecem solúveis quando as caseínas são coaguladas por enzimas ou ácidos. As proteínas do soro incluem beta-lactoglobulina, alfa-lactoalbumina, albuminas séricas sangüíneas, imunoglobulinas e frações de protease-peptonas.

As proteínas do soro são sensíveis ao calor, apresentam diferenças entre si em termos de peso molecular e propriedades tais como ponto isoelétrico.

De acordo com Dallas & Langrace (1998), as propriedades funcionais

das proteínas são influenciadas por variáveis de composição e de processamento: pH, concentração de íons de cálcio, concentração de sal, tratamentos térmicos anteriores, teor residual de lipídios e concentração de proteínas.

Os concentrados de proteína de soro ou WPCs (Whey Protein Concentrate) são ingredientes muito versáteis usados em função de sua boa solubilidade, absorção de água, geleificação, aeração e propriedades nutricionais. São usados principalmente em produtos de panificação e de confeitaria, sobremesas congeladas, produtos nutricionais, queijos, produtos lácteos fermentados, bebidas nutricionais e em uma infinidade de outros alimentos processados. A composição dos WPCs é muito variável e por esta razão eles são normalmente comercializados com base no teor de proteína.

O isolado de proteína de soro ou WPI (Whey Protein Isolate) possui excelentes propriedades de geleificação, aeração, emulsificação, retenção de água e incorporação/retenção de gordura. As principais aplicações de WPI incluem produtos lácteos, de panificação e de confeitaria, *snacks*, salgadinhos, aperitivos e carnes processadas.

Algumas características dos concentrados protéicos são:

- Alta digestibilidade;
- Equilibrado perfil de aminoácidos;
- Elevados níveis de aminoácidos;
- Ausência de fatores antinutricionais;
- Efeitos fisiológicos excepcionais;
- Sabor e aromas suaves.

Os concentrados de proteína do soro possuem várias vantagens funcionais e mercadológicas:

- Melhoram a aparência, tornando o produto mais atraente para o consumidor;
- Possuem teor de colesterol mais baixo, criando um produto com teor de gordura reduzido, porém com o mesmo gosto de um produto com teor de gordura integral, um bom produto para as pessoas preocupadas com a saúde;
- Géis formados prendem grandes quantidades de compostos não protéicos, melhoram o aroma, ajudam a lubrificar e conferem ao produto uma textura lisa e cremosa típica de gordura;
- Retêm água, o que reduz os custos de fabricação, aumentando o rendimento do produto;
- Flavor limpo e aroma sem traços de sabores estranhos ou indesejáveis;
- Compostos aromáticos e de flavor são gerados durante o aquecimento do concentrado protéico devido à degradação de aminoácidos;
- Aumentam a viscosidade do produto;
- Melhoram a textura em produtos com baixo teor de gordura, o que se deve ao seu poder de controlar a umidade, pois suas proteínas podem absorver mais água. O aumento da umidade em produtos com baixos teores de gordura requer um controle da adição de água e, assim, a melhoria do sabor, textura e shelf-life do produto final;
- Poder emulsificante e estabilizante: devido ao seu poder de controlar a umidade do produto, também retardam a migração de água, aumentando a estabilidade do produto;
- Aumento do valor nutricional do produto, por ser uma fonte de proteínas de alta qualidade;

À medida que mais estudos são realizados, mais se conhecem os benefícios funcionais e nutricionais dos produtos à base de soro. As vantagens da utilização do soro não mais devem ser consideradas apenas em função das vantagens econômicas, pois trata-se de produtos de alto valor nutricionais, que

podem ser incluídos na formulação de vários outros produtos.

As proteínas de soro têm alta solubilidade, criam viscosidade por meio de retenção de água; formam géis; emulsificam; incorporam e retêm gordura; facilitam o batimento, a formação de espuma e a aeração; realçam a cor, sabor e textura, além de conferir numerosos benefícios nutricionais.

A solubilidade em água é propriedade importante, pois grande número de outras propriedades depende dela. A capacidade de absorção de água é fator de extrema importância quando a proteína é usada na indústria de panificação e em produtos cárneos. A geleificação é a capacidade de formar um composto de matrizes tridimensionais parcialmente associadas, nas quais a água é encapsulada, são caracterizadas pela sua viscosidade relativamente alta, plasticidade e elasticidade. A emulsificação depende da habilidade da proteína em se difundir para a interface água-óleo, desdobrar-se e orientar-se de tal forma que os grupos hidrofóbicos se associem com a fase oleosa, enquanto os grupos hidrofílicos ligam-se a fase aquosa. A incorporação de ar (formação de espuma) depende da habilidade das proteínas em se desdobrar na interface água-ar, permitindo que o ar seja incorporado pela solução. Em espumas de proteínas, o surfactante, que é a própria proteína, reduz a tensão superficial e forma filmes estruturais coesivos em volta das gotículas de ar (Schmidt et al., 1984).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O Experimento foi dividido em três etapas: a primeira parte, referente à elaboração dos queijos, foi desenvolvida nas instalações da Cooperativa Alto Rio Grande; a Segunda etapa, referente às análises físico-químicas e reológicas, foram realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA), ambos localizados na cidade de Lavras, Minas Gerais; e a Terceira etapa, referente à análise sensorial, foi realizada no Instituto de Laticínios Cândido Tostes, na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

3.2 Fabricação do queijo prato

O leite usado na fabricação foi fornecido pela Cooperativa Alto Rio Grande.

O leite destinado à fabricação do queijo Prato controle foi padronizado a 3,6% de gordura; por ser queijo de 0,5 kg, optou-se por um teor de gordura mais alto. O leite foi pasteurizado e padronizado a 3,6% de gordura para a fabricação do queijo controle, e a 1,4 e 1,8% de gordura para a fabricação do queijo com teor reduzido de gordura.

Foram utilizados três processos de fabricação:

- Leite com 3,6 % de gordura (controle): tecnologia tradicional do queijo Prato
- Leite com 1,8% de gordura: Processo com leite a 1,8% de gordura e adição de 0,3% de WPC;
- Leite com 1,4% de gordura: Processo com leite a 1,4 % de gordura e adição de 0,4% de WPC.

O queijo Prato foi elaborado segundo uma adaptação da técnica de fabricação descrita por Furtado & Lourenço Neto (1994) (Figura 1).

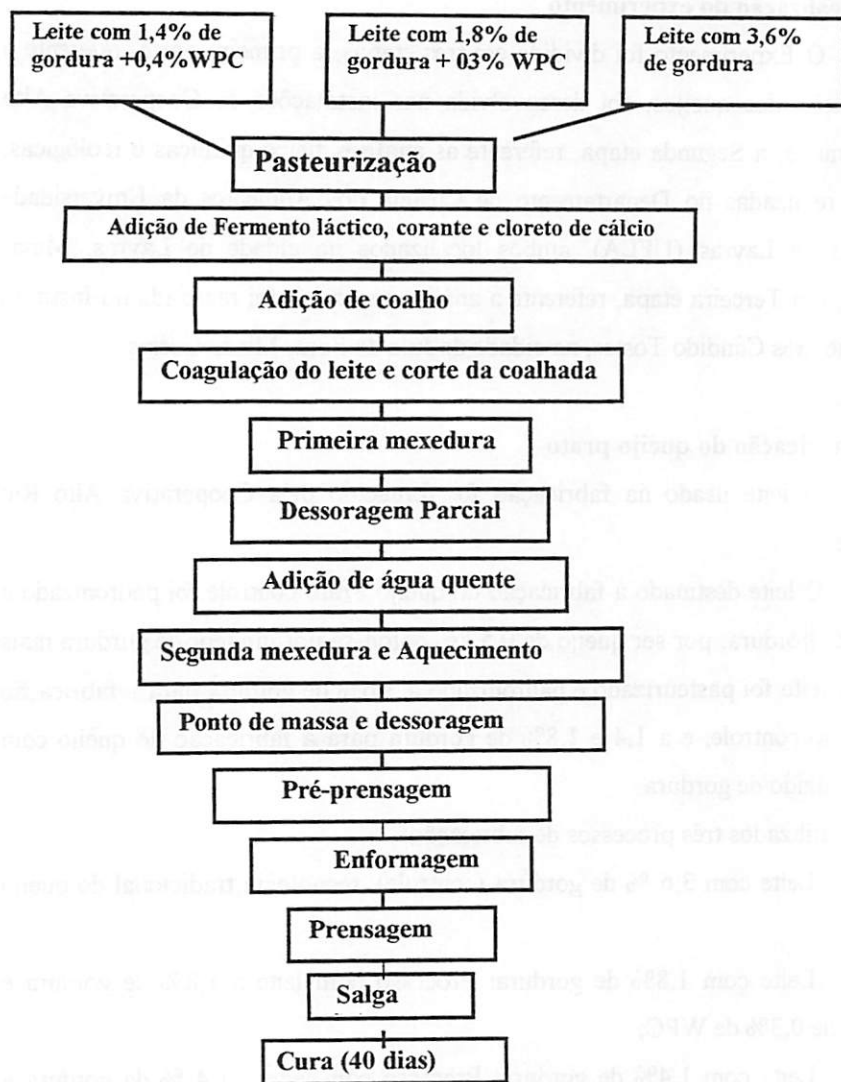


FIGURA 1 Fluxograma da fabricação do queijo Prato (Adaptado de Furtado & Lourenço Neto, 1994).

Foi adicionado, aos leites crus desnatados (1,4 e 1,8% de gordura), WPC (0,4 e 0,3%, respectivamente) sob rigorosa agitação. Os leites com WPC permaneceram em repouso em câmara fria por mais ou menos 15 horas, depois foram pasteurizados (pasteurização lenta). Em todos os processos foram utilizados os mesmos leites, do mesmo silo, divididos em três partes, elaborados sempre com os mesmos ingredientes (coalho, cloreto de cálcio, corante e fermento).

Foram realizadas três fabricações em períodos distintos. Para avaliar os parâmetros físico-químicos, foram coletadas amostras do leite pasteurizado e do soro.

3.3 Ingredientes utilizados na fabricação do queijo Prato

3.3.1 Concentrado protéico de soro (WPC)

Foram adicionados aos leites crus padronizados (1,4 e 1,8% de gordura) 0,3 e 0,4% de WPC, respectivamente sob constante agitação.

3.3.2 Coalho

Utilizou-se o coalho comercial em pó (Naturen, Chr. Hansen) em quantidade suficiente para a coagulação em 30 minutos (1,8 g/100ml), conforme recomendações do fabricante.

3.3.3 Cultura láctica

Foi adicionado 1,5% de cultura láctica mesofílica mista (5% de *Lactococcus lactis* ssp. *Lactis* e 95% de *Lactococcus lactis* ssp. *Cremoris*) do tipo "O" (R 704), da Chr. Hansen.

3.3.4 Corante

Utilizou-se o corante natural de urucum (Chr. Hansen) diluído em água,

na proporção de 8 ml/100 L leite.

3.3.5 Cloreto de cálcio

Utilizou-se o cloreto de cálcio em solução aquosa a 40% (m/v) da Chr. Hansen, na quantidade de 40 ml/100 kg de leite.

3.3.6 Sal

Após a prensagem, os queijos ($\pm 0,5$ kg de peso) foram colocados em salmoura a 20% (m/v), durante oito horas.

3.3.7 Embalagem

Os queijos foram embalados a vácuo, com embalagens crio-vac[®].

3.4 Análises físico-químicas do leite

As amostras de leite de 200 mL de cada tratamento foram coletadas diretamente da cuba de fabricação dos queijos, após homogeneização.

3.4.1 Acidez titulável

A acidez das amostras foi medida utilizando-se o método de titulação com hidróxido de sódio N/9 (solução Dornic), em presença de uma solução indicadora alcoólica de fenolftaleína a 1%. Os resultados foram expressos em graus Dornic (°D) segundo Brasil (1985).

3.4.2 Gordura

Os teores de gordura das amostras foram determinados pelo método butirométrico de Gerber-Van Gulik, de acordo com Brasil (1985).

3.4.3 Densidade

A densidade das amostras foi determinada pela leitura direta, utilizando um termolactodensímetro, corrigindo-se o efeito da temperatura segundo o método de Quevenne, descrito na seção das normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.4.4 Sólidos totais

As determinações dos teores de sólidos totais das amostras de leite foram feitas pelo método de secagem em estufa a 105°C (estufa de secagem e esterilização), como descrito pela Association of Official Analytical Chemistry - AOAC (1995).

3.4.5 Crioscopia

A depressão do ponto de congelamento (DPC) das amostras foi determinada através de um crioscópio Laktron M.90/Br, em graus Hortvet

3.4.6 pH

As medidas de pH foram determinadas utilizando um pHmetro da marca Digimed, modelo DM 20.

3.4.7 Proteína total

O teor de nitrogênio total (NT) das amostras dos leites crus e pasteurizados, em cada fabricação, foi determinado pelo método micrométrico de Kjeldahl (AOAC, 1995), utilizando-se o fator 6,38 para estimar o valor de proteína total, de acordo com Kosikowski (1977).

3.5 Análises do soro

As amostras do soro foram coletadas 15 minutos após o corte da

coalhada foram feitas análises de gordura, sólidos totais, densidade e acidez, segundo metodologias descritas nos sub-itens 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4 e 3.4.6.

3.6 Análise do queijo

As amostras do queijo foram coletadas e analisadas nas idades de 3, 20, 40 e 60 dias de maturação.

3.6.1 pH

As medidas de pH das amostras foram obtidas utilizando-se pHmetro HANNA 8314, previamente calibrado, com inserção do eletrodo direto sob o queijo analisado.

3.6.2 Gordura

Os teores de gordura das amostras do queijo foram determinados através do método butirométrico de Gerber (utilizando-se uma centrífuga da marca FANEM), como descrito por Brasil (1985).

3.6.3 Sólidos totais

As determinações dos teores de sólidos totais dos queijos foram feitas através do método de secagem em estufa a 105°C (estufa de secagem e esterilização, modelo FANEM, 315-SE), descrito na seção 16.217 da AOAC (1995).

3.6.4 Umidade

Os teores de umidade das amostras de queijos foram determinados pelo cálculo da diferença 100% - % de sólidos totais.

3.6.5 Sal

Os teores de sal dos queijos foram determinados pelo método de Volhard modificado, descrito por Kosikowski (1977).

3.6.6 Determinação de nitrogênio total (NT)

Os teores de nitrogênio total (NT) foram determinados de acordo com o método de semimicro-Kjeldahl, proposto por Gripon et al., 1975. As amostras foram digeridas em bloco aquecedor da marca SARGE, modelo 40-25, e destiladas em equipamento TECNAL, modelo TE-036.

3.6.7 Determinação dos teores de nitrogênio solúvel a pH 4,6 (NS)

Foram determinados os teores de nitrogênio solúvel (NS) do queijo após precipitação isoelétrica das caseínas (pH 4,6 à 20°C) com solução de ácido clorídrico 1,41 N em uma amostra de queijo previamente solubilizada em nitrato de sódio 0,5M. Essa mistura foi filtrada em papel filtro (Whatmam n° 42), obtendo-se uma solução límpida, contendo a fração hidrolisada da proteína do queijo, solúvel em pH 4,6. A quantificação dessas substâncias solúveis foi feita pelo método de Kjeldahl, partindo-se de 5 ml do filtrado (Gripon et al., 1975; Vakaleris & Price, 1959).

3.6.8 Determinação dos teores de nitrogênio não protéico solúvel em TCA 12% (NNP)

Após solubilizar as amostras de queijo em citrato de sódio 0,5 M, estas foram precipitadas em solução fina com ácido tricloroacético (TCA 12%) e filtradas em papel de filtro Whatman n° 42, coletando-se uma solução límpida, que contém NNP (Vakaleris & Price, 1959).

3.6.9 Cálculos dos índices de extensão e profundidade de proteólise

Os métodos e fórmulas foram seguidos de acordo com as citações de

Furtado & Partridge (1988) e Wolfschonn-Pombo (1983).

Índice de Extensão: relação entre a porcentagem de nitrogênio solúvel a pH 4,6 e a porcentagem de nitrogênio total

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

Índice de Profundidade: relação entre a porcentagem de nitrogênio não protéico, solúvel em TCA a 12% e a porcentagem de nitrogênio total.

$$\text{Profundidade da Proteólise} = \frac{\text{Nitrogênio não Protéico}}{\text{Nitrogênio Total}} \times 100$$

3.6.10 Índice de tirosina

O teor de tirosina foi obtido através da metodologia proposta por Vakaleris & Price (1959) para a determinação do índice de maturação dos queijos.

As amostras de queijo foram trituradas, diluídas em citrato de sódio 0,5 M e precipitadas a pH 4,6. Após a filtragem desta mistura em papel de filtro Whatman nº 42, obteve-se uma solução límpida de citrato de sódio e ácido clorídrico, contendo a fração hidrolisada da proteína do queijo solúvel a pH 4,6. A fração solúvel foi diluída em água destilada na proporção 1:1 e submetida à leitura em dois comprimentos de onda, 270 e 290 nm (ultravioleta), em espectrofotômetro, modelo B-382.

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

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

Sendo:

Tir= teor de tirosina em mg/ 100g de queijo

A_{270} = leitura da absorbância a 270 nm

A_{290} = leitura da absorbância a 290 nm

3.6.11 A_w (atividade de água)

A atividade de água do queijo foi obtida mediante a fórmula proposta por Marcos & Esteban (1981), a qual relaciona o teor de sal e o sal na unidade do queijo:

$A_w = 1 - 0,033M$, sendo M = molaridade do NaCl (na unidade do queijo).

3.6.12 Rendimento

3.6.12.1 Rendimentos: litros de leite por quilo de queijo e litros de leite por quilo de queijo ajustado

O cálculo de rendimento da fabricação do queijo, expresso em litros de leite por quilo de queijo (L/kg), foi obtido dividindo-se o volume do leite utilizado na fabricação pelo peso total dos queijos imediatamente após a retirada da prensagem.

Pode-se calcular o rendimento ajustado (utilizar a mesma umidade) através de um índice denominado de Rendimento L/kg ajustado (L/kg A), através da seguinte fórmula, segundo Furtado (1998):

$$L/kg = \frac{V \times (100 - Up)}{P \times ST}$$

onde:

V = volume de leite (litros)

Up = % de umidade comum pretendida

P= produção de queijos (kg)

ST= teor (%) de sólidos totais no queijo

3.6.12.2 Rendimento gramas de ST/litros de leite e porcentagens de transições de gorduras, sólidos totais e sólidos desengordurados do leite para o queijo.

O rendimento também foi calculado levando em conta o aproveitamento final dos sólidos no queijo em relação a cada litro de leite trabalhado (coeficiente GL).

As porcentagens de transição de gordura e sólidos totais do leite para o queijo foram obtidas por meio de cálculos matemáticos, que se baseiam na composição físico-químicas do leite, do soro e dos queijos fabricados, segundo fórmulas de Abreu (2002):

Transição sólidos desengordurados =

$$\frac{\text{Peso do queijo x sólidos desengordurados do queijo}}{\text{kg sólidos desengordurados do leite}} \times 100$$

Transição de gordura = $\frac{\text{peso do queijo x gordura}}{\text{kg gordura do leite}} \times 100$

Transição de sólidos totais = $\frac{\text{peso do queijo x sólidos totais}}{\text{kg sólidos totais do leite}} \times 100$

3.7 Análise sensorial:

A análise sensorial foi realizada no Instituto de Laticínios Cândido Tostes, em Juiz de Fora, Minas Gerais.

Aos 30 dias de maturação, os queijos foram avaliados sensorialmente por um painel de provadores não treinados, utilizando uma escala hedônica

(Figura 2). Foram apresentadas amostras de queijos de todos os tratamentos. Foram feitas 120 avaliações para cada tratamento, num total de 360 respostas. As amostras foram servidas à temperatura ambiente para um total mínimo de 40 provadores.

3.8 Perfil de textura

Para a análise de textura dos queijos controle e com teores reduzidos de gordura, cada peça foi cortada em cubos com dimensões de 1,5 x 2,0 x 2,5 (altura x largura x comprimento).

Foram feitas Análises do Perfil de Textura (TPA) dos queijos aos 30 dias de maturação, utilizando um Texturômetro modelo TA-XT2i Stable System (SMS), cujo software é auto-explicativo. A avaliação de textura pelo método TPA fornece várias informações num mesmo teste. Foram obtidos os seguintes parâmetros: elasticidade, coesividade, mastigabilidade, gomosidade, adesividade e dureza.

Foi utilizado um bastão cilíndrico de aço, fixado no cabeçote móvel do equipamento, com peso de compressão programada para 2 kg. Este teste foi conduzido com base na compressão sobre a mostra, sendo considerada a razão entre as medidas de altura da amostra, imediatamente antes e após a compressão.

Foram feitas cinco medidas de textura para cada amostra em temperatura ambiente.

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.

3.9 Análise estatística

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo e os tratamentos dispostos no esquema fatorial 3 x 4 períodos (3, 20, 40, 60 dias). Os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F. Quando o teste F for significativo ao nível de 5%, a análise estatística tem continuidade através do teste de Regressão e Tukey.

As análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição físico-química do leite

A composição físico-química do leite influencia a composição final do queijo. Para eliminar a influência que o leite poderia causar nos queijos, foi utilizado, em todos os tratamentos, o mesmo leite, proveniente do mesmo silo, o qual foi dividido e distribuído em 3 tanques, nos quais receberam as diferentes concentrações de WPC.

Os resultados das análises físico-químicas dos leites com e sem adição de WPC encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2 Valores médios dos parâmetros físico-químicos dos leites utilizados para a fabricação dos queijos.

Parâmetros	Teor de gordura do leite (%)		
	1,4 ¹	1,8 ²	3,6
PH	6,65 a	6,45 a	6,62 a
Acidez (°D)	17 a	16 a	15 a
Sólidos Totais (%)	10,5 c	10,93 b	12,4 a
Densidade	1,034 a	1,034 a	1,031 b
Crioscopia (°H)	0,549 a	0,550 a	0,549 a
Proteína Total (%)	3,55 a	3,53 a	3,4 a
Sólidos desengordurados (%)	9,1 a	9,13 a	8,8 a

¹Adicionado de 0,4% de WPC

²Adicionado de 0,3% de WPC

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores médios obtidos de 3 fabricações

Na Tabela 2 observou-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) apenas nos teores de sólidos totais e densidade. Os leites com 1,4 e 1,8 % de gordura apresentaram menores teores de sólidos totais, quando comparados com o leite controle, porque a quantidade de gordura removida deste leite foi em proporções maiores do que o WPC adicionado. A densidade é uma propriedade coligativa do leite, levando-se em consideração a densidade específica de cada componente e a sua concentração no leite. Dois fatores contribuíram para a maior densidade dos leites com teores reduzidos de gordura: a diminuição da concentração de gordura (densidade 0,930), que é o componente de menor densidade do leite; e o aumento de sólidos desengordurados pela adição de WPC, que possui densidade elevada.

Os teores de sólidos desengordurados foram ligeiramente alterados nos leites com teores de gordura reduzidos em função da adição de WPC, que possui uma baixa concentração de gordura em relação aos sólidos desengordurados. Com relação às outras variáveis analisadas, como pH, acidez, crioscopia, proteínas e sólidos desengordurados, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$). Entretanto, observa-se uma ligeira elevação do teor de proteínas e, por consequência, da acidez titulável à medida que se elevou a concentração de WPC no leite.

4.2 Composição do soro

A análise físico-química do soro é importante, porque através dela podem ser determinadas as perdas dos constituintes do leite durante a fabricação e, juntamente com os dados do leite, pode determinar a quantidade de componentes que ficaram retidos na coalhada.

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios das características físico-químicas do soro dos três tratamentos.

TABELA 3 Valores médios das características físico-químicas dos soros obtidos dos queijos elaborados com leites com 3,6, 1,4 e 1,8% de gordura.

Parâmetros	Teor de gordura do leite		
	1,4 ¹	1,8 ²	3,6
pH	6,42 a	6,44 a	6,54 a
Acidez (°D)	12 a	12 a	11 a
Sólidos totais (%)	7,38 a	7,35 a	7,8 a
Gordura (%)	0,3 b	0,3 b	0,8 a
Densidade	27,2 a	27,1 a	26,97 a
Proteína total (%)	1,12 a	1,13 a	1,08 a
Nitrogênio Solúvel (%)	2,86 a	2,87 a	2,8 a
Sólidos Desengordurados (%)	7,08 a	7,05 a	7,0 a

¹ 0,4% de WPC

² 0,3% de WPC

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Valores médios obtidos de 3 fabricações

O coalho, ao atuar sobre a caseína do leite, permite a formação de uma malha protéica (paracaseinato de cálcio) na qual são aprisionados os demais componentes do leite, entre eles a gordura. Dessa forma, os leites com teores de gordura mais baixos apresentaram uma maior relação caseína/gordura, que permite a formação mais eficiente da rede protéica e, em consequência, uma menor quantidade de gordura é liberada no soro.

Os soros dos queijos com teores reduzidos de gordura e o controle (Tabela 3) apresentaram características normais de composição do soro dos queijos Prato tradicionais, com exceção de gordura. O leite controle possui um teor de gordura mais alto e, conseqüentemente, deveria perder mais gordura durante o corte da coalhada.

Os WPCs possuem uma alta concentração de proteínas solúveis devido ao processo de obtenção (proteínas do soro). O caráter hidrofílico dessas proteínas sugere que as mesmas fossem completamente arrastadas pelo soro durante o processo de fabricação, gerando valores mais elevados se comparados aos do soro proveniente do leite sem nenhuma adição. Entretanto, isso não foi observado neste trabalho, uma vez que os soros dos três tratamentos não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$) quanto aos teores de proteínas solúveis. Provavelmente, esse fato ocorreu em função de mudanças tecnológicas no processo tradicional de fabricação do queijo (15 horas de repouso do leite adicionado de WPC e pasteurização lenta), o que permitiu uma desnaturação dessas proteínas e uma maior hidratação, levando a uma interação com a caseína e provocando maior retenção na malha caseínica.

4.3 Composição do queijo

Na Tabela 4 são apresentados os resultados das análises físico-químicas dos queijos (3 dias após a fabricação) elaborados com leites padronizados a 3,6, 1,8 e 1,4% de gordura, sendo os dois últimos adicionados de 0,3 e 0,4% de WPC, respectivamente.

Observou-se que os queijos fabricados com leites com reduzidos teores de gordura e adicionados com WPC apresentaram um teor de umidade mais elevado em relação ao queijo controle. Isso aconteceu em função do WPC possuir uma alta capacidade de retenção de água, sendo, inclusive, essa característica, a que o torna um produto de grande importância na indústria de alimentos.

TABELA 4 Composição físico-química média dos queijos elaborados com leites com 3,6, 1,4 e 1,8% de gordura após 3 dias de fabricação

Parâmetros	Teor de gordura do leite (%)		
	1,4 ¹	1,8 ²	3,6
Umidade	47,42 a	48,36 a	44,49 b
Cloreto de sódio (%)	1,48 a	1,42 a	1,32 a
Gordura (%)	14,33 c	17,17 b	27,04 a
Aw	0,982 a	0,984 a	0,983 a
Sólidos desengordurados (%)	38,25 a	34,47 a	29,25 b
Gordura no extrato seco (G.E.S)	27,25 c	33,24 b	48,71 a
Sal na umidade (%)	3,13 a	2,92 a	2,99 a
Proteína Total (%)	29,45 a	30,63 a	28,56 b

¹ 0,4% de WPC ² 0,3% de WPC

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Valores médios obtidos de 3 fabricações

É importante ressaltar que a umidade mais alta nos queijos não acarreta prejuízos porque é compensada pelo menor teor de gordura. Sabidamente, queijos com reduzido teor de gordura possuem uma massa endurecida e sem plasticidade. Esses efeitos são corrigidos e amenizados pela utilização de WPC devido às suas propriedades funcionais, principalmente a grande capacidade de retenção de água. Com a sua utilização, pode-se fabricar um queijo com um maior teor de umidade, tornando o produto mais macio e de mais alta plasticidade, compensando o impacto negativo da remoção de gordura.

Seria possível aumentar o teor de umidade do queijo simplesmente modificando a tecnologia da fabricação; nesse caso, entretanto, essa água estaria livre, o que diminuiria a consistência do produto mas acarretaria defeitos, como, por exemplo, a dessoragem do produto e um menor tempo de conservação. Esses

problemas são minimizados pela utilização de WPC, pois, nesse caso, a água está ligada ao produto, fazendo as suas funções de melhoria da plasticidade e consistência. Dessa forma, não se separará e nem será utilizada pelos microorganismos.

Outro fator observado foi o ligeiro aumento da porcentagem de cloreto de sódio dos queijos com reduzido teor de gordura e adicionados de WPC. Segundo Alais (1984), a salga é um processo de difusão inversa no qual o sal penetra na massa do queijo ao mesmo tempo em que uma certa quantidade de água sai para a salmoura. Dessa forma queijos com teores de umidade mais elevados possuem invariavelmente uma maior capacidade de absorção de sal, o que não significa necessariamente maior teor de sal na umidade.

Os tratamentos não apresentaram diferenças nas suas concentrações de cloreto de sódio; a atividade de água não apresentou diferença significativa em função das diferenças dos teores de umidade que levou os mesmos valores de sal na umidade dos queijos. A concentração de sal na umidade (Tabela 4) não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$). Os teores de sal e atividade de água encontrados neste trabalho estão dentro dos níveis encontrados por Furtado & Lourenço Neto (1979), sendo que estes valores não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P>0,05$).

Os teores de gordura dos queijos foram proporcionais aos teores de gordura dos leites. Os valores de gordura 14,3% e 17,17% estão fora dos padrões legais estabelecidos para o queijo Prato. Entretanto, quando se fabricam queijos com teores reduzidos de gordura, esses devem ser considerados como novos produtos, carecendo, evidentemente, de novo regulamento técnico de identidade.

De uma maneira geral, o queijo pode ser dividido em 3 partes: água, gordura e sólidos desengordurados. O espaço deixado pela remoção da gordura do queijo é normalmente preenchido pelos sólidos desengordurados. A água terá pouca influência, já que a sua concentração na massa do queijo é determinada no

processo de fabricação.

Os Tratamentos com 1,4 e 1,8 % de gordura apresentaram teores de sólidos desengordurados de 9,78 e 6 %, respectivamente, a mais do que o controle. Deve-se levar em consideração que o WPC é formado, na sua maioria, por de substâncias não gordurosas que contribuem potencialmente para o aumento de sólidos desengordurados do queijo.

4.4 Evolução do pH dos queijos

São expressos, na Figura 3, os dados da evolução do pH dos queijos, determinados 3, 20, 40 e 60 dias após a fabricação. Observou-se uma ligeira elevação do pH durante os 60 dias de maturação em todos os tratamentos. Os tratamentos com 3,6% de gordura apresentaram uma tendência a pH mais baixo, embora não diferenciando estatisticamente dos tratamentos com teores de gordura reduzido ($P>0,05$); esses valores se mantiveram próximos à faixa normal de pH para esse tipo de queijo. Comparando os tratamentos, verificou-se que o queijo fabricado com 3,6 % de gordura teve uma tendência de pH inferior aos outros tratamentos, supostamente devido à maior concentração de sólidos desengordurados dos outros tratamentos (1,4 e 1,8% de gordura), admitindo-se que a massa desses queijos possua uma maior capacidade tamponante.

Segundo Farkey & Fox (1990), durante a maturação o pH do queijo aumenta devido à formação de compostos nitrogenados alcalinos ou devido ao catabolismo do ácido láctico. Pode se verificar que em todos os tratamentos houve uma evolução normal do pH dos queijos. Todas as médias de pH demonstraram que houve uma boa capacidade proteolítica (Figura 03 e 04), o que provavelmente provocou a liberação de compostos aminados.

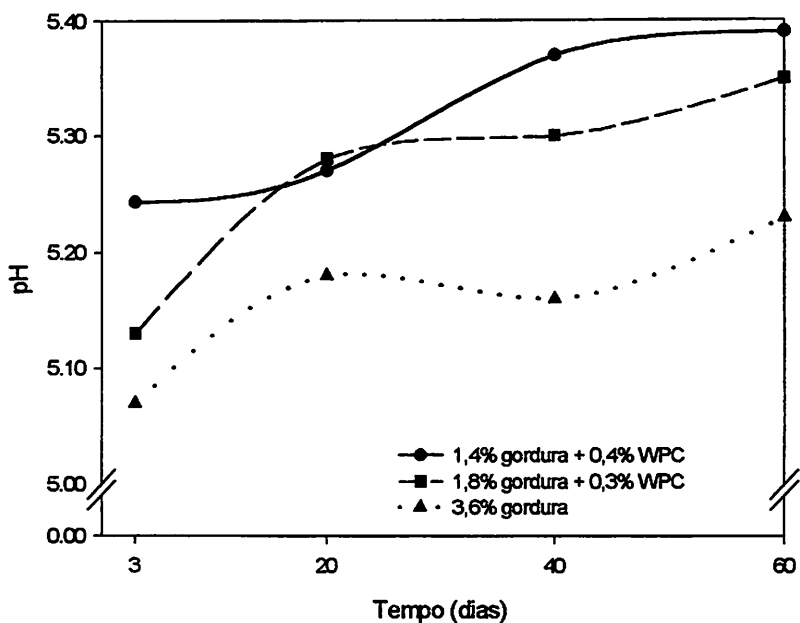


FIGURA 3 Evolução do pH em queijos Prato com teor reduzido de gordura e controle durante o período de maturação.

4.5 Maturação

4.5.1. Índice de extensão da maturação

Os índices de proteólise, extensão (NS/NT) e profundidade de maturação (NNP/NT) e os teores de tirosina são utilizados como indicadores do processo de maturação dos queijos. Através desses dados, pode-se conhecer a atividade proteolítica do coalho e do fermento.

A extensão de maturação expressa a quantidade dos componentes nitrogenados solúveis (NS) acumulados no queijo durante o processo de maturação, sendo que esse índice é expresso como porcentagem do nitrogênio total (NT). Como o WPC é formado na sua maior parte por proteínas solúveis, a determinação do índice de extensão da maturação dará sempre valores menores

que o real, uma vez que as proteínas solúveis do WPC serão incorporadas como NT e no processo de precipitação a pH 4,6, para determinação de NS, a maior parte dela ficará adsorvida à caseína coagulada.

Na Figura 4 são apresentadas as alterações nas frações nitrogenadas (relação entre o nitrogênio solúvel a pH 4,6 e o nitrogênio total) nos queijos Prato durante o período de maturação a 10 à 14°C por 60 dias.

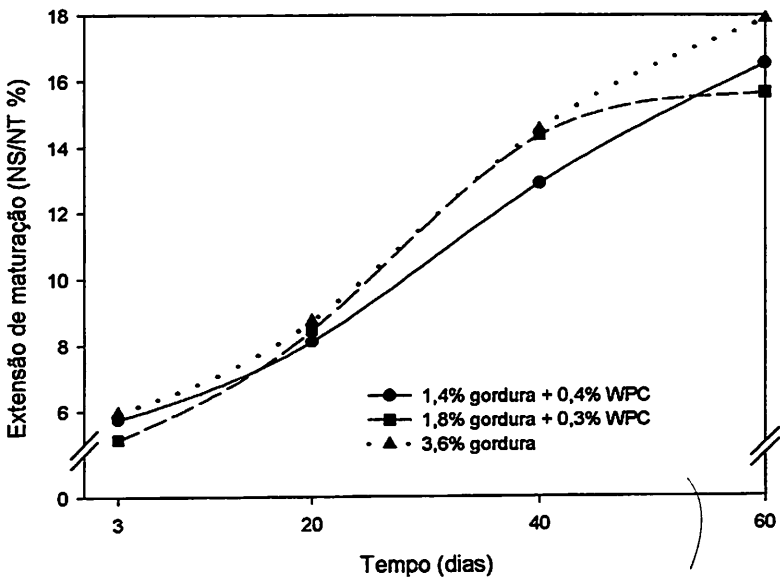


FIGURA 4 Valores médios de extensão de maturação de queijos Prato elaborados com 1,4, 1,8 e 3,6% de gordura durante o período de maturação.

Observou-se que há diferença significativa dos índices de extensão da maturação ao longo do tempo de maturação devido ao aumento progressivo da solubilização protéica (em pH 4,6) por ação do coalho, mas não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Nos tratamentos 1,4 e 1,8% de gordura houve uma adição de WPC, que é rico em NS, o que explica a alta

concentração de NS observada nestes tratamentos.

Quando se adiciona WPC no leite, ele se soma ao NT, e ao se calcular por fórmula o NT dos queijos com gordura reduzida, este se apresenta maior do que o NT do queijo controle; os índices de extensão e profundidade de maturação apresentam níveis mais baixos, dando a impressão menor maturação. As proteínas do soro não são degradadas pelo coalho e em geral não contribuem para a maturação (Furtado, 2001).

4.5.2 Profundidade da proteólise

O índice de profundidade de maturação de queijos expressa o percentual de compostos nitrogenados de baixo peso molecular em relação ao nitrogênio total do queijo. Este índice é diretamente relacionado à ação de enzimas bacterianas que atuam sobre os macropeptídeos liberados principalmente pela ação de enzimas do coalho. Essa ação leva à formação de compostos nitrogenados de menor peso molecular, podendo chegar até a aminoácidos, ou seja, quanto maior o índice de profundidade, maior é o grau de maturação do queijo (Wofschoon-Pombo & Lima (1989); Farkey & Fox (1990)).

Na Figura 5 são apresentados os dados referentes aos índices de profundidade da proteólise (NNP/NT) dos queijos obtidos após 3, 20, 40 e 60 dias de fabricação

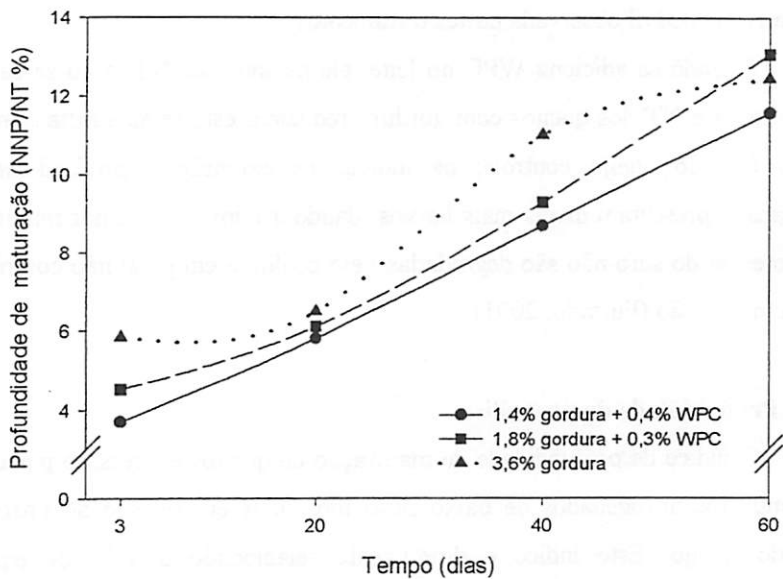


FIGURA 5 Índice de profundidade de maturação de queijos Prato elaborados com 1,4, 1,8 e 3,6% de gordura durante o período de maturação.

Os índices de profundidade de maturação aumentaram linearmente com o tempo de maturação, não diferindo significativamente entre os tratamentos ($P < 0,05$). Do mesmo modo como para a extensão de maturação, não se pode fazer uma comparação entre os tratamentos devidos aos problemas analíticos citados anteriormente (adsorção das proteínas solúveis sobre as caseínas).

4.5.3 Índice de tirosina

A liberação dos aminoácidos tirosina e triptofano no queijo é uma consequência da ação das enzimas do coalho, principalmente das enzimas microbianas, sobre as proteínas e peptídeos do queijo, sendo que a sua presença em maior ou menor quantidade indica o grau de maturação do queijo.

Na Figura 6 são apresentadas as evoluções dos índices de tirosina dos tratamentos durante o período de maturação.

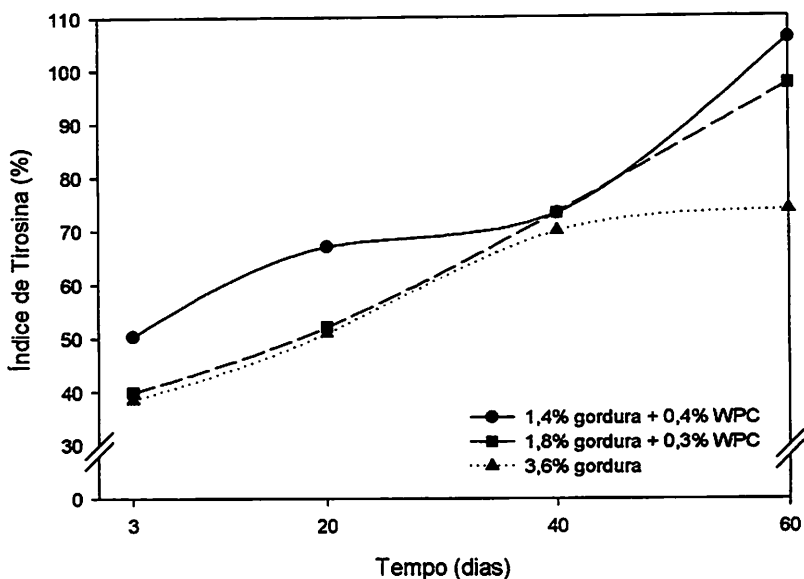


FIGURA 6 Índice de tirosina em queijos Prato elaborados com leites com 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura durante o período de maturação.

Os teores de tirosina entre os tratamentos durante o período de maturação não apresentaram diferenças significativas entre si ($P > 0,05$). Os teores de tirosina aumentaram linearmente com a idade de maturação. O aumento de tirosina se deve à ação das peptidases do fermento láctico sobre os peptídeos, originados principalmente da ação do coalho, formando mais compostos de baixo peso molecular. Previsivelmente, os índices de tirosina nos queijos elaborados com WPC apresentaram valores mais elevados do que o queijo controle. Isso se deve à presença de proteínas solúveis do WPC, as quais apresentam quantidades consideráveis de tirosina que elevam esses índices.

4.6 Rendimento

4.6.1 Rendimento dos queijos em litros de leite por quilo de queijo (L/kg e L/kgA) e o coeficiente GL

Uma das maiores preocupações da indústria laticinista, principalmente das fábricas de queijos, se refere ao rendimento do leite em queijos.

A gordura é um dos principais componentes do queijo, participando com cerca de quase 50% dos sólidos totais. Além disso, as transições de gordura do leite para o queijo possuem valores elevados. Com isso, a gordura afeta diretamente o rendimento do leite em queijos. Esse fato deixa claro que na composição dos resultados desse trabalho, a simples avaliação da quantidade de litros de leite para cada quilo de queijo não é adequado.

Na Tabela 5 estão apresentados os rendimentos médios das fabricações dos queijos em litros de leite por quilo de queijo (L/kg), litros de leite por quilo de queijo ajustado (L/kg A) e ST/litro de leite (Coeficiente GL), no dia da fabricação e antes da salga.

TABELA 5 Rendimento médio das fabricações dos queijos em litros de leite por quilo de queijo(L/kg e L/kgA) e o coeficiente GL. no dia da fabricação antes da salga.

Parâmetros	Teor de gordura do leite (%)		
	1,4 ¹	1,8 ²	3,6
L/Kg	11,63 a	10,98 b	9,16 c
L/KgA	11,73 a	11,28 a	8,76 b
Coeficiente GL	45,22 b	47,02 b	60,62 a

¹ 0,4% de WPC, ² 0,3% de WPC

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores médios obtidos de 3 fabricações.

Embora os tratamentos com 1,4 e 1,8% de gordura tenham sido acrescidos de WPC, isso não foi suficiente para compensar a remoção de gordura no que diz respeito à quantidade de leite por quilo de queijo, pois a quantidade de gordura removida foi muito maior que o WPC adicionado.

Analisando os dados apresentados na Tabela 5, observou-se que os tratamentos com teor reduzido de gordura apesar de terem uma umidade mais alta (Tabela 4) e terem apresentado uma menor perda de gordura no soro e a gordura ter sido substituída por proteínas do soro (WPC), o rendimento dos queijos foi previsivelmente mais baixo em relação ao queijo controle.

Os leites com 1,4 e 1,8% de gordura tiveram a sua gordura reduzida em 50 e 61%, respectivamente. Isso causou um grande impacto na quantidade de litros de leite por quilo de queijo, pois a gordura representa cerca de 50% dos sólidos totais do leite e uma transição de cerca de 88,00 a 86,4% (Tabela 6). Por outro lado, o WPC adicionado, cerca de 0,3 e 0,4% do leite, é correspondente a um acréscimo de apenas 3,4 e 4,5 % nos sólidos desengordurados, sendo que os sólidos desengordurados possuem uma taxa de transição muito menor que a da gordura (Tabela 6). Isso faz com que uma avaliação de rendimento seja muito mais eficiente e forneça maiores resultados quando os cálculos são feitos em função das taxas de transição de gordura, sólidos totais e sólidos desengordurados.

O queijo controle apresentou o maior coeficiente GL e o melhor rendimento L/kg (Tabela 5), o que é confirmado quando os queijos são convertidos matematicamente para um mesmo teor padrão de umidade, (neste caso escolhemos 47% de umidade) conforme fórmula descrita por Furtado (1998).

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).

4.6.2 Transição de gordura e ST e SD do leite para o queijo

Nas cifras de transição dos componentes do leite para o queijo, Furtado & Wolfschoon-Pombo (1979) obtiveram os seguintes resultados no queijo Prato: gordura 83,80%; lactose 7,39%; cinzas 36,81%; sólidos totais 50,03%; sólidos desengordurados 37,78%.

Na Tabela 6 são apresentados os índices de transição de gordura, sólidos totais e sólidos desengordurados do leite para o queijo.

TABELA 6 Valores médios de transição de gordura e sólidos totais e sólidos desengordurados do leite para o queijo

Parâmetros	Teor de gordura do leite (%)		
	1,4 ¹	1,8 ²	3,6
Transição de gordura (%)	88,00 a	86,84 a	80,88 b
Transição de Sólidos totais (%)	43,07 b	43,09 b	48,89 a
Transição de sólidos desengordurados (%)	36,20 a	34,40 a	36,15 a

¹ 0,4% de WPC ² 0,3% de WPC

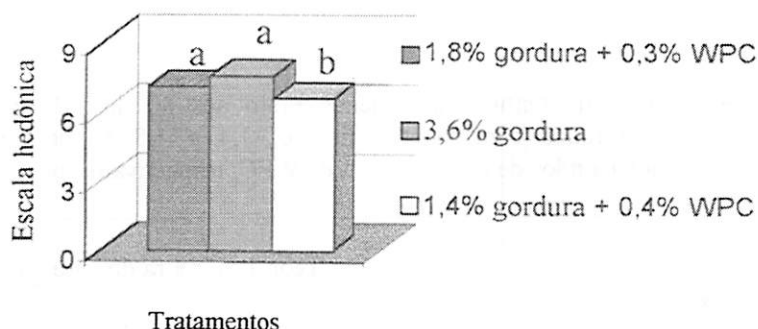
Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Valores médios obtidos de 3 fabricações.

Observou-se que a porcentagem de transição de gordura do queijo controle em relação aos queijos fabricados com leite com 1,4 e 1,8 % de gordura é menor devido à maior perda de gordura no soro; estatisticamente não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$).

Quanto ao teor de transição de sólidos totais dos queijos houve diferença significativa dos tratamentos com gordura reduzida e o controle ($P < 0,05$). O queijo controle apresentou uma maior transição de sólidos totais.

4.7 Análise sensorial

Através da análise sensorial (Figura 7), observou-se que os tratamentos 3,6 e 1,8% de gordura apresentaram, estatisticamente, a mesma aceitação ($P>0,05$), sendo viável, do ponto de vista econômico, o emprego do tratamento 1,8% de gordura. O tratamento com 1,4% de gordura não apresentou boa aceitação, verificando-se que a elaboração desse queijo pode não ser viável. A remoção da gordura causa vários problemas na textura do queijo, sendo isso um dos fatores que ocasionaram a baixa aceitação do tratamento 1,4. Sendo assim, apenas a adição de WPC não foi suficiente para melhorar a textura deste produto.



Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores médios obtidos de 3 fabricações.

FIGURA 7 Aceitação média dos queijos Prato aos 30 dias de maturação

4.8 Perfil de textura

A remoção da gordura causa, invariavelmente, modificações em várias características reológicas do queijo. Para solucionar ou pelo menos minimizar esse problema, deve se fazer algumas modificações tecnológicas. O aumento do

conteúdo de umidade do queijo é uma prática viável, entretanto esse fato tem implicações legais, o que seria facilmente contornado pelas criações de padrões específicos para esse novo produto. Outra modificação seria o aumento de sal na água de lavagem da massa, pois há uma troca entre o K e Na e esse último tem maior capacidade de retenção de água. A umidade mais alta nos queijos com baixos teores de gordura não suavizou esta matriz protéica. A remoção da gordura alterou a matriz de proteína, o que resultou num aparecimento mais denso e compacto, com espaços menos abertos, que seriam ocupados pelos glóbulos de gordura do leite.

Os dados referentes ao perfil de textura dos queijos aos 30 dias de maturação elaborados com 1,4, 1,8 e 3,6% de gordura encontram-se na Tabela 7.

TABELA 7 Perfil de textura dos queijos Prato aos 30 dias de maturação elaborados com leites com 3,6; 1,4 e 1,8 % de gordura e adicionados de 0; 0,3 e 0,4% de WPC, respectivamente.

Parâmetros	Teor de gordura do leite (%)		
	1,4 ¹	1,8 ²	3,6
Dureza	19,20 a	13,62 b	10,90 c
Fraturabilidade	0,235 a	0,229 a	0,230 a
Adesividade	-0,166 a	-0,218 a	0,265 a
Elasticidade	1,08 a	1,038 a	1,040 a
Coesividade	0,69 a	0,703 a	0,746 b
Gomosidade	14,99 a	9,19 b	8,23 b
Mastigabilidade	13,55 a	10,15 b	8,2 c

¹ 0,4% de WPC ² 0,3% de WPC

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores médios obtidos de 3 fabricações.

A coesividade, gomosidade (que deriva da coesividade e da elasticidade), dureza e mastigabilidade apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$). O tratamento 1,8 não diferiu estatisticamente do queijo controle ($P > 0,05$). O tratamento com 1,4% de gordura apresentou maiores teores de dureza, comparado com o queijo controle. Com a diminuição da gordura, diminuiu também a coesividade do queijo ($P > 0,05$). Com o aumento da concentração da proteína e da umidade do queijo com baixo teor de gordura, esperava-se um produto mais firme do que o controle, o que foi confirmado neste trabalho pela análise estatística.

A elasticidade, a fraturabilidade e a adesividade não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$).

De acordo com Bryant (1995), a redução de gordura sem qualquer alteração no processo tecnológico provoca o queijo uma textura mais dura e borrachenta, ocorrendo também uma redução na adesividade e coesividade. Os queijos elaborados com leites contendo 1,4% de gordura tiveram as suas características reológicas muito alteradas, tornando-os comercialmente inviáveis, o que foi comprovado pelos testes de aceitação. Novos trabalhos deveriam ser conduzidos com modificações na tecnologia de fabricação para melhorar a aceitação do produto (Figura 7), tendo em vista que esse queijo alcançou escore muito baixo.

Observou-se uma ligeira tendência nos tratamentos com 1,8% de gordura (Tabela 7), de maior dureza, maior coesividade, gomosidade e mastigabilidade, quando comparado com o queijo controle, o que poderia ser facilmente corrigido com algumas modificações nas técnicas de fabricação. Da mesma forma, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) na aceitação dos tratamentos com 1,8 e 3,6% de gordura (Figura 7), sendo a textura do queijo um dos principais fatores que influênciam a aceitação deste produto.

5 CONCLUSÕES

- Embora as proteínas do WPC sejam na sua grande maioria solúveis, boa parte delas ficou retidas na malha caseínica; essa retenção contribuiu para aumentar a capacidade de retenção de água dos queijos, melhorando sua textura e consistência;
- Os teores de gordura dos queijos foram proporcionais aos teores de gordura do leite;
- O pH dos queijos aumentou linearmente durante a maturação, do mesmo modo como os índices de maturação (extensão, profundidade);
- Os índices de tirosina foram maiores com a utilização de WPC em função desse produto ser uma fonte considerável desse aminoácido;
- Considerando litros de leite por quilo de queijo, o tratamento controle apresentou um maior rendimento;
- Considerando a aceitação dos queijos, os tratamentos com leite integral (3,6% de gordura sem adição de WPC) e com 1,8% de gordura (adicionado de 0,3% WPC) tiveram a mesma aceitação pelo painel sensorial. O tratamento com 1,4 % de gordura (adicionado de 0,4% de WPC) não obteve uma aceitação boa devido a problemas texturais e de consistência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L. R. Comunicação Pessoal (2002).
- ALAIS, C. *Science du lait: principes des techniques laitières*. 4. ed. Paris: Sepaic, 1984. 814 p.
- ALVES, N. A. *Utilização de leite reconstituído na fabricação de queijo Prato*. 1999. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- AMIOT, J. *Ciência y tecnologia de la leche*. Zaragoza: Acribia, 1991. 547 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 12. ed. Washington, 1995. 1094 p
- BANKS, J. M.; BRECHANY, E. Y.; CHRISTIE, W. W. The production of low fat Cheddar cheese types. *Journal of Society of Dairy Technology*, Huntingdon, v. 42, n. 1, p. 6-9, Feb. 1989.
- BRASIL. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. *Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes II. Métodos físico-químicos*. Brasília-DF, 1985.
- BRYANT, A.; STEFFE, J. Texture of cheddar cheeses as influenced by fat reduction. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 60, n. 6, p. 1216-1220, June 1995.
- COBUCCI, R. M. A. *Utilização de *Lactobacillus casei* na elaboração de queijo Saint-Paulin com baixo teor de gordura*. 1995. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- DALLAS, P.; LANGRACE, V. Ingredientes Inovadores oferecem vantagens. *Leite e Derivados*, São Paulo, v. 7, n. 39, p. 60-64, mar./abr. 1998.
- DESMAZEAUD, M. J.; GRIPON, J. C. General mechanism of protein breakdown during cheese ripening. *Milchwissenschaft*, Munchen, v. 32, n. 12, p. 731-734, Dec. 1977.

FARKEY, N. Y.; FOX, P. F. Objective index of cheese ripening. **Trends in Food Science e Technology**, London, v. 2, n. 3, p. 37-40, Mar. 1990 .

FOLEGATTI, M. L. S. Avaliação do uso de quimosina produzida por *Aspergillus niger* (var. *awamori*) na fabricação do queijo tipo Prato. 1994. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade de Campinas, Campinas, SP.

FOX, P. F. Proteolysis during cheese manufacture and ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 6, p. 1379-1400, June 1989.

FURTADO, M. M. A arte e a ciência do queijo. 2. Ed. São Paulo: Globo, 1991. 297 p.

FURTADO, M. M. 2001 Comunicação pessoal.

FURTADO, M. M. O rendimento da fabricação de queijos: métodos para avaliação e comparação. Parte 2. **Informativo Ha-la Biotec**, São Paulo, n. 44, p. 2-3, mar. 1998.

FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. de M. Estudo rápido sobre a composição média dos queijos Prato e Minas no mercado. **Boletim do Leite**, Rio de Janeiro, n. 605, p. 4-10, mar. 1979.

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

FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. de M. O rendimento na fabricação de queijos. **Informativo Ha-la Biotec**, São Paulo, n. 4, p. 2, jul. 1991.

FURTADO, M. M.; PARTRIDGE, J. A. Characterization of nitrogen fractions during ripening of a soft cheese made from ultrafiltration retentates. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71 , n. 11, p. 2871-2884, Nov. 1988.

GRIPON, J. C.; DESMAZEAUD, M. J.; LE BARS, D.; BERGERE, J. L. Étude du rôle des microorganismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. Influence de la pression commerciale. **Le Lait**, Paris, v. 55, n. 548, p. 502-515, 1975.

GUINEE, T. P.; FENELON, M. A.; MULHOLLAND, et al. The influence of milk pasteurization temperature and pH at curd milling on the composition, texture and maturation of reduced fat Cheddar cheese. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 1, p. 1-10, Feb. 1998.

GUTIERREZ, E. M. R. **Efeito Gama na maturação do queijo Prato**. 2001. 112 p. Dissertação (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP.

HINRICHS, J. Incorporation of whey protein in cheese. **International Dairy Journal**, Huntingdon, v. 11, n. 4/7, p. 495-503, Sept. 2001.

HUGUNIN, A. O uso de produtos de soro em iogurtes e produtos lácteos fermentados. **Leite e Derivados**, São Paulo, v. 8, n. 46. p. 22-33, maio/jun. 1997.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos I. A. L. 3. ed.** São Paulo, 1985. 533 p.

JAMELSON, G. W. Cheese with less fat. **The Australian Journal of Dairy Technology**, Highett, v. 73, p. 93-98, 1990.

JOHNSON, K. T.; HILL Jr, C. G. Eletrodialysis of raw whey and whey fractionated by reverse osmosis and ultrafiltration. **Journal the Food of Science**, Chicago, v. 41, n. 4, p. 770-777, July/Aug. 1976.

KOSIKOWSKY, F. **Cheese and fermented milk foods**. 2. ed. Ann Arbor: Edwards, 1977. 711 p.

LAWRENCE, R. C.; CREAMER, L. K.; GILLES, J. Symposium: cheese ripening technology. texture development during cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 25. 333-25, 420, Oct. 1986.

MARCOS, A.; ESTEBAN, M. A. Water activity and chemical composition of cheese. **Indian Journal f Dairy Science**, New Delhi, v. 64, n. 42, p. 622-626, 1981.

MELLO, E. M. **Obtenção e caracterização de concentrado protéico de soro de queijo por ultrafiltração**. Campinas: UNICAMP, 1989. 118 p.

MISTRY, V. V.; KASPERSON, K. M. Influence of salt on the quality of reduced fat cheddar cheese. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 5, p. 1214-1221, May 1998.

MOOR, C. V. Composition, physicochemical and functional properties of reference whey protein concentrates. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 50, n. 5, p. 1406-1412, Sept./Oct. 1995.

MOSQUIM, M. C. A. V. Propriedades funcionais do soro de queijo. In: **ENCONTRO DIVITAL DE TECNOLOGIA DE LATICÍNIOS 3.**, 1996., Viçosa, MG. **Aproveitamento de tecnologia racional de efluentes em laticínios.** Viçosa: UFV, 1996.

OLSON, N. F.; JOHNSON, M. E. Low fat cheese technology. **Food Engineering International**, New York, v. 15, n. 10, p. 31-37, Oct. 1990.

PAOLUCCI, A. A. P. **Formulação de um meio de cultura à base de soro de queijo para a produção de *Lactococcus lactis ssp. lactis*.** 1991. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

REDUCED-FAT, Cheese: seminar covers everything from market to manufacture. **The Cheese Reporter**, Washington, v. 10, n. 1, p. 10-11, 1991.

SCHIMIDT, R. H.; PACKARD, S. V.; MORRIS, H. A. Effect of processing on whey protein functionality. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 11, p. 2723-2733, Nov. 1984.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos.** São Paulo: Ed. Varela, São Paulo, 1996. 79 p.

VAKALERIS, D. G.; PRICE, W. V. A rapid spectrophotometric method for measuring cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 42, n. 2, p. 264-276, Feb. 1959.

WANDECK, F. A. Aspectos bioquímicos da maturação de queijos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 27 n. 164, p. 1-9, set./out. 1972.

WOLFSCHOON-POMBO, A. F. Extensão e profundidade de proteólise no queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 44, n. 261-266, p. 50-54, jan./dez. 1989.

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

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

ANEXOS

ANEXO A

	Página
FIGURA 1a Viabilidade econômica do queijo Prato controle e com teores reduzidos de gordura.....	59

FIGURA 1A Viabilidade econômica do queijo Prato controle e com teores reduzidos de gordura.

Gordura - Creme

1000 L leite -1,8% gordura = 18 kg gordura

1 kg gordura = R\$ 2,50 x 18kg= R\$ 45,00

WPC = \$5,25= R\$ 12,86

Fabricação: 0,3% WPC _____ R\$ 38,58 (3 kg x R\$12,86)

18 kg gordura _____ R\$ 45,00 (creme vendido)

R\$ 6,42 Receita

Fabricação – 1000 litros de leite

Queijo 3,6 – 109,17 kg (9,16 L/kg) x R\$6,00 (preço do queijo) =R\$ 655,02

Queijo 1,8 – 91,07 kg (10,98 L/kg) x R\$ 7,20 (preço do queijo + 20%) =

R\$ 655,70 + R\$ 6,42 (wpc- creme)= R\$ 662,12

Queijo 1,4 – 85,98 kg (11,63L/kg) x R\$7,20 = R\$ 619,05+R\$ 3,56= R\$

622,61

Dados Referentes ao mês de dezembro de 2001:

1\$ = R\$ 2,45

gordura (creme)= R\$ 2,50

Kg queijo= R\$ 6,00

WPC kg = \$ 5,25

ANEXO B

	Página
TABELA 1B	Resumo da análise de variância para os valores de proteína nos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura..... 64
TABELA 2B	Resumo da análise de variância para os valores de densidade nos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura..... 64
TABELA 3B	Resumo da análise de variância para os valores de pH dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura..... 65
TABELA 4B	Resumo da análise de variância para os valores de acidez titulável dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% gordura 65
TABELA 5B	Resumo da análise de variância para os valores de sólidos totais dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura 66
TABELA 6B	Resumo da análise de variância para os valores de crioscopia dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura..... 66
TABELA 7B	Resumo da análise de variância para os valores de gordura dos soros dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura..... 67
TABELA 8B	Resumo da análise de variância para os valores de pH dos soros dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura..... 67
TABELA 9B	Resumo da análise de variância para os valores de acidez titulável dos soros dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura..... 68
TABELA 10B	Resumo da análise de variância para os valores de densidade dos soros dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura..... 68

TABELA 11B	Resumo da análise de variância para os valores de sólidos totais dos soros dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	69
TABELA 12B	Resumo da análise de variância para os valores de proteína dos soros dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	69
TABELA 13B	Resumo da análise de variância para os valores de pH dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	70
TABELA 14B	Resumo da análise de variância para os valores de Gordura dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	70
TABELA 15B	Resumo da análise de variância para os valores de umidade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	71
TABELA 16B	Resumo da análise de variância para os valores de sólidos totais dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	71
TABELA 17B	Resumo da análise de variância para os valores de atividade de água dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	72
TABELA 18B	Resumo da análise de variância para os valores de rendimento dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	72
TABELA 19B	Resumo da análise de variância para os teores de sal dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	73
TABELA 20B	Resumo da análise de variância para os valores de gordura no extrato seco dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4,1,8 e 3,6% de gordura.....	73

TABELA 21B	Resumo da análise de variância para os valores de Rendimento (l/kgA)dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	74
TABELA 22B	Resumo da análise de variância para os teores de proteína dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4,1,8 e 3,6% de gordura.....	74
TABELA 23B	Resumo da análise de variância para os teores de sal na umidade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	75
TABELA 24B	Resumo da análise de variância para os teores de tirosina dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	75
TABELA 25B	Resumo da análise de variância para os teores de extensão de maturação dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4, 1,8 e 3,6% de gordura.....	76
TABELA 26B	Resumo da análise de variância para os teores de profundidade de maturação dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4;1,8 e 3,6% de gordura.....	76
TABELA 27B	Resumo da análise de variância para os teores de sólidos desengordurados dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4;1,8 e 3,6% de gordura.....	77
TABELA 28B	Resumo da análise de variância para os teores de transição de sólidos desengordurados dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	77
TABELA 29B	Resumo da análise de variância para os teores de transição de sólidos totais dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4;1,8 e 3,6% de gordura.....	78
TABELA 30B	Resumo da análise de variância para os teores de transição de gordura dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4;1,8 e 3,6% de gordura.....	78

TABELA 31B	Resumo da análise de variância para os teores de Sólidos totais/ litro dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	79
TABELA 32B	Resumo da análise de variância para os valores de dureza dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	79
TABELA 33B	Resumo da análise de variância para os valores de fraturabilidade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	80
TABELA 34B	Resumo da análise de variância para os valores de adesividade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	80
TABELA 35B	Resumo da análise de variância para os valores de elasticidade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	81
TABELA 36B	Resumo da análise de variância dos valores de coesividade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura..... □	81
TABELA 37B	Resumo da análise de variância para os valores de gomosidade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	82
TABELA 38B	Resumo da análise de variância para os valores de mastigabilidade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura.....	82

TABELA 1B Resumo da análise de variância para os valores de proteína nos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,021433
Repetição	2	0,039433
Erro	4	0,014317
Total corrigido	8	0,179000
CV (%)	3,43	
Média geral:	3,4933333	

TABELA 2B Resumo da análise de variância para os valores de densidade nos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	8,057778**
Repetição	2	0,381111
Erro	4	0,324444
Total Corrigido	8	18,175556
CV (%)	1,71	
Média geral:	32,2222	

** Valores significativos ($P < 0,05$)

TABELA 3B Resumo da análise de variância para os valores de pH dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,036144
Repetição	2	0,129811 **
Erro	4	0,016861
Total Corrigido	8	0,399356
CV (%)	1,98	
Média geral:	6,5722222	

** Valores significativos ($P < 0,05$)

TABELA 4B Resumo da análise de variância para os valores de acidez titulável dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% gordura

FV	GL	QM
Teor	2	1,444444
Repetição	2	0,111111
Erro	4	0,444444
Total Corrigido	8	4,888889
CV (%)	4,14	
Média geral:	16,111111	

TABELA 5B Resumo da análise de variância para os valores de sólidos totais dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	3,000411**
Repetição	2	0,022678
Erro	4	0,020278
Total Corrigido	8	6,127289
CV (%)	1,26	
Média geral:	11,2788889	

** Valores significativos ($P < 0,05$)

TABELA 6B Resumo da análise de variância para os valores de crioscopia dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,000004
Repetição	2	0,000028
Erro	4	0,000027
Total Corrigido	8	0,000172
CV (%)	0,94	
Média geral:	0,5490000	

TABELA 7B Resumo da análise de variância para os valores de gordura dos soros dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,250000**
Repetição	2	0,013333
Erro	4	0,003333
Total Corrigido	8	0,540000
CV (%)	13,32	
Média geral:	0,4333333	

** Valores significativos ($P < 0,05$)

TABELA 8B Resumo da análise de variância para os valores de pH dos soros dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,013633
Repetição	2	0,174633**
Erro	4	0,004867
Total Corrigido	8	0,396000
CV (%)	1,08	
Média geral:	6,4666667	

** Valores significativos ($P < 0,05$)

TABELA 9B Resumo da análise de variância para os valores de acidez titulável dos soros dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,777778
Repetição	2	1,777778
Erro	4	1,611111
Total Corrigido	8	11,555556
CV (%)	10,78	
Média geral:	11,777778	

TABELA 10B Resumo da análise de variância para os valores de densidade dos soros dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,041111
Repetição	2	7,241111
Erro	4	2,826111
Total Corrigido	8	25,868889
CV (%)	6,21	
Média geral:	27,088889	

TABELA 11B Resumo da análise de variância para os valores de sólidos totais dos soros dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,191211
Repetição	2	0,656678**
Erro	4	0,057111
Total Corrigido	8	1,924222
CV (%)	3,18	
Média geral:	7,505556	

** Valores significativos ($P < 0,05$)

TABELA 12B Resumo da análise de variância para os valores de proteína dos soros dos leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,002311
Repetição	2	0,027211 **
Erro	4	0,000761
Total Corrigido	8	0,062089
CV (%)	2,48	
Média geral:	1,111111	

** Valores significativos ($P < 0,05$)

TABELA 13B Resumo da análise de variância para os valores de pH dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,080203
bloco	2	0,012844
Erro 1	6	0,019067
Tempo	3	0,050114 **
Teo x tempo	6	0,003025
Erro 2	16	0,030044
Total Corrigido	35	0,499031
CV 1 (%)	2,63	
CV 2 (%)	0,83	
Média geral:	5,2513889	

** Valores significativos (P<0,05)

TABELA 14B Resumo da análise de variância para os valores de Gordura dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	119,046100 **
Repetição	2	0,036400
Erro	4	0,220700
Total Corrigido	8	239,047800
CV (%)	2,44	
Média geral:	19,2900000	

** Valores significativos (P<0,05)

TABELA 15B Resumo da análise de variância para os valores de umidade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	12,190678
Repetição	2	0,653378
Erro	4	4,488361
Total Corrigido	8	43,641556
CV (%)	4,53	
Média geral:	46,7577778	

TABELA 16B Resumo da análise de variância para os valores de sólidos totais dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	12,168044
Repetição	2	0,653344
Erro	4	4,489378
Total Corrigido	8	43,600289
CV (%)	3,98	
Média geral:	53,2411111	

TABELA 17B Resumo da análise de variância para os valores de atividade de água dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,000002
Repetição	2	0,000027
Erro	4	0,000008
Total Corrigido	8	0,000093
CV (%)	0,30	
Média geral:	0,9831111	

TABELA 18B Resumo da análise de variância para os valores de rendimento dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	4,936133**
Repetição	2	0,039700
Erro	4	0,021733
Total Corrigido	8	10,038600
CV (%)	1,39	
Média geral:	10,5900000	

** Valores significativos ($P < 0,05$)

TABELA 19B Resumo da análise de variância para os teores de sal dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4,1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,022711
Repetição	2	0,182078
Erro	4	0,031811
Total Corrigido	8	0,536822
CV (%)	12,87	
Média geral:	1,3855556	

TABELA 20B Resumo da análise de variância para os valores de gordura no extrato seco dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4,1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	328,489733**
Repetição	2	1,009633
Erro	4	5,621417
Total Corrigido	8	681,484400
CV (%)	6,58	
Média geral:	36,0466667	

** Valores significativos ($P < 0,05$)

TABELA 21B Resumo da análise de variância para os valores de Rendimento (l/kgA)dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	7,657233**
Repetição	2	0,075233
Erro	4	0,267867
Total Corrigido	8	16,53600
CV (%)	4,89	
Média geral:	10,,5900	

** Valores significativos (P<0,05)

TABELA 22B Resumo da análise de variância para os teores de proteína dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4,1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	155,406119 **
bloco	2	6,987078
Erro 1	6	4,084778
Tempo	3	23,849200 **
Teor x tempo	6	3,602453
Erro 2	16	3,399736
Total Corrigido	35	
CV 1 (%)	6,90	
CV 2 (%)	6,29	
Média geral:	29,3111111	

** Valores significativos (P<0,05)

TABELA 23B Resumo da análise de variância para os teores de sal na umidade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,035478
Repetição	2	0,850311
Erro	4	0,233961
Total Corrigido	8	2,707422
CV (%)	16,05	
Média geral:	3,0144444	

TABELA 24B Resumo da análise de variância para os teores de tirosina dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	756,508086
bloco	2	884,856478
Erro 1	6	338,063144
Tempo	3	4058,585367 **
Teor x tempo	6	152,166086
Erro 2	16	210,549411
Total Corrigido	35	
CV 1 (%)	27,85	
CV 2 (%)	21,98	
Média geral:	66,0105556	

** Valores significativos (P<0,05)

TABELA 25B Resumo da análise de variância para os teores de extensão de maturação dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4, 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	3,375308
bloco	2	1,463258
Erro 1	6	0,865231
Tempo	3	230,411948 **
Teor x tempo	6	1,233245
Erro 2	16	1,695698
Total Corrigido	35	
CV 1 (%)	8,33	
CV 2 (%)	11,66	
Média geral:	11,163333	

** Valores significativos (P<0,05)

TABELA 26B Resumo da análise de variância para os teores de profundidade de maturação dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	6,813453
bloco	2	4,064686
Erro 1	6	2,178225
Tempo	3	108,577884 **
Teor x tempo	6	1,028845
Erro 2	16	21,149078
Total Corrigido	35	387,881431
CV 1 (%)	17,96	
CV 2 (%)	13,99	
Média geral:	8,218611	

** Valores significativos (P<0,05)

TABELA 27B Resumo da análise de variância para os teores de sólidos desengordurados dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	61,183244 **
Repetição	2	0,688544
Erro	4	5,643711
Total Corrigido	8	146,318422
CV (%)	6,99	
Média geral:	33,9944444	

** Valores significativos ($P < 0,05$)

TABELA 28B Resumo da análise de variância para os teores de transição de sólidos desengordurados dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	3,157378
Repetição	2	2,252078
Erro	4	8,620278
Total Corrigido	8	45,300022
CV (%)	8,25	
Média geral:	35,5744444	

TABELA 29B Resumo da análise de variância para os teores de transição de sólidos totais dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4;1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	33,640000
Repetição	2	1,090000
Erro	4	5,200000
Total Corrigido	8	90,260000
CV (%)	5,06	
Média geral:	45,0333333	

TABELA 30B Resumo da análise de variância para os teores de transição de gordura dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4;1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	56,070078**
Repetição	2	4,361811
Erro	4	4,383344
Total Corrigido	8	138,397156
CV (%)	2,46	
Média geral:	84,9522222	

** Valores significativos ($P < 0,05$)

TABELA 31B Resumo da análise de variância para os teores de Sólidos totais/litro dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	213,647778 **
Repetição	2	4,190744
Erro	4	8,078894
Total Corrigido	8	467,992622
CV (%)	5,58	
Média geral:	50,9644444	

** Valores significativos (P<0,05)

TABELA 32B Resumo da análise de variância para os valores de dureza dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	53,712400**
Repetição	2	1,148233
Erro	4	0,821733
Total Corrigido	8	113,008200
CV (%)	6,22	
Média geral:	14,5733333	

** Valores significativos (P<0,05)

TABELA 33B Resumo da análise de variância para os valores de fraturabilidade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,000034
Repetição	2	0,000082
Erro	4	0,000024
Total Corrigido	8	0,000330
CV (%)	2,14	
Média geral:	0,2314444	

TABELA 34B Resumo da análise de variância para os valores de adesividades dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,007357
Repetição	2	0,002002
Erro	4	0,003058
Total Corrigido	8	0,030952
CV (%)	25,56	
Média geral:	-0,2163333	

TABELA 35B Resumo da análise de variância para os valores de elasticidade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,001435
Repetição	2	0,005602
Erro	4	0,003718
Total Corrigido	8	0,028947
CV (%)	5,78	
Média geral:	1,0548889	

** Valores significativos ($P < 0,05$)

TABELA 36B Resumo da análise de variância dos valores de coesividade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4; 1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	0,001763**
Repetição	2	0,000235
Erro	4	0,000148
Total Corrigido	8	0,004591
CV (%)	1,70	
Média geral:	0,7178889	

** Valores significativos ($P < 0,05$)

TABELA 37B Resumo da análise de variância para os valores de gomosidade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4;1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	40,087744**
Repetição	2	8,223344
Erro	4	1,680311
Total Corrigido	8	103,343422
CV (%)	12,00	
Média geral:	10,8055556	

** Valores significativos (P<0,05)

TABELA 38B Resumo da análise de variância para os valores de mastigabilidade dos queijos fabricados com leites com teores de 1,4;1,8 e 3,6% de gordura

FV	GL	QM
Teor	2	21,992500**
Repetição	2	1,881782
Erro	4	0,294331
Total Corrigido	8	48,925888
CV (%)	5,10	
Média geral:	10,6333333	

** Valores significativos (P<0,05)

