

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DO USO DE
GORDURA VEGETAL NA FABRICAÇÃO DE
QUEIJO MINAS FRESCAL

11/91

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da
Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título
de Mestre em Tecnologia de Alimentos

*Este exemplar corresponde a cópia final da
tese defendida por Mirna Lúcia Gigante e
aprovada pela comissão julgadora em 07 de
maio de 1991.*

Campinas, 07 de maio de 1991.

Salvador Massaguier

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DO USO DE
GORDURA VEGETAL NA FABRICAÇÃO DE
QUEIJO MINAS FRESCAL

Mirna Lúcia Gigante

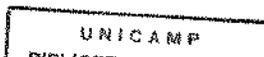
Engenheira de Alimentos

Prof. Dr. Salvador Massaguier Roig

ORIENTADOR

Campinas, 1991.

02/19105702



BANCA EXAMINADORA

Salvador Massaguer Roig

PROF. DR. SALVADOR MASSAGUER ROIG

(ORIENTADOR)

José Sátiro de Oliveira

PROF. DR. JOSÉ SÁTIRO DE OLIVEIRA

(MEMBRO)

Maria Helena Damásio

PROF^ª DR^ª MARIA HELENA DAMÁSIO

(MEMBRO)

Walter Esteves

PROF. DR. WALTER ESTEVES

(MEMBRO)

Campinas, 07 de Junho de 1991.

- Revisão de Língua Portuguesa -
Newton Ramos de Oliveira

#

À minha mãe, pelo amor e estímulo
constantes, ofereço.

Ao meu pai, pelo amor que queria
estar presente, ofereço.

AGRADECIMENTOS

- Ao prof. Dr. Salvador Massaguer Roig, pela amizade e compreensão, pelos ensinamentos profissionais e de vida e pela orientação durante a realização deste trabalho.
- À FEA por possibilitar o desenvolvimento deste trabalho.
- À indústria Refinadora de óleos Brasil-SA, pelo fornecimento da gordura vegetal e pela realização das análises no Laboratório de Controle de Qualidade da empresa.
- Ao CNPq e CAPES, pelas bolsas de mestrado e deslocamento que possibilitaram a realização deste trabalho.
- À ABIA, pelo apoio na impressão desta tese.
- À UNESP, pelos afastamentos concedidos.
- Aos membros da banca examinadora, professores doutores José Sá-tiro de Oliveira, Maria Helena Damásio e Walter Esteves, pelas sugestões na conclusão deste trabalho.
- À profª Drª Maria Helena Damásio, pela orientação, na etapa de avaliação sensorial deste trabalho.
- À profª Drª Débora de Queiroz Tavares, pelo apoio na etapa de contagem e medição dos glóbulos de gordura desta trabalho.
- Aos funcionários da Secretaria do Departamento de Tecnologia de Alimentos e da Biblioteca da FEA pela amizade e apoio recebidos.
- À grande "família" do Laboratório Geral de Tecnologia, Ana Lourdes, Alice, Rosana, Ana Maria e Maria José e do Laboratório de Tecnologia de Leite e Derivados, Claudia, Bete e João, pela colaboração, amizade e incentivo em todos os momentos.

- Aos amigos, Eliana, Cristina, Tereza, Elaíse, Walkíria, Viotto, Janice, Jardine, Roseli, Ariene e Ramón, pelo carinho, solidariedade, conselhos científicos e colaboração.
- Aos amigos, professores, funcionários e alunos da UNESP, pela compreensão nas minhas ausências.
- A todos os colegas de pós-graduação, pelo carinho e apoio.
- Aos meus irmãos e parentes, pelo apoio, incentivo e demonstração de amor.
- Ao companheiro Marcos, pelo apoio e carinho.
- Ao amigo e prof. Newton Ramos de Oliveira, pela revisão de língua portuguesa desta publicação
- Às bibliotecárias Creusa Kasumi Nomura e Angelina Franco Godoy, pela revisão das referências bibliográficas desta publicação.
- A todos que direta ou indiretamente colaboraram para a conclusão deste trabalho.

ÍNDICE GERAL

	PAG.
índice de tabelas.	vi
índice de figuras.	xi
Resumo.	xiii
Summary.	xiv
1. INTRODUÇÃO.	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Considerações gerais sobre o queijo minas frescal.	3
2.2. Processamento do queijo minas frescal.	5
2.2.1. Escolha e tratamento do leite.	7
2.2.1.1. Qualidade do leite.	7
2.2.1.2. Pasteurização do leite.	8
2.2.1.3. Emprego de culturas lácticas.	9
2.2.1.4. Coagulação.	11
2.2.2. Tratamento da massa.	13
2.2.2.1. Corte da massa.	13
2.2.2.2. Mexedura ou agitação.	14
2.2.2.3. Dessoragem.	15
2.2.3. Enformagem e prensagem.	16
2.2.4. Salga.	17
2.2.5. Embalagem e armazenamento.	18
2.3. Rendimento.	18

2.4. Produtos imitação.	27
2.4.1. Introdução.	27
2.4.2. Queijos imitação.	38
3. MATERIAL E MÉTODOS.	55
3.1 Material.	55
3.1.1. Equipamentos e aparelhos.	55
3.1.2. Outros materiais.	56
3.1.3. Matérias primas.	57
3.2. Métodos.	58
3.2.1. Obtenção e caracterização da gordura do leite (GL).	58
3.2.2. Obtenção e caracterização da gordura vegetal parcialmente hidrogenada (GVPH).	58
3.2.3. Determinação do tempo e temperatura de homoge- neização da GVPH dispersa no leite desnatado.	59
3.2.4. Processamentos preliminares.	60
3.2.4.1. Análises físico-químicas.	61
3.2.4.2. Caracterização do estado de homogeneização da GL e da GVPH dispersa no leite desnatado.	61
3.2.4.2.1. Cálculo do diâmetro médio dos glóbulos de gordura.	62
3.2.4.2.2. Cálculo da porcentagem do número total de glóbulos de diferentes diâmetros.	62
3.2.5. Processamentos finais.	63
3.2.5.1. Preparo da matéria prima.	63

3.2.5.1.1. Recepção do leite.	63
3.2.5.1.2. Desnate.	66
3.2.5.1.3. Adição de GL e de GUPH ao leite desnatado.	66
3.2.5.1.4. Homogeneização.	66
3.2.5.1.5. Pasteurização e resfriamento.	67
3.2.5.1.6. Manutenção da cultura láctica mista e prepara- ro do fermento.	67
3.2.5.2. Fabricação dos queijos.	68
3.2.6. Determinação das cifras de transição dos compo- nentes do leite para os queijos.	69
3.2.6.1. Cálculo das cifras de transição.	69
3.2.6.2. Verificação da existência de diferença da ci- fra de transição de cada componente do leite para o queijo minas frescal nos processamen- tos controle (PC) e nos processamentos modi- ficados (PM).	72
3.2.7. Análise de rendimento.	72
3.2.7.1. Cálculo do rendimento.	72
3.2.7.2. Verificação da existência de diferença de ren- dimento entre os processamentos controle (PC) e os processamentos modificados (PM).	74
3.2.8. Análises físico-químicas.	74
3.2.8.1. Amostragem.	74
3.2.8.2. Gordura do leite (GL).	76
3.2.8.3. Gordura vegetal parcialmente hidrogenada (GUPH). ...	76

3.2.8.4. Leite cru.	78
3.2.8.5. Creme.	79
3.2.8.6. Leite desnatado.	79
3.2.8.7. Leite desnatado adicionado de GL e leite desnatado adicionado de GVPH.	79
3.2.8.8. Soro com GL e soro com GVPH.	80
3.2.8.9. Queijo minas frescal com GL e queijo minas frescal com GVPH.	81
3.2.9. Análise sensorial.	82
3.2.9.1. Processamento para fabricação das amostras utilizadas nos ensaios preliminares de análise sensorial.	82
3.2.9.2. Processamento para fabricação das amostras utilizadas nos ensaios finais de análise sensorial.	83
3.2.9.3. Análises físico-químicas das amostras uti- lizadas nos ensaios preliminares e finais de análise sensorial.	84
3.2.9.4. Preparo e apresentação das amostras.	84
3.2.9.5. Testes realizados.	85
3.2.9.6. Análise estatística.	87
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	88
4.1. Caracterização da GL e da GVPH.	88
4.2. Determinação do tempo e temperatura de homoge- neização da GVPH ao leite desnatado.	93

4.3. Processamentos preliminares.	95
4.3.1. Caracterização do leite cru.	95
4.3.2. Fabricação dos queijos.	96
4.3.3. Caracterização do estado de homogeneização da GL e da GVPH ao leite desnatado.	101
4.4. Processamentos finais.	110
4.4.1. Caracterização do leite cru.	110
4.4.2. Fabricação dos queijos.	111
4.4.3. Análise das cifras de transição dos compo- nentes do leite para os queijos.	123
4.4.4. Análise de rendimento.	131
4.5. Análise sensorial.	135
4.5.1. Ensaio preliminares.	136
4.5.2. Ensaio finais.	138
5. CONCLUSÕES.	142
6. REFERÊNCIAS.	144
7. ANEXOS.	156

ÍNDICE DE TABELAS

	PAG
Tabela 2.1.1.: Produção de queijos nos estabelecimentos com inspeção federal-Brasil (1975/1988).	6
Tabela 2.4.1.: Preço médio mundial de mercado do óleo de soja e manteiga.	34
Tabela 4.1.1.: Resultado das determinações de cor, acidez, resíduo de sabões, índice de peróxido, presença de antioxidante e umidade para a GVPH e ponto de fusão Mettler e índice de iodo para a GVPH e para a GL.	89
Tabela 4.1.2.: Composição aproximada de ácidos graxos (%) da gordura do leite segundo WALSTRA & JENNESS (1987) e da GL analisada no presente trabalho.	90
Tabela 4.1.3.: Composição (%) em ácidos graxos da GVPH.	92
Tabela 4.1.4.: índice de sólidos da GL e da GVPH a diferentes temperaturas.	93

Tabela 4.3.1.: Valores de acidez titulável, pH, densidade e gordura do leite cru utilizado nos processamentos controle (PC) e modificados (PM) preliminares.	95
Tabela 4.3.2.: Composição química (%) do leite utilizado, do soro e queijo obtidos e gordura no extrato seco do leite nos processamentos controle (PC) e modificados (PM) preliminares.	97
Tabela 4.3.3.: Diâmetros dos glóbulos de gordura (d), número de glóbulos (n) encontrados em cinco campos selecionados ao acaso, porcentagem do número total de glóbulos (%NTG) e diâmetro médio (\bar{d}) dos glóbulos obtidos nos processamentos PCA e PMA.	103
Tabela 4.3.4.: Diâmetros dos glóbulos de gordura (d), número de glóbulos (n) encontrados em cinco campos selecionados ao acaso, porcentagem do número total de glóbulos (%NTG) e diâmetro médio (\bar{d}) dos glóbulos obtidos nos processamentos PCB e PMB.	104

Tabela 4.3.5.: Diâmetros dos glóbulos de gordura (d), número de glóbulos (n) encontrados em cinco campos selecionados ao acaso, porcentagem do número total de glóbulos (%NTG) e diâmetro médio (\bar{d}) dos glóbulos obtidos nos processamentos PCC e PMC.	105
Tabela 4.4.1.: Valores de acidez titulável, pH, densidade e gordura do leite cru utilizado nos processamentos controle (PC) e modificados (PM).	111
Tabela 4.4.2.: Medidas de pH antes da adição do fermento láctico (pH ₁) e após o repouso de 10 minutos (pH ₂) e tempo de coagulação para os processamentos controle (PC) e modificados (PM).	112
Tabela 4.4.3.: Composição química (%) e peso (g) do leite utilizado para a fabricação dos queijos nos processamentos controle (PC) e modificados (PM).	114
Tabela 4.4.4.: Composição média (%) do leite de alguns países.	115

Tabela 4.4.5.: Composição química (%) e peso (g) do soro obtido na fabricação dos queijos nos processamentos controle (PC) e modificados (PM).	116
Tabela 4.4.6.: Composição média do soro (%) de queijo minas frescal segundo MELLO (1989) e VIOTTO & ROIG (1991).	117
Tabela 4.4.7.: Composição química (%) e peso (g) dos queijos obtidos nos processamentos controle (PC) e modificados (PM).	120
Tabela 4.4.8.: Cifra de transição (%) dos componentes do leite para o queijo nos processamentos controle (PC) e modificados (PM).	124
Tabela 4.4.9.: Rendimento dos queijos (kg de queijo/100 kg de leite) minas frescal para os processamentos controle (PC) e modificados (PM) considerando-se o teor de sólidos totais do leite e dos queijos padronizados.	132

Tabela 4.5.1.: Composição química (%) dos queijos minas frescal obtidos nos processamentos controle e modificados para análise sensorial preliminar com a adição de 1% de sal sobre o volume de leite (PCAS1 e PMAS1) e com a adição de 0,8% de sal sobre o volume de leite (PCAS2 e PMAS2). 137

Tabela 4.5.2.: Composição química (%) dos queijos minas frescal obtidos nos processamentos controle (PCAS3 e PCAS4) e modificados (PMAS3 e PMAS4) para análise sensorial final, com a adição de 0,7% de sal sobre o volume de leite. 139

ÍNDICE DE FIGURAS

	PAG
Figura 3.2.1.: Modelo de ficha utilizada no teste triangular.	85
Figura 3.2.2.: Modelo de ficha utilizada no teste de comparação pareada-preferência.	86
Figura 4.3.1.: Histograma de distribuição dos glóbulos de gordura obtidos nos processamentos PCA e PMA. Porcentagem do número total de glóbulos (NTG) encontrada para cada glóbulo de diferente diâmetro.	106
Figura 4.3.2.: Histograma de distribuição dos glóbulos de gordura obtidos nos processamentos PCB e PMB. Porcentagem do número total de glóbulos (NTG) encontrada para cada glóbulo de diferente diâmetro.	107
Figura 4.3.3.: Histograma de distribuição dos glóbulos de gordura obtidos nos processamentos PCC e PMC. Porcentagem do número total de glóbulos (NTG) encontrada para cada glóbulo de diferente diâmetro.	108

Figura 4.3.4.: Efeito da homogeneização (a pressões de 725 e 2900 psi) sobre a distribuição de frequência de volume de seus glóbulos graxos segundo WALSTRA & JENNESS (1987).	109
Figura 4.4.1.: Porcentagem de gordura perdida no soro (GPS) para os processamentos controle (PC) e modificados (PM).	119
Figura 4.4.2.: Cifra de transição da gordura (CTG), em porcentagem, para os processamentos controle (PC) e modificados (PM).	125
Figura 4.4.3.: Cifra de transição de proteínas (CTP), em porcentagem, para os processamentos controle (PC) e modificados (PM).	126
Figura 4.4.4.: Cifra de transição de cinzas (CTC), em porcentagem, para os processamentos controle (PC) e modificados (PM).	127
Figura 4.4.5.: Cifra de transição de sólidos totais (CTST), em porcentagem, para os processamentos controle (PC) e modificados (PM).	128

RESUMO

Foram fabricados queijos minas frescal a partir de leite desnatado adicionados de gordura vegetal e gordura do leite com o objetivo de estudar a viabilidade tecnológica da adição de gordura vegetal na fabricação de queijo minas frescal.

Foi usada uma gordura vegetal parcialmente hidrogenada especialmente formulada para queijos imitação.

Os queijos fabricados com gordura vegetal e com gordura do leite foram comparados com respeito a cifras da transição dos constituintes do leite para os queijos, rendimento e avaliação sensorial.

Os resultados demonstraram que os queijos fabricados com gordura vegetal apresentaram maior cifra de transição de gordura e sólidos totais e um rendimento 2,86% maior que os queijos fabricados com gordura do leite.

Na avaliação sensorial foi detectada diferença mas não preferência entre o queijo controle e o adicionado de gordura vegetal.

O aumento no rendimento e as características organolépticas parecem indicar o queijo imitação como uma boa opção tecnológica para a fabricação de queijos de custo mais reduzido e boa aceitação sensorial.

SUMMARY

Fresh cheese (minas type) were prepared from skimmed milk to which either vegetable fat or milk fat had been added, with the aim of studying the viability of using vegetable fat in the production of minas type cheese.

A partially hydrogenated vegetable fat specially formulated for imitation cheese was used.

The cheese prepared using vegetable fat were compared to those made with milk fat with respect to the level of transference of the milk components to the cheese, yield and a sensory evaluation.

The results showed that the cheese prepared using vegetable fat presented greater levels of the fat and total solids and a 2,86% increase in yield as compared to those made with milk fat.

In the sensory analysis a difference was detected between the cheese, but there was no preference either for the control cheese as for that made with vegetable fat.

The increase in yield and organoleptic characteristics seem to indicate that imitations cheese could be an acceptable technological alternative for the manufacture of low cost cheese with good sensorial acceptance.

1. INTRODUÇÃO:

O valor nutritivo do leite e dos produtos lácteos é amplamente conhecido e a importância desses produtos na alimentação humana tem sido destacada em numerosos trabalhos no mundo inteiro. Apesar disso, a utilização desses produtos difere consideravelmente de uma parte do mundo para outra. A estrutura de produção de leite e comercialização de produtos lácteos, em países tradicionalmente produtores de leite, resultou em excedentes que levou à estagnação ou decréscimo da quantidade de leite produzido (JENSEN & NIELSEN, 1982).

Por exemplo, a produção de leite permaneceu praticamente inalterada nos Estados Unidos no período de 1950 a 1975 (SIAPANTAS, 1979), e no Brasil a produção apresentou quedas em 1979, 1982 e 1985 (ABIDEL, 1987).

Devido a problemas relacionados à escassez e ao custo do leite natural, muitos produtos substitutos têm sido desenvolvidos, dentre eles os queijos análogos, os quais, segundo GRAF (1986), são o produto lácteo mais vulnerável à competição. Nesses produtos a gordura láctea é substituída pela gordura vegetal, e os queijos, fabricados a partir de leite desnatado adicionado de gordura vegetal, são geralmente denominados queijos modificados (EUA Pat. 4.075.360, 1978; EUROPA Pat. 0.115.617 A1, 1984).

Posteriormente, incentivos econômicos e técnicas avançadas conduziram para o desenvolvimento de queijos análogos fabricados fundamentalmente de caseína e seus derivados, óleos e

gorduras vegetais e mais uma variedade de aditivos menores que variam com o tipo de queijo produzido (EUA Pat. 4.075.360, 1978; OLSON, 1979; GRAF, 1981; EUROPA Pat. 0.115.617 A1, 1984).

Atualmente, diferentes queijos análogos são produzidos, tais como: mussarela, cheedar, suíço, colby, gouda etc (GRAF, 1981), e comercializados em diferentes países como Inglaterra, Estados Unidos, Suécia e Austrália (IDF, 1989).

O principal argumento de venda dos queijos análogos é o preço mais baixo desse produto em relação ao queijo normal. Entretanto, a incidência cada vez maior de moléstias cardiovasculares e a vida moderna sedentária, têm aumentado a preocupação dos consumidores em evitar produtos com gordura animal. O uso de gordura vegetal em substituição à gordura do leite, no queijo imitação, pode ser um apelo atraente para esse tipo de consumidor.

Embora os queijos imitação sejam fabricados e comercializados em diversos países, nada consta a esse respeito na literatura brasileira. Desta forma, no presente trabalho, pretendeu-se efetuar estudos preliminares sobre o uso de gordura vegetal na fabricação de um queijo tipicamente brasileiro, o queijo minas frescal.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Considerações gerais sobre o queijo minas frescal:

O queijo é um alimento universal, produzido em quase todas as regiões do globo a partir de leite de diversas espécies de mamíferos. Encontra-se entre os melhores alimentos do homem, não só em razão de seu alto valor nutritivo como também em razão de suas qualidades organolépticas (ALAIS, 1971).

A fabricação de queijos no Brasil iniciou-se provavelmente a partir de 1536, data da chegada do primeiro rebanho no país. Entretanto, a informação mais segura refere-se ao início do século passado, quando na região do Serro, em Minas Gerais, começou-se a produzir um queijo tipo caseiro, nos moldes do queijo serra da estrela, de Portugal. É o atual queijo minas (EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS-EPAMIG, 1989). Desta forma, o queijo minas pode ser considerado um tipo de queijo desenvolvido no Brasil que teve sua origem nas fabricações caseiras difundidas no Estado de Minas Gerais, as quais existem até hoje. Foi na década de 1930 que o referido queijo teve sua definição tecnológica e desde então tem crescido o volume do produto fabricado em indústrias organizadas comercialmente (OLIVEIRA, 1986).

Sob a denominação de queijo minas podem ser encontradas diversas variedades, tais como minas frescal tradicional, minas frescal com ácido láctico, minas frescal de leite de búfala, minas meia cura, minas padronizado e minas Cândido Tostes (EPAMIG, 1989). Entretanto, a variedade meia cura é a que possui

uma definição tecnológica, observando-se, por exemplo, uma grande variedade nas características dos queijos comercializados como minas frescal, o qual tem-se tornado cada vez mais importante economicamente (OLIVEIRA, 1986).

De acordo com a definição legal, REGULAMENTO DE INSPEÇÃO INDUSTRIAL E SANITÁRIA DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL-RISPOA (1962), Art. 928 - "Enquanto perdurar o estado incipiente da indústria de queijo "minas" toleram-se as seguintes variedades desse produto: variedades frescais e queijos curados.

O queijo minas frescal tradicional é muito semelhante ao "queso blanco" fabricado em outros países da América Latina. É um produto de massa crua, com alto teor de água (60%) e que não sofre maturação, sendo geralmente consumido nos primeiros sete dias que seguem a fabricação (EPAMIG, 1986).

Dentre os produtos de laticínios fabricados no Brasil, o queijo minas frescal é um dos mais difundidos, sendo um queijo de grande popularidade e que pode ser encontrado praticamente em todo o país (FURTADO et alii, 1980).

Em 1972, o queijo minas, englobando as variedades curado e frescal, era o queijo mais fabricado no país (ESTÊVES, 1984). Atualmente, segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO-ABIQ (1989), o queijo minas frescal ocupa o terceiro lugar em termos de produção nacional, o que corresponde a 13,6%, enquanto o queijo minas curado encontra-se numa posição bem pouco significativa, correspondendo em torno de 1 a 2% da produção nacional. Os queijos prato e mussarela ocupam o primeiro e o segundo lugares, correspondendo a 26,9 e 24,2% da produção

nacional, respectivamente.

A fabricação das variedades curado e frescal sofreu uma reversão de tendência a partir de 1980. O queijo minas frescal, que até então representava menos de um terço do total da produção dessa categoria, superou a produção de queijo minas curado e é, hoje, acentuadamente a variedade mais produzida (ESTÊVES, 1984). Estes dados podem ser visualizados na tabela 2.1.1.

Segundo ESTÊVES (1984), essa mudança de comportamento é devida a dois fatores: do lado da oferta, uma tendência da pequena empresa em fabricar produtos de maior rendimento, que requeiram um período muito curto de fabricação, sem despesas de estocagem e conseqüentemente com menor necessidade de capital de giro; do lado da demanda, a queda do poder aquisitivo dos consumidores, provocando um acentuado aumento na procura de um produto mais barato.

2.2. Processamento do queijo minas frescal:

Os queijos são uma forma de conservação dos componentes insolúveis do leite (ALAIS, 1971). Do ponto de vista de composição pode ser definido como um produto fermentado ou não, constituído essencialmente pela caseína do leite, em forma de gel mais ou menos desidratado que retém quase toda a matéria graxa, um pouco de lactose em forma de ácido láctico e uma fração variável de substâncias minerais (VEISSEYRE, 1980).

O grande número de variedades de queijos resulta de variações em algumas etapas de fabricação. De um modo geral, a

Tabela 2.1.1.: Produção de queijos dos estabelecimentos de laticínios com inspeção federal-Brasil (1975/1988).

QUEIJO MINAS			
ANO	FRESCAL (TONELADAS)	CURADO (TONELADAS)	TOTAL (TONELADAS)
1975 ^a	-	-	22.276
1976 ^a	-	-	25.266
1977 ^a	-	-	22.736
1978 ^a	-	-	26.699
1979 ^a	8.297	16.617	24.914
1980 ^{a,b}	18.136	3.608	21.744
1981 ^{a,b}	23.367	3.981	27.348
1982 ^{a,b}	25.585	3.619	29.204
1983 ^{a,b}	22.454	4.044	26.498
1984 ^{a,b}	22.999	3.378	26.377
1985 ^{a,b}	22.884	3.097	25.981
1986 ^{a,b}	30.759	3.558	34.317
1987 ^c	26.609	4.019	30.628
1988 ^c	23.846	3.291	27.137

Fontes: a) ESTÊVES (1984).

b) ANUÁRIO ESTATÍSTICO.

c) ANUÁRIO ESTATÍSTICO (Não publicado).

fabricação de queijos envolve as seguintes etapas: escolha e tratamento do leite, coagulação, tratamento da massa, dessoragem, enformagem, prensagem, salga, cura, armazenamento, embalagem e comercialização (OLIVEIRA, 1986).

No caso da fabricação de queijos frescos, como o minas frescal, a etapa de cura é eliminada (VEISSEYRE, 1980).

2.2.1. Escolha e tratamento do leite:

2.2.1.1. Qualidade do leite:

No conceito moderno e industrial o leite destinado à fabricação de queijos deve obedecer às mesmas exigências de qualidade e de conservação requeridas para o leite pasteurizado (OLIVEIRA, 1986).

A composição do leite é outro fator muito importante nas características finais do queijo. A fabricação do queijo, porém, não depende somente da macro-composição, isto é, gordura, proteína, lactose e cinzas, mas também da micro-estrutura dos componentes individuais, tais como: ácidos graxos e caseína, albuminas, globulinas etc. (SCOTT, 1986).

O queijo minas frescal é fabricado com leite de vaca pasteurizado contendo, em média, 3,2% de gordura e acidez não superior a 18^oD (EPAMIG, 1986)

Segundo OLIVEIRA (1986), é importante, em termos tecnológicos, o leite apresentar-se com uma composição tão constante quanto possível a fim de padronizar a qualidade do produto.

Assim, o autor recomenda que o conteúdo de gordura seja padronizado para a fabricação de queijo minas frescal em 3,5%.

2.2.1.2. Pasteurização do leite:

A pasteurização tem por finalidade a destruição dos microrganismos patogênicos e a eliminação de grande parte da flora microbiana normal do leite, favorecendo assim o crescimento dos microrganismos posteriormente inoculados (ALAIS, 1971; SCOTT, 1986) e salvaguardando a saúde do público consumidor.

O número de bactérias no leite a ser tratado termicamente depende da eficiência da higiene na obtenção do leite, bem como do aumento do número delas durante o transporte e posterior estocagem, o qual é grandemente dependente da temperatura. Depois do tratamento térmico, o número de bactérias deve ser reduzido de 92-99% (SCOTT, 1986).

O tratamento térmico do leite é função de dois parâmetros. Um é a temperatura na qual o leite deve ser aquecido e o outro é o tempo no qual a temperatura deve ser mantida. O tempo em que a temperatura deve ser mantida é essencial, uma vez que nem todos microrganismos ou enzimas indesejáveis são destruídos instantaneamente com a temperatura de tratamento (SCOTT, 1986).

Segundo ALAIS (1971), como consequência da pasteurização tem-se um aumento do rendimento do queijo, devendo-se isso a três fatores: desnaturação das proteínas solúveis, cuja intensidade é proporcional à temperatura utilizada; melhor retenção da matéria graxa na coalhada; insolubilização de uma parte dos

minerais.

Por outro lado, a pasteurização pode ocasionar uma insolubilização do cálcio disponível no leite, o qual é indispensável no processo de sua coagulação enzimática, agindo como elemento de ligação das micelas de caseína (KOSIKOWSKI, 1978; SCOTT, 1986).

Sob o ponto de vista higiênico-sanitário, o leite para fabricação do queijo minas frescal deve ser submetido à pasteurização (72°C por 15 segundos ou 63°C por 30 minutos), visto que essa variedade é consumida geralmente nos primeiros sete dias que seguem à fabricação (OLIVEIRA, 1986; EPAMIG, 1986).

2.2.1.3. Emprego de culturas lácteas:

A função primária da adição de culturas lácticas na fabricação de queijos é converter a lactose em ácido láctico, o qual reduz o pH do sistema auxiliando na eliminação do soro durante o processo de fabricação e na fase inicial da maturação (OLIVEIRA, 1986; SCOTT, 1986). Além disso, o ácido láctico formado exerce uma efetiva inibição sobre o crescimento de microrganismos indesejáveis e ajuda a ação do coalho na coagulação da massa (OLIVEIRA, 1986).

Na fabricação do queijo minas frescal emprega-se fermento láctico à base de Streptococcus lactis e Streptococcus cremoris, os quais degradam a lactose do leite unicamente em ácido láctico (OLIVEIRA, 1986). Segundo EPAMIG (1989), o fermento láctico pode ser adicionado de Leuconostoc citrovorum e Leuconos-

toc dextranicum, além dos microrganismos já citados.

O fermento láctico deve ser usado na quantidade de 1,0-1.5% (EPAMIG, 1986) e, segundo OLIVEIRA (1986), com uma boa cultura, o emprego de 0,5% em relação ao leite é plenamente satisfatório.

A temperatura de inoculação deve estar dentro da faixa de 32-35°C (OLIVEIRA, 1986).

Por outro lado, WOLFSCHOON-POMBO et alii (1978) e FURTADO et alii (1980) consideram que um dos maiores problemas apresentados pelo queijo minas frescal é sua pequena durabilidade no mercado, devendo-se isso essencialmente aos fenômenos de acidificação e proteólise, provocados pela ação das bactérias da cultura láctica, respectivamente sobre a lactose e proteína dos queijos. Esses autores estudaram, respectivamente, a substituição do fermento láctico, na fabricação do queijo minas frescal pela adição de ácido láctico industrial e, a simples eliminação do fermento láctico no processo de fabricação do queijo minas frescal. Ambos trabalhos concluíram serem vantajosas tais modificações quanto à maior conservação do produto.

Posteriormente, MUNCK & SOUZA (1980) compararam os três métodos: queijo minas frescal fabricado pelo processo tradicional (com adição de fermento láctico) e os métodos estudados por WOLFSCHOON-POMBO et alii (1978) e FURTADO et alii (1980). Os autores concluíram que os melhores resultados são obtidos usando-se o processo que substitui o fermento láctico pelo ácido láctico industrial. As vantagens verificadas nesse processo foram menor perda de sólidos totais no soro, menor acidificação, sabor e

textura desejáveis, excelente retenção de umidade no produto e maior rendimento.

2.2.1.4. Coagulação:

Fisicamente, o fenômeno se traduz como a floculação das micelas de caseína que se ligam para formar um gel compacto aprisionando o líquido de dispersão, que constitui o soro. Para realizar essa floculação se recorre à acidificação láctica e ao coalho (VEISSEYRE, 1980).

A coagulação ácida é devida ao abaixamento do pH até chegar ao ponto isoelétrico da caseína, ao redor de 4,6. Com essa acidificação as cargas elétricas das partículas coloidais da caseína se neutralizam ou se igualam e a força de repulsão, devido ao excesso de cargas negativas existentes na caseína a um pH próximo da neutralidade, deixa então de existir, permitindo assim que as partículas coloidais se unam formando o coágulo ou gel (OLIVEIRA, 1986).

O coalho é um extrato rico em enzimas proteolíticas obtido de abomaso de bovinos lactentes ou adultos. Quando é obtido de abomaso de bovinos lactentes, o qual é composto basicamente de quimosina, costuma-se referi-lo como renina (GORRETA, 1980).

As micelas de caseína são constituídas de quatro frações protéicas principais, que são α , β , γ e k-caseína. A fração k-caseína, embora represente somente 10 a 20% da caseína, exerce um importante papel protetor sobre as micelas coloidais,

evitando que se coagulem ou precipitem em presença de cálcio solúvel (OLIVEIRA, 1986).

A coagulação da micela de caseína, devido à ação proteolítica do coalho, é dividida em duas fases, sendo a primeira fase enzimática e a segunda não enzimática (KOSIKOWSKI, 1978; WOLFSCHOON-POMBO, 1983). A primeira fase consiste na ação enzimática da renina (quimosina) sobre a ligação peptídica $Ph_{105}-Met_{106}$ da fração K-caseína, com a resultante liberação de um composto solúvel denominado de glicopeptídeo (porção hidrofílica compreendida na sequência peptídica 106 a 169). A segunda fase caracteriza-se por uma agregação do fragmento hidrofóbico (sequência peptídica 1 a 105) denominada paracaseína (desestabilizada), a qual, na presença de cálcio solúvel, por ser instável, dá origem a um coágulo brilhante, elástico e hidratado, denominado paracaseinato de cálcio (KOSIKOWSKI, 1978; WOLFSCHOON-POMBO, 1983; SCOTT, 1986).

A quantidade de coalho a ser usada, para a fabricação do queijo minas frescal é calculada para se obter a coagulação em torno de 45 minutos (OLIVEIRA, 1986). Segundo EPAMIG (1989), usa-se normalmente 25 gramas de coalho para cada 1000 litros de leite e, em alguns casos, quando se deseja produzir um queijo mais aromático, emprega-se menor quantidade, de forma que a coagulação se processe por ação ácida e enzimática.

A temperatura de coagulação, para a fabricação do queijo minas frescal, varia, geralmente, dentro da faixa de 32-35°C. Próximo ao limite superior, o queijo resultante é mais firme por ser a massa mais coesa e mais elástica, o que permite

deixar a massa com um teor de umidade mais elevado, sem que o queijo apresente exudação com facilidade. Normalmente usa-se cloreto de cálcio (25 gramas por 100 litros de leite) com a finalidade de suprimir uma possível deficiência de cálcio solúvel causada pelo processo de pasteurização do leite (OLIVEIRA, 1986).

2.2.2. Tratamento da massa:

Tem como objetivo principal criar, mediante o trabalho da massa (corte, mexedura e dessoragem), condições favoráveis ao desenvolvimento dos processos microbiológicos e enzimáticos envolvidos na elaboração dos queijos (DILANJAN, 1984).

2.2.2.1. Corte da massa:

Ao atingir o ponto final da coagulação, decorrido em torno de 45 minutos da adição de coalho, tem-se o chamado ponto de corte, quando a massa é cortada através de liras verticais e horizontais. O ponto de corte é determinado, na prática, através da resistência do coágulo, introduzindo-se uma espátula na superfície do coágulo, forçando-a para cima e observando-se o seu rompimento, que deve ocorrer através de uma única fenda retilínea (OLIVEIRA, 1986).

O corte da massa tem por objetivo multiplicar a superfície de exudação e, portanto, favorecer o fenômeno de sinérese do soro (VEISSEYRE, 1980). Para sair dos grãos e chegar à superfície, o soro tem que ascender pelos capilares, vias natu-

rais para sua drenagem; portanto, quanto maior é o número de capilares na superfície total do conjunto dos grãos, maior será a quantidade de soro eliminado por unidade de massa da coalhada (DILANJAN, 1984).

Desta forma, de acordo com o tipo de queijo fabricado, o corte é efetuado em grãos maiores ou menores (VEISSEYRE, 1980; DILANJAN, 1984).

Para a fabricação do queijo minas frescal o corte é efetuado de modo a se obter grãos com 1,0 a 1,5 centímetros de aresta (OLIVEIRA, 1986; EPAMIG, 1986).

2.2.2.2. Mexedura ou agitação:

Após o corte do coágulo, inicia-se a agitação da massa com movimentos lentos devido à fragilidade dos grãos. A medida que os grãos da massa vão se tornando mais firmes devido à expulsão do soro no seu interior, aumenta-se, gradativamente, a velocidade dos movimentos (OLIVEIRA, 1986).

A operação tem por objetivo acelerar e completar a sinérese, renovando continuamente a superfície de exudação do soro, impedindo a aderência dos grãos, com o que se formaria uma massa que reteria o soro (VEISSEYRE, 1980).

Na fabricação do queijo minas frescal a agitação e o repouso vão se alternando até atingir o ponto de massa. Este é conhecido por um conjunto de variáveis envolvendo consistência, densidade, elasticidade e cor dos grãos, juntamente com o controle da acidez do soro. Na prática, observa-se o ponto de massa

sentindo a consistência do grão, que deve formar um aglomerado quando pressionado na mão (OLIVEIRA, 1986).

2.2.2.3. Dessoragem:

Ao se atingir o ponto de massa, ou seja, ao término da operação de agitação, a massa é separada do soro a fim de ser moldada (OLIVEIRA, 1986).

O volume de soro a extrair depende do tipo de queijo fabricado; é maior nos de massa dura do que nos de massa mole. Na elaboração dos queijos duros, a maior parte do soro se extrai durante o tratamento da coalhada, na cuba de coagulação e outra mais reduzida durante as operações de moldagem e prensagem. O contrário ocorre durante a fabricação de queijos moles, nos quais a maior parte do soro se extrai durante a moldagem e autoprensagem (DILANJAN, 1984).

A dessoragem da coalhada não constitui somente uma desidratação. Juntamente com a água separam-se também os constituintes solúveis do leite, lactose e sais minerais, bem como as proteínas não coaguladas (VEISSEYRE, 1980).

A separação do soro deve ser feita dentro de um tempo relativamente pequeno, a fim de não se perder o controle da acidez da massa que tende a aumentar rapidamente quando essa se encontra nele submersa. (OLIVEIRA, 1986).

2.2.3. Enformagem e prensagem:

Os queijos possuem diversas formas: esférica, cilíndrica e prismática (retangulares e quadrados). O objetivo da enformagem é permitir que os grãos da massa se aglomerem, formando peças, cuja dimensão depende da variedade de queijo produzida. Os queijos moles são de pequeno formato, 125 gramas a 2-3 quilos, diferente dos duros, que geralmente são grandes, 2-80 quilos (DILANJAN, 1984).

Segundo OLIVEIRA (1986), na fabricação de queijo minas utilizam-se formas de cilindro baixo e diâmetro cerca de duas vezes a altura. Na fabricação de queijo minas frescal utilizam-se formas com fundo perfurado e com capacidade para obtenção de queijos com 0,5 e 1,0 quilo, podendo dispensar o uso do pano dessorador.

A prensagem tem por objetivo completar a dessoragem e conferir ao queijo sua forma definitiva (VEISSEYRE, 1980; OLIVEIRA, 1986).

As condições de prensagem, tais como pressão a aplicar, duração da operação e temperatura usada, são distintas para cada tipo de queijo (VEISSEYRE, 1980). Os queijos moles, como o queijo minas frescal, não são submetidos à pressão, denominando-se não prensados ou autoprensados (DILANJAN, 1984; OLIVEIRA, 1986). Há um acabamento da massa pelo seu próprio peso, ocasionando, assim, uma compactação suficiente para dar o formato ao queijo e promover a dessoragem necessária. Nesse caso, os queijos devem ser invertidos de posição várias vezes a fim de tornar a

dessora igual em ambas as superfícies (OLIVEIRA, 1986).

2.2.4. Salga:

Os queijos são salgados depois de prensados ou autoprensados (DILANJAN, 1984).

O sal, além de conferir sabor à massa, intervêm também como complemento da dessoragem, na formação da casca, no desenvolvimento microbiano, influenciando ainda na textura do produto final, por dissolver parte da caseína (FONSECA, 1986).

Embora existam diferentes processos de salga dos queijos, como salga no leite, no soro, a seco, em salmoura ou em salmoura combinada com os outros processos (FONSECA, 1986), o queijo minas frescal é tradicionalmente salgado por salga seca (OLIVEIRA, 1986).

A salga seca realiza-se distribuindo o sal bem pulverizado pela superfície do queijo em uma camada de 1 a 2 milímetros de espessura, de forma bem homogênea em toda a superfície do queijo. Devido à higroscopicidade, o sal absorve a umidade do queijo, que o dissolve formando uma salmoura. Esta vai penetrando no queijo por osmose, retirando o soro. Como a saída do soro é sempre maior que a entrada de sal, os queijos perdem peso durante a salga (FONSECA, 1986).

Na salga seca a absorção do sal se dá mais lentamente e a desidratação sofrida pelas camadas externas do queijo é menos intensa do que na salga por salmoura (OLIVEIRA, 1986).

A porcentagem de sal usado varia de acordo com o tipo de queijo, geralmente 1,0 a 5,0%, sendo em torno de 2,0% a mais comum (OLIVEIRA, 1986) e a difusão do sal no queijo varia segundo o formato, a umidade, a textura da massa e a forma de salga (ALAIS, 1971).

2.2.5. Embalagem e armazenamento:

A embalagem visa, principalmente, proteger os queijos contra a invasão de microrganismos na crosta e perdas de umidade por evaporação na superfície externa (OLIVEIRA, 1986).

Atualmente há uma predominância de queijos minas frescal comercializados em sacos plásticos comuns, amarrados ou fechados com um fecho metálico, porém, sem o emprego de vácuo. O produto deve ser armazenado sob refrigeração a temperaturas de 0 a 5°C (OLIVEIRA, 1986).

2.3. Rendimento:

O conhecimento da relação entre a composição do leite e o rendimento do queijo é de interesse prático e econômico para os fabricantes do produto (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979a.). A quantidade de queijo obtida de uma quantidade de leite é uma indicação da eficiência do processo de fabricação (VAN SLYKE & PRICE, 1979; PHELAN, 1981).

O rendimento quantitativo está diretamente relacionado com a composição centesimal do leite. Esta por sua vez,

depende da raça do animal, do regime alimentar do rebanho, do estágio de lactação, das condições climáticas etc. (ALAIS, 1971; CARVALHO, 1977).

é bem sabido que na fabricação dos queijos nem todos os elementos são retidos na coalhada: certa quantidade se arrasta com o soro e, portanto, não se obtém igual rendimento de todos os componentes (VEISSEYRE, 1980; CHAPMAN, 1981; DILANJAN, 1984).

O soro, sendo expelido da coalhada, carrega os componentes solúveis em água. Estes incluem lactose, proteínas do soro, sais solúveis, compostos nitrogenados não protéicos e peptídeos. A quantidade desses constituintes retidos no queijo é diretamente proporcional à quantidade de soro no queijo, uma vez que esses constituintes são presumivelmente distribuídos uniformemente na fase aquosa (OLSON, 1977).

DILANJAN (1984) considera que, na fabricação de queijos duros, aproveita-se em torno de 10% da lactose, mas que o valor depende do tipo do queijo, sendo normalmente de 5 a 7% de lactose aproveitada. Em trabalho desenvolvido por FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO (1979a.), os autores observaram que a cifra de transição da lactose girou em torno de 7,5% na fabricação de queijos prato e minas padronizado. Segundo os autores, embora a lactose seja o constituinte presente em maior proporção no leite, exerce pouca influência sobre o rendimento devido à sua baixa cifra de transição.

A cifra de transição de qualquer constituinte do leite corresponde, em porcentagem, à quantidade do constituinte

que não foi perdida no soro, sendo portanto retida no queijo (cálculo apresentado no item 3.2.6.1.).

Do ponto de vista de rendimento, os constituintes de maior interesse são a gordura e a proteína (OLSON, 1977; FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979a.; CHAPMAN, 1981; DILANJAN, 1984; GILLES & LAWRENCE, 1985). Estas representam mais de 90% da porção sólida do queijo. Os outros sólidos do queijo são constituídos de sais de cálcio, ácidos fosfórico, láctico, cítrico; sal adicionado durante a fabricação; uma pequena quantidade de albumina; e alguma lactose, a qual geralmente desaparece em poucos dias (CHAPMAN, 1981).

Segundo PEARCE (1978), para efeito de simplificação, o queijo é considerado composto de três fases: gordura, umidade e sólidos não gordurosos.

Dentre as proteínas, as caseínas são as principais responsáveis pelo rendimento quantitativo em queijos (VAN SLYKE & PRICE, 1979; MARTINS et alii, 1981; GILLES & LAWRENCE, 1985).

Segundo VAN SLYKE & PRICE (1979) e PHELAN (1981), a proporção de proteínas perdidas no soro é aproximadamente 25% das proteínas totais do leite. Pelo menos 4% da caseína é perdida no soro como glicomacropéptido da k-caseína (OLSON, 1977; CHAPMAN, 1981; PHELAN, 1981).

Segundo DILANJAN (1984) a proporção de caseína que passa para o queijo é também dependente da relação entre as frações α , β e γ -caseína, já que a γ -caseína não coagula na presença do coalho.

GILLES & LAWRENCE (1985) consideram que a caseína é o componente mais importante que afeta o rendimento dos queijos, uma vez que esta tem habilidade de absorver água em adição ao seu próprio peso.

Em experimentos conduzidos por VAN SLYKE & PRICE (1979), os autores observaram que, na fabricação de queijo cheddar, a proporção de proteína recuperada variou de 73,7 a 80,0%, tendo como média 75,72%. FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO (1979a.) encontraram que as cifras de transição de proteína foram 89,39 e 79,01% para queijo prato e minas padronizado respectivamente.

A porcentagem de caseína recuperada na fabricação de queijo cheddar variou de 93,0 a 96,0% e 93,5 a 96,0% segundo GILLES & LAWRENCE (1985) e PHELAN (1981) respectivamente. Entretanto tem sido notado que a variação sazonal influi na porcentagem de caseína recuperada (PHELAN, 1981; BYNUN & OLSON, 1982).

Diversos autores (OLSON, 1977; VAN SLYKE & PRICE, 1979; FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979a.; CHAPMAN, 1981; DILANJAN, 1984) consideram que perdas de proteínas, maiores do que as inevitáveis, são devidas a métodos insatisfatórios de fabricação tais como coágulo frágil, corte prematuro da coalhada, agitação inadequada etc.

O rendimento da gordura está relacionado, basicamente, com a particularidade tecnológica que ocorre na fabricação de cada queijo (FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979a.; DILANJAN, 1984).

A gordura se encontra no leite na forma de pequenos glóbulos e a retenção desses pela rede protéica é influenciada

da pelo tamanho dos glóbulos (OLSON, 1977; DILANJAN, 1984). Os que passam em maior proporção ao queijo são os de tamanho médio, seguidos dos de diâmetro reduzido, enquanto os de maior tamanho migram para a superfície, não se incorporando ao coágulo (DILANJAN, 1984). Segundo OLSON (1977), além do tamanho dos glóbulos, possivelmente, alguma ligação química fraca, influencia na sua retenção pela rede protéica.

Considerando o efeito do tamanho dos glóbulos sobre o rendimento dos queijos, DILANJAN (1984) recomenda a homogeneização do leite que se destina à fabricação de queijos, uma vez que os glóbulos de maior diâmetro se reduzem de tamanho.

GREEN et alii (1983) concluíram que o uso de leite concentrado homogeneizado na fabricação de queijo cheddar provocou um aumento de rendimento devido à maior retenção de umidade e gordura. A menor perda de gordura para o soro quando da fabricação de queijo cheddar a partir de leite homogeneizado também foi observada por PETERS (1956).

Por outro lado, EMMONS et alii (1980) observaram que, na fabricação de queijo cheddar com teor de gordura reduzido, embora tenha apresentado maior retenção de umidade, apresentou menor elasticidade do que o produzido a partir de leite não homogeneizado. A menor elasticidade do queijo cheddar produzido a partir de leite integral homogeneizado quando comparado com a fabricação do queijo a partir de leite não homogeneizado também foi observada por PETERS (1956).

VAN SLYKE & PRICE (1979) consideram impossível evitar perdas de gordura durante a fabricação de queijos pois, na

coagulação, os glóbulos são retidos na massa justamente no lugar exato em que se encontravam. Assim, quando é feito o corte muitos glóbulos de gordura são expostos em cada superfície cortada e são despreendidos durante a manipulação, flutuam no soro e são perdidos.

Segundo CHAPMAN (1981), 7% de perdas de gordura do leite para o soro são geralmente inevitáveis, entretanto, as perdas podem ser de 10% para certos queijos e circunstâncias.

A porcentagem de gordura perdida no soro é independente da porcentagem de gordura no leite, mas depende da qualidade do leite e dos métodos empregados na fabricação do queijo (VAN SLYKE & PRICE, 1979; CHAPMAN, 1981).

Parece ser consenso geral (OLSON, 1977; CHAPMAN, 1981; PHELAN, 1981; BARBANO & SHERBON, 1984) que uma excessiva quebra mecânica do coágulo no tanque é provavelmente o maior fator causador do aumento de perda de gordura durante a fabricação de queijos.

Da mesma forma que na porcentagem de recuperação de caseína, tem sido notado que a variação sazonal influi na porcentagem de recuperação da gordura (BANKS et alii, 1981; CHAPMAN, 1981; BYNUN & OLSON, 1982; GILLES & LAWRENCE, 1985).

A razão caseína/gordura também afeta o rendimento dos queijos (VAN SLYKE & PRICE, 1979; CHAPMAN, 1981; HOWELLS, 1982).

Segundo BANKS et alii (1981) existe uma tendência geral para aumentar a porcentagem de gordura recuperada no queijo quando a razão proteína/gordura aumenta. Porém, em experimentos

conduzidos por GILLES & LAWRENCE (1985), nos quais a razão caseína/gordura variou de 0,55 a 0,80, o coeficiente de correlação entre a razão caseína/gordura e a gordura recuperada foi apenas 0,38. Não foi obtida uma razão ótima caseína/gordura para melhor recuperação da gordura.

A porcentagem de gordura recuperada na fabricação de queijo cheddar em experimentos conduzidos por VAN SLYKE & PRICE (1979) variou de 86,49 a 94,32%, tendo como média 91,13%. GILLES & LAWRENCE (1985) obtiveram resultados semelhantes para o mesmo tipo de queijo que variaram de 85,0 a 94,0% de gordura recuperada.

FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO (1979a.), na fabricação de queijo prato e minas padronizado, obtiveram 83,80 e 87,93% de gordura recuperada, respectivamente.

O efeito da lecitina sobre o rendimento em queijos foi estudado por HICKS et alii (1985). Os autores concluíram que houve um aumento médio de 1,9% sobre o rendimento; que a quantidade de gordura perdida no soro foi menor e que a lecitina não afeta a quantidade de proteína recuperada na massa coagulada, uma vez que não se observou diferença na quantidade de material protéico no soro ou no queijo.

Em função dos fatores já discutidos, podemos resumir que o rendimento dos queijos é determinado pelo conteúdo de proteína (especialmente caseína) e gordura no leite, pela umidade do queijo e pelas perdas de proteína e gordura durante o processo de fabricação.

A literatura mostra que inúmeras fórmulas têm sido sugeridas para estimar o rendimento de queijos (PHELAN, 1981). Elas diferem nas suposições feitas quanto às perdas de gordura e caseína no soro e o conteúdo de umidade do queijo (CHAPMAN, 1981).

VAN SLYKE & PRICE (1979) desenvolveram uma fórmula para estimar o rendimento de queijos. Os autores consideraram que se o queijo é fabricado pelo processo normal, utilizando leite de composição e qualidade média, ocorreria uma recuperação média de 93% da gordura, uma perda de um décimo de caseína para o soro, e que o sal adicionado ao queijo e os outros constituintes do leite contribuem com cerca de 9,0% do peso de caseína e gordura retidas no queijo. A fórmula de VAN SLYKE & PRICE (1979) é a seguinte:

$$Y = \frac{(0,93F + C - 0,1) 1,09}{1,00 - W}$$

Onde: Y = kg de queijo/100 kg de leite.

F = kg de gordura/100 kg de leite.

C = kg de caseína/100 kg de leite.

W = kg de água/kg de queijo.

FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO (1979b.) desenvolveram uma fórmula para previsão do rendimento dos queijos prato e minas padronizado apresentada a seguir.

$$P = \frac{(EST \times F) \times V}{100}$$

Onde: P = Produção prevista (kg)

EST = Extrato seco total do leite (%).

V = Volume de leite (litros).

F = Fator variável de acordo com a umidade e o tipo de queijo.

Segundo os autores, o fator F é o resultado da divisão da transição média do extrato seco total do leite para o queijo, pelo extrato seco desejado no queijo. Em trabalho precedente, FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO (1979a.) demonstraram que a transição média do extrato seco total do leite para o queijo prato é de 50,0% e de 51,7% para o queijo minas padronizado.

De acordo com VAN SLYKE & PRICE (1979), variações no conteúdo de umidade são altamente significantes na determinação do rendimento de queijos obtido de leite de qualquer composição. Deste modo, na discussão do rendimento de queijos, especialmente comparando rendimentos de diferentes leites, é essencial conhecer o conteúdo de umidade do queijo (CHAPMAN, 1981).

MOUBOIS & MOCQUOC (1967) sugerem uma fórmula para comparar o rendimento de queijos considerando um fator (y) que é a diferença de rendimento observada devido à diferença existente entre os extratos secos dos queijos.

Segundo GILLES & LAWRENCE (1985), o rendimento do queijo é melhor expresso como kg de queijo/100 kg de leite, uma vez que isso reflete mais exatamente a mudança real no rendimento do queijo, assim como a mudança de sólidos totais do leite durante as estações. Entretanto, expressar o rendimento com base no

leite tem um problema: um mesmo peso de diferentes leites conteria diferentes quantidades de sólidos e resultaria em diferentes rendimentos dos queijos. Isso pode ser resolvido determinando o peso da caseína e gordura em ambos, leite e queijo, uma vez que isso possibilita expressar o rendimento como porcentagem recuperada de caseína e gordura.

2.4. Produtos imitação:

2.4.1. Introdução:

Embora o leite e os produtos lácteos sejam de especial importância para a nutrição humana, a possibilidade de utilização desses produtos difere consideravelmente de uma parte do mundo para outra. A estrutura de produção de leite e comercialização de produtos lácteos, em países tradicionalmente produtores de leite, resultou em excedente que levou à estagnação ou decréscimo da quantidade de leite produzido (JENSEN & NIELSEN, 1982).

Segundo SIAPANTAS (1979), nos últimos vinte anos a produção de leite tem permanecido praticamente a mesma nos Estados Unidos. Embora a produção por cabeça de vaca tenha aumentado de 2.100 litros em 1950 para 4.682 litros em 1975, a produção de leite no mesmo período diminuiu. Em 1950 a produção era de 52,5 bilhões de quilos e em 1975, 48,4 bilhões de quilos. Posteriormente verificou-se uma elevação, sendo que em 1988 a produção foi de 65 bilhões de quilos (FOLHA DE SÃO PAULO, 1989.)

o Brasil, segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS INDUSTRIAIS DE DERIVADOS DO LEITE - ABIDEL (1987), a produção de leite apresentou quedas em 1979, 1982 e 1985, sendo que no período 1980/85 a produção de leite sob inspeção federal se manteve em torno de 8,4 bilhões de litros.

Em seguida, verificaram-se períodos de pequena recuperação e, segundo GOMES (1989) e FOLHA DE SÃO PAULO (1989) a atual produção anual brasileira é de 13 bilhões de litros.

Com essa produção, o Brasil aparece no cenário mundial como o 106º país em produtividade de leite (FOLHA DE SÃO PAULO, 1990). Para se ter uma idéia, o maior produtor de leite em 1988, a URSS, produziu 106 bilhões de quilos de leite (FOLHA DE SÃO PAULO, 1989).

Verifica-se também uma baixa produtividade da vaca brasileira, que produz em média 2,4 litros de leite/vaca/dia. Para se fazer uma comparação a média da Nova Zelândia, por exemplo, é de 19 litros de leite/vaca/dia (FOLHA DE SÃO PAULO, 1990).

De acordo com a ABIDEL (1987) esse fraco desempenho é atribuído à política de preços administrativos, alheia principalmente à evolução dos custos de produção ao longo dos últimos anos, que levou o setor a um desestímulo cada vez maior. Segundo o ministro da Agricultura, Antonio Cabrera Mano Filho - "hoje o consumo de leite no Brasil é menor que o consumo da cerveja e do refrigerante" (FOLHA DE SÃO PAULO, 1990).

Segundo estimativas de GOMES (1989), para atender as necessidades brasileiras no ano 2000 será necessária uma oferta de 30 bilhões de litros de leite por ano. Desta forma, para se

chegar a condições toleráveis de abastecimento no final do século a oferta deverá crescer ao ritmo anual de 5,85%. Entretanto, nos últimos vinte e seis anos a taxa média de crescimento foi 3,65% ao ano. Em outras palavras, a produção nacional de leite deverá apresentar taxa de crescimento nos próximos anos, 60% maior do que a conseguida nas últimas duas décadas.

A perspectiva de uma crise de abastecimento foi também admitida pelo ministro Antonio Cabrera Mano Filho - "Nossa produtividade é vergonhosa e corremos o risco de chegarmos ao ano 2000 com uma grave crise de abastecimento" (CORONADO, 1990).

A defasagem entre produção e consumo só não se tornou mais aparente porque o consumo esteve reprimido nos últimos anos, devido ao baixo nível de renda da população (ABIDEL, 1987).

De acordo com a ABIDEL (1987), a produção mundial de leite deve estabilizar-se. Em 1986 houve um aumento de 1% em relação a 1985. O crescimento é atribuído ao desempenho do México e da União Soviética, que contrabalançaram o declínio verificado no Brasil e na Europa Oriental. O equilíbrio esperado seria resultado da queda da produção americana e da Comunidade Econômica Européia, com elevação em outras nações.

Desta forma, devido a problemas relacionados à escassez e ao custo do leite natural, muitos produtos substitutos têm sido desenvolvidos (SIAPANTAS, 1979; GRÃ BRETANHA Pat. 2.082.890 A, 1982). Entretanto, essa diversificação, que é uma necessidade para a indústria (VILLELA, 1969), é principalmente entendida e explorada por países altamente desenvolvidos como os

Estados Unidos (CARNEIRO, 1972).

Os diferentes produtos, os quais simulam produtos lácteos, conhecidos como substitutos, análogos, modificados, sintéticos ou imitação, têm estado no mercado há um longo tempo. Dentre estes podemos citar leite modificado flúido, em pó, condensado e evaporado, cremes substitutos, gorduras amarelas, cremes para café, sorvetes, queijos etc.

O leite modificado, que é produzido a partir de leite desengordurado, normalmente sólidos não gordurosos de leite ou leite desnatado flúido e um óleo ou gordura vegetal (HETRICK, 1969; EUA Pat. 8.488.198, 1970 ; EUA Pat. 4.075.36077, 1978) surgiu nos Estados Unidos onde é preparado com óleo de algodão e é comercializado sob as formas de leite pasteurizado, aromatizado, condensado, evaporado e em pó, entrando também na fabricação de sorvetes de creme e queijos. Seu baixo preço é bastante apreciado, sobretudo pela população negra (VEISSEYRE, 1980).

Rapidamente, a fabricação do produto estendeu-se por outros países: Espanha, Etiópia, Índia, Tailândia, Filipinas, Nigéria, Indonésia, México etc. (VEISSEYRE, 1980).

Segundo KOSIKOWSKI (1969), dois exemplos de desenvolvimento de leite modificado são encontrados nas Filipinas e no México. Nas Filipinas a produção iniciou-se em 1957 utilizando leite em pó desnatado importado e óleo de coco para a produção de leite evaporado modificado. Inicialmente houve uma resistência ao produto, mas em 1961 mais de 50% do leite evaporado consumido era o produto modificado.

A cidade do México opera a maior e mais antiga planta de leite modificado do mundo, a "Consuma". A planta é coordenada pelo governo e está em operação há 21 anos. Para a produção do leite modificado utiliza-se leite em pó desnatado importado da França e reconstituído com gordura de coco. O leite integral modificado é padronizado para 3,3% de gordura, 12,5% de sólidos totais e 200 UI de vitamina D por litro. O produto não é vendido para o público em geral, mas somente para a população carente.

A aceitabilidade do leite modificado depende particularmente do gosto. Segundo MODLER et alii (1970) um leite modificado com qualidade aceitável é produzido utilizando-se óleo de soja hidrogenado, enquanto os preparados com óleo de milho, algodão, amendoim, oliva e girassol dão um gosto inaceitável ao produto. Entretanto, de acordo com VEISSEYRE (1980), segundo a disponibilidade dos diversos países, diferentes gorduras são utilizadas.

O leite imitação, que é produzido de ingredientes não lácteos, utilizando-se óleo vegetal, uma fonte protéica, uma fonte de carboidratos, emulsificantes, sal tamponante, estabilizante e aromatizante (HETRICK, 1969; EUA Pat. 4.075.360, 1978) podem ter vantagem econômica sobre os leites modificados, porém, a qualidade de "flavor" e característica nutricional do leite imitação não são equivalentes ao leite modificado (HETRICK, 1969).

Os cremes substitutos são baseados em óleos e gorduras vegetais e têm sido usado por panificadores para recheio de

bolos e outros. Desenvolvimentos recentes na tecnologia têm fornecido cremes substitutos mais parecidos com o creme de leite tanto na aparência quanto no sabor (WALKER, 1988).

Gorduras amarelas são categorizadas em vários segmentos do mercado compreendendo manteiga, margarina, espalháveis com baixo teor de gordura e misturas espalháveis. As misturas espalháveis compreendem misturas de manteiga e gordura vegetal, com reduzido teor de gordura láctea e outros produtos onde a gordura vegetal substitui a manteiga para fornecer um produto final com características muito parecidas com a manteiga (WALKER, 1988).

As misturas espalháveis estão no mercado em um grande número de países (Austrália, Finlândia, Espanha, França, Inglaterra, Irlanda, Noruega e Suíça) e comparados com manteiga e margarina esses produtos normalmente têm uma pequena, mas crescente cota do mercado. Em termos de volume total produzido, as misturas espalháveis são o principal produto dentro do grupo total dos produtos imitação (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION-IDF, 1989).

Os cremes para café podem ser formulados de ingredientes não lácteos, os quais têm vida de prateleira consideravelmente maior do que o correspondente produto lácteo, principalmente devido à melhor estabilidade da gordura vegetal sobre a gordura do leite no que concerne à oxidação (HETRICK, 1969). Este produto é comercializado em um grande número de países como Holanda, Bélgica, Inglaterra, Finlândia, Canadá, Austrália, Alemanha Ocidental e África do Sul (IDF, 1989).

Sorvetes de creme contendo gordura vegetal ou totalmente baseado em proteína de soja são comercializados na Inglaterra, Finlândia, Suécia, Canadá, Austrália e África do Sul (IDF, 1989).

Na maioria dos países onde os produtos lácteos imitação são comercializados, o preço relativamente mais baixo desses produtos é considerado o principal argumento de venda. Entretanto, não é sempre o preço o fator determinante para o consumidor de um produto imitação. Em um grande número de casos os aspectos de saúde, tais como moléstias cardiovasculares, onde o consumo de ácido graxos insaturados é recomendado, ou a intolerância à lactose, é que levam o consumidor a comprar um produto lácteo imitação. Por exemplo, na Suécia, onde o queijo imitação é taxado de tal forma que não oferece vantagens de preço sobre o queijo "real", existe uma modesta, mas regular demanda para o produto, o qual é procurado por consumidores que seguem uma dieta vegetariana e o consideram mais saudável (IDF, 1989).

O preço relativamente baixo é devido ao fato de que a gordura vegetal custa menos que a gordura do leite no mercado mundial, o que pode ser evidenciado na tabela 2.4.1.

Existem consideráveis diferenças na produção e consumo de produtos lácteos imitação de país para país. Os fatores que influenciam nessas diferenças são basicamente a legislação nacional e supra-nacional de alimentos e a preferência do consumidor (IDF, 1989).

Segundo IDF (1989), com relação à legislação, os países são classificados em três categorias:

Tabela 2.4.1.: Preço médio mundial de mercado do óleo de soja e manteiga.

US\$/TONELADA						
Ano	1983	1984	1985	1986	1987	1988
óleo de Soja	527	723	572	343	335	480
Manteiga	1830	1430	1130	1000	1000	1350

Fonte: IDF (1989)

- 1ª) Os que proíbem a produção e comercialização de produtos lácteos imitação: Alemanha Ocidental, Itália, Nova Zelândia e Canadá. Entretanto esses países possuem exceções. Isso significa que a produção e comercialização da margarina é permitida e, por exemplo, na Alemanha Ocidental permite-se a produção de alimentos infantis com gorduras não lácteas e cremes para café.
- 2ª) Os que possuem uma legislação intermediária: França, Dinamarca e Holanda. Na França a produção e comercialização de cremes, queijos, leite em pó e condensado imitação são proibidas. Por outro lado a fabricação de misturas de manteiga e gorduras não lácteas é permitida, desde que os produtos sejam devidamente rotulados. A Dinamarca proíbe a princípio a substituição de constituintes não lácteos pela gordura e proteína lácteas. Na fabricação de margarinas, entretanto, o uso de gordura láctea (máximo 3%) é permitida e ainda, outras

emulsões baseadas em óleos e gorduras são permitidas, desde que contendo pelo menos 10% de gordura do leite e devidamente rotulados. Na Holanda, embora exista uma legislação basicamente proibitiva, exceções são feitas para produtos tais como cremes para café, alimentos infantis e misturas para sorvetes.

3B) Os que possuem uma legislação altamente liberal: Bélgica, Inglaterra, Irlanda, Espanha, Noruega, Suécia, Estados Unidos, Japão e Austrália. Nesses países a legislação é designada apenas para prover uma certa proteção aos produtos lácteos através de regulamentações governamentais quanto à embalagem e rotulagem.

Na Polônia, Tchecoslováquia, Hungria e União das Repúblicas Socialistas Soviéticas não existe legislação para produtos imitação (IDF 1989).

No Brasil também não existe uma legislação específica para produtos imitação. Entretanto, considerando as três categorias nas quais os países são classificados quanto à legislação (IDF, 1989) e a legislação do Ministério da Agricultura (RI-ISPOA, 1962), entendemos que o país possui uma legislação intermediária.

Por exemplo, é permitida a produção e comercialização da margarina e segundo o Art. 343 de acordo com a matéria prima empregada elas são classificadas como margarina animal, quando só forem utilizadas gorduras e óleos animais; margarina vegetal, quando só forem utilizadas gorduras e óleos vegetais; margarinas mistas, quando forem usadas misturas de gorduras e

óleos animais e vegetais.

No mesmo regulamento (RIISPOA, 1962), a Inspeção Industrial e Sanitária do Leite e Derivados é tratada em diversos capítulos. No Capítulo I, que trata do Leite em Natureza (Art. 475 a 545), apenas no Art. 504, Parágrafo 8º, o qual refere-se ao leite reconstituído, encontra-se referência ao uso de gordura vegetal. Tal parágrafo considera: - "leite reconstituído é o produto resultante da dissolução em água, do leite em pó, adicionado ou não de gordura láctea, até atingir o teor de gordura fixado para o respectivo tipo, seguindo da homogeneização e pasteurização". Desta forma, considera-se implícita a não possibilidade de outros tipos de gordura, que não a gordura láctea.

No Capítulo II (Art. 546 a 567), o qual refere-se ao Creme, nada consta quanto ao uso de gordura vegetal. Já no Capítulo III (Art. 568 a 597), o qual refere-se a Manteiga, encontra-se no Art. 585 uma proibição quanto ao uso de gorduras de qualquer natureza na fabricação da manteiga.

O Capítulo IV (Art. 598 a 641) refere-se a Queijos. Especificamente os Art. 607 a 630 referem-se às características de diferentes tipos de queijos. Nesses artigos apenas uma referência é feita quanto ao uso de gordura vegetal (Art. 613, parágrafo 1º). Esse artigo define o que é "Requeijão do Norte" e o parágrafo 1º considera: - "Permite-se a adição de gorduras de origem vegetal e animal, misturadas ou não à manteiga, em proporções aprovadas pela D.I.P.O.A.; o produto assim preparado não pode obter classificação superior à de segunda qualidade. A rotulagem do produto indicará a natureza e porcentagem das gorduras es-

tranhas adicionadas".

Por outro lado, ainda constante do capítulo referente a queijos, encontra-se no Art. 633: - "É permitido o emprego de nitrato de sódio até o limite de 0,05g por cento do leite; cloreto de sódio, cloreto de cálcio, fermentos ou cultura de fermentos e mofo próprios, bem como de especiarias e substâncias vegetais inócuas que tenham sido aprovadas pela D.I.P.O.A."

No Capítulo V (Art. 642 a 678-A) referente a Leites Desidratados, a única referência feita ao uso de diferentes gorduras encontra-se no Art. 676: - "A adição de gordura estranha à composição normal do leite como, gordura bovina, óleo de fígado de bacalhau, gordura de coco, óleo de soja, margarina ou outras, a produtos que se destinem à alimentação humana ou à dietética infantil, só é permitida mediante a aprovação da fórmula pelo órgão competente de Saúde Pública". Parágrafo único: - "Não se permite dar a esse produto denominação que indique ou dê a impressão de se tratar de leite especialmente destinado à dietética infantil como: leite maternizado, leite humanizado ou outros congêneres".

Nos Capítulos VI (Art. 679 a 695) e VII (Art. 696 a 705) respectivamente sobre Outros Produtos Lácteos e Inspeção de Leite e seus Derivados, nada consta quanto ao uso de gordura vegetal e nem quanto a determinações que deveriam ser realizadas para identificar o seu uso no leite e seus derivados.

Diantes dos aspectos legais discutidos anteriormente, entendemos que a fabricação de produtos modificados, adicionados de diferentes gorduras, vegetal ou animal, ou a fabrica-

ção de produtos imitação, fabricados a partir de ingredientes não lácteos pode ser considerada sob dois pontos de vista: uma opção tecnológica no caso de possuir um respaldo da legislação, ou uma prática fraudulenta quando tal respaldo inexiste.

Em agosto de 1973 o "United State Food and Drug Administration" (USFDA) finalizou as regulamentações para a aplicação do termo imitação para alimentos e definiu condições sob as quais o termo não precisa ser aplicado. Essas regulamentações são designadas para permitir que novos produtos, nutricionalmente equivalentes aos produtos tradicionais aos quais eles simulam, sejam comercializados sem serem rotulados como "imitação". Entretanto, as regulamentações contêm falhas as quais permitem que novos produtos nutricionalmente inferiores sejam comercializados como nutricionalmente equivalentes (SARETT, 1976). Por outro lado, segundo KOSIKOWSKI (1978) o grande esforço por parte do "USFDA" para estabelecer um critério de rotulagem para alimentos de imitação culminou numa política que simplesmente definiu o leite imitação como um produto nutricionalmente não equivalente ao produto natural.

2.4.2. Queijos imitação:

Conforme apresentado no item 2.4.1., muitos produtos imitação têm sido desenvolvidos. Entretanto, segundo GRAF (1986), o queijo é o produto lácteo mais vulnerável à competição dos produtos imitação, caracterizando-se como um desafio para a indústria láctea.

Segundo SIAPANTAS (1979), o consumo per capita de queijos nos Estados Unidos aumentou em 100% nos últimos vinte anos. O consumo per capita, que era de 3,6 kg em 1950, passou para 6,1 kg em 1975. Como durante o mesmo período a produção de leite permaneceu praticamente inalterada, essa demanda foi suprida pelo desvio de leite destinado a outras finalidades para a indústria de queijos (em 1950 utilizava-se 5,0 bilhões de quilos de leite para a produção de queijo e, em 1975, 11,8 bilhões de quilos), pela importação e pela produção de produtos substitutos ao queijo.

De acordo com a ABIQ (1989), verifica-se no Brasil um baixo consumo de queijo (2,0 kg per capita ano), quando comparado a outros países. Por exemplo, na Argentina o consumo per capita é de 8,0 kg e em países como França, Itália e Dinamarca gira em torno de 17,0 kg. Na Alemanha Ocidental em 1988 foram produzidas e consumidas 1,075 milhões de toneladas de queijo. Isso representa 17,5 kg per capita ano, que frente aos 16,8 kg no ano de 1987 indica uma tendência expansionista.

Tentativas para reduzir o custo dos queijos, associadas à escassez do leite (apresentadas no item 2.4.1.), conduziram ao desenvolvimento de queijos análogos nos quais a gordura vegetal substituíria a gordura láctea mais cara (EUROPA Pat. 0.115.617 A1, 1984). Tais análogos eram normalmente fabricados a partir de leite desnatado adicionado de gordura vegetal e eram geralmente referidos como queijos modificados (EUA Pat. 4.075.360, 1978; EUROPA Pat. 0.115.617 A1, 1984).

Segundo PREGO (1906), já nessa época, devido à grande expansão das centrífugas desnatadeiras, muitos proprietários aproveitavam o leite desnatado para fazer queijos tipo grana, gorgonzola, emental e outros, substituindo a gordura natural pela margarina que era adicionada por meio de um aparelho emulsionador. Segundo o autor, os produtores vendiam esses queijos chamando-os de margarinados, mas como seu paladar e aparência eram muito semelhantes, senão iguais aos dos queijos verdadeiros, os comerciantes vendiam-nos muitas vezes como tais.

Posteriormente, incentivos econômicos e técnicas avançadas conduziram para o desenvolvimento de queijos análogos fabricados fundamentalmente de caseína e seus derivados, óleos e gorduras vegetais e mais uma variedade de aditivos menores que variam com o tipo de queijo a ser produzido, tais como, flavorizantes, corantes, agentes acidulantes, emulsificantes etc. (EUA Pat. 4.075.360, 1978; OLSON, 1979; GRAF, 1981; EUROPA Pat. 0.115.617 A1, 1984).

Desde que os derivados de caseína são legalmente definidos como ingredientes não lácteos, os análogos foram referidos como queijo imitação. Esses produtos reproduzem o "flavor" e funcionalidade do queijo natural a um custo reduzido e, em adição, apresentam menor conteúdo de colesterol, uma vez que a gordura animal foi substituída pela gordura vegetal (EUROPA Pat. 0.115.617 A1, 1984).

Segundo alguns autores (HETRICK, 1969; EUA Pat. 4.075.306, 1978; EUROPA Pat. 0.115.617 A1, 1984), deve-se distinguir o leite modificado, que é preparado essencialmente de leite

desnatado adicionado de óleo ou gordura vegetal, do leite imitação, que é preparado de uma mistura de óleo vegetal, uma fonte de proteína (caseinato de sódio e cálcio, proteína de soja, proteínas do soro etc.), uma fonte de carboidratos, emulsificante, estabilizante e aromatizante. Desta forma, esses autores consideram que o queijo imitação é o produto no qual os sistemas lipídicos e protéicos são derivados de fonte não láctea e que o queijo modificado é o produto no qual o sistema lipídico é substituído por uma fonte não láctea, mas o sistema protéico é de fonte láctea. Entretanto, WALKER (1988) não diferencia queijo imitação de queijo modificado, considerando como queijo imitação tanto o produto no qual o conteúdo de gordura láctea foi substituído pela gordura vegetal, sendo portanto o sistema protéico de fonte láctea, como o produto no qual a gordura vegetal é usada em combinação com caseína ou proteínas vegetais, estabilizantes, flavorizantes e corante. Tal consideração é também compartilhada por KOSIKOWSKI (1978). Segundo o autor, queijos imitação frescos e maturados são derivados de leites modificados bem como de leites imitação. O autor também considera que os queijos que são realmente fabricados com leite de vaca devem ser rotulados como queijo imitação se não estiverem de acordo com os padrões oficiais no que diz respeito à composição.

De acordo com a legislação brasileira (RIISPOA, 1962) o queijo é considerado falsificado quando apresentar substâncias estranhas à sua composição normal e valor nutritivo; e quando as características próprias do tipo constante do rótulo e sua composição química não correspondam ao exigido para o padrão

respectivo (Art. 639). Também considera-se fraudado o queijo quando no rótulo constarem marcas, dizeres, desenhos ou outras informações que possam induzir o consumidor a uma falsa indicação de origem e qualidade (Art. 638).

Segundo OLIVEIRA (1984), fatores como longa vida útil, baixo custo e avanços na tecnologia de gorduras que podem ser fabricadas de acordo com a demanda do produto através de hidrogenação, misturas de diferentes tipos de gorduras, fracionamento de diferentes porções da gordura e através da reorganização molecular, contribuíram para a aceitação desses novos produtos no mercado.

O queijo imitação foi introduzido nos Estados Unidos por volta de 1971 e até o presente momento é fabricado por 17 firmas. O produto também é comercializado na Inglaterra, Suécia e Austrália (IDF, 1989).

Segundo GRAF (1981), muitas variedades de queijo imitação são produzidas: suíço, cheddar, colby, muenster, gouda, mussarela, provolone, queijos processado e flavorizado, parmesão e queijos espalháveis.

Estatísticas de produção e comercialização de queijo imitação são escassas e frequentemente contraditórias (IDF, 1989). Em 1981 a produção de queijo imitação nos Estados Unidos foi estimada em 93 milhões de quilos, em 1984, 136 milhões de quilos (GRAF, 1986), e em 1985, 125 milhões de quilos, sendo isso 6% do mercado total de queijos. Na Suécia, em 1986 a produção do queijo imitação foi de 3,1 milhões de quilos, representando uma quota de mercado em torno de 3% (IDF, 1989).

Existem basicamente três grandes usos de queijos nos Estados Unidos para os quais os queijos imitação têm significativo valor: a indústria de alimentos formulados, programas de alimentação infantil e indústria de pizza (SIAPANTAS, 1979 ; IDF, 1989)

KOSIKOWSKI (1978) e SIAPANTAS (1979) consideram que a mais promissora indústria, a qual já iniciou o uso de queijo imitação, é a indústria de alimentos formulados.

Os queijos imitação foram aprovados para uso em programas de nutrição infantil pelo "United State Department Agriculture" (USDA) nos Estados Unidos em 1974, quando combinados com 50% de queijo natural na sua formulação (TAYLOR & WILSON, 1975; ANÔNIMO, 1975). Segundo SIAPANTAS (1979), nos programas de lanches escolares os queijos têm sido aceitos como a porção proteica de refeição. O "USDA" considera os produtos alternativos de queijo um meio econômico de promover a adição de produtos tipo queijo nos programas de nutrição infantil (ANÔNIMO, 1975).

TAYLOR & WILSON (1975); ANÔNIMO (1975); SIAPANTAS (1979) , consideram que os queijos imitação podem ter o mesmo valor nutricional que os queijos naturais e em alguns casos são superiores no conteúdo de vitaminas e minerais.

Na indústria de pizzas, a introdução dos queijos imitação, associando novas formulações a um produto de valor nutritivo bem balanceado, resultou numa grande expansão do setor (SIAPANTAS, 1979). Desta forma, não causa espanto o fato de que em 1980, cerca de 50 a 75% do queijo imitação produzido nos Estados Unidos foram o queijo mussarela (IDF, 1989).

O uso de queijo imitação na produção de pizza está estreitamente associado ao menor custo. A "Kraft Foods, Industrial Foods Division" produz queijo imitação mussarela como ingrediente para alimentos com o preço 45% mais baixo que o queijo natural (ANÔNIMO, 1976). Para a fabricação de pizza, a qual gasta 15 partes de queijo como ingrediente, o uso de queijo imitação pode oferecer uma economia de 3,7 partes por unidade, o que representa uma economia anual significativa (ANÔNIMO, 1981b.).

Segundo GRAF (1981b.) 36,2% das pizzas congeladas vendidas no mercado varejista americano continham queijo imitação e apresentavam um custo 21,0% menor do que as pizzas contendo apenas queijo natural.

Posteriormente, GRAF (1986) constatou em pesquisa realizada em 26 supermercados de 12 estados americanos, que o preço de venda era 16-32% mais baixo para o queijo imitação do que para o queijo natural.

De acordo com OLSON (1979a.) essa maior conquista de mercado conseguida pelo queijo mussarela é devido ao tipo de sabor, aroma e características físicas dessa variedade que são mais facilmente imitadas. Por outro lado, LAMPERT (1970) reporta que o queijo cottage feito a partir de leite desnatado com outra gordura, que não a do leite, encontra boa aceitação pelo consumidor. Segundo o autor, os outros tipos de queijo imitação não encontram aceitação devido ao sabor e aroma inferiores ao queijo natural.

Segundo KOSIKOWSKI (1978), os queijos produzidos à base de leite desnatado reconstituído com matéria graxa proceden-

te de outra origem têm encontrado menores dificuldades técnicas do que os produzidos completamente de ingredientes não lácteos. Entretanto as duas formas de queijo exigem a homogeneização dos materiais misturados para obtenção da devida emulsificação da gordura.

Quando a gordura láctea ("butter oil") emulsiona-se ao leite desnatado, através da homogeneização, para a produção do leite reconstituído, os glóbulos graxos recombinados são semelhantes aos homogeneizados, entretanto, diferem em alguns aspectos. Por exemplo, os glóbulos recombinados possuem uma membrana superficial completamente nova, constituída principalmente por caseinatos, enquanto os homogeneizados são cobertos parcialmente com a membrana natural (possuem de 5 a 40% de sua área recoberto pela membrana natural) e os componentes principais da membrana são lipoproteínas e caseinatos (WALSTRA & JENNESS, 1987).

A composição e o modo de formação da membrana constituída quando a gordura do leite ou outro óleo é homogeneizado ao leite desnatado foi extensivamente estudado por OORTWIJN & WALSTRA (1979) e WALSTRA & OORTWIJN (1982).

Segundo GILLES & LAWRENCE (1980), na fabricação de queijos a partir de leite reconstituído, usa-se os mesmos princípios e padrões aplicados para a fabricação de queijos a partir de leite fresco. Entretanto, as características observadas na fabricação de queijos a partir de leite reconstituído são diferentes das observadas na fabricação de queijos a partir de leite fresco: a taxa de coagulação é menor, a força do coágulo é reduzida e a taxa de sinérese é levemente diminuída. Desta forma, a caracte-

rística do leite em pó utilizado para a fabricação do leite reconstituído que se destina à fabricação de queijos por coagulação enzimática (usando-se renina ou outra enzima de ação similar) é de fundamental importância, pois, a ação da renina no leite reconstituído é fortemente e adversamente afetada pela temperatura a que o pó foi submetido durante o seu processo de fabricação.

O efeito da homogeneização sobre o tamanho dos glóbulos distribuídos no leite é influenciável por diversos fatores, sendo que os mais importantes são a pressão de homogeneização, o tipo de válvula, o funcionamento próprio do homogeneizador, a temperatura e a composição do produto (WALSTRA, 1975).

Os principais efeitos da homogeneização podem ser resumidos segundo ALAIS (1971) como: 1-) redução do diâmetro dos glóbulos de gordura que desta maneira permanecem mais tempo dispersos no leite; 2-) redução da tensão da coalhada formada no estômago que se torna mais branda e de mais fácil digestão; 3-) aumento da viscosidade (x 1,3); 4-) maior opacidade; 5) ativação das enzimas que atacam a matéria graxa.

Na tecnologia padrão para produção de queijos naturais não se recomenda, de um modo geral, a homogeneização (KOSIKOWSKI, 1978) uma vez que esta reduz a firmeza do coágulo e inibe a separação do soro (KOSIKOWSKI, 1978; GREEN et alii, 1983).

As propriedades de menor firmeza do coágulo do leite são bem conhecidas (TROUT, 1950). Isto é frequentemente atribuído ao aumento de "pontos fracos" no gel, sendo os glóbulos

de gordura considerados responsáveis (MULDER & WALSTRA, 1970).

Teóricamente, a migração das micelas de caseína para a superfície dos novos glóbulos de gordura formados seria responsável pela menor firmeza do coágulo, por diminuir consideravelmente o número de sítios disponíveis para as ligações micela-micela (MAXCY et alii, 1955; MULDER & WALSTRA, 1970).

Segundo KOSIKOWSKI (1978), os leites destinados à fabricação de queijos imitação devem ser homogeneizados a baixas pressões, menores do que 500 psi. Por outro lado, conforme discutido no item 2.3. sobre rendimento queijeiro, alguns autores (PETERS, 1956; GREEN et alii, 1983; DILANJAN, 1984) consideram positiva, sob alguns aspectos, a influência da homogeneização na fabricação de queijos.

Segundo EUA Pat. 3.488.198 (1970), quando a gordura vegetal substitui a gordura láctea para a produção de um leite modificado faz-se necessário o uso de emulsificantes para conferir a estabilidade necessária à emulsão, sendo preferível o uso de agentes emulsificantes água em óleo com sólidos não gordurosos do leite. O autor acha surpreendente que tais emulsificantes possam ser empregados, uma vez que eles não são tão eficientes para formar emulsões estáveis como emulsificantes óleo em água.

WEISS (1970) afirma que um leite modificado que contém 3,5% de gordura requer 0,25% de um monoglicerídeo para ajudar na emulsificação da gordura.

Na EUA Pat. 3.488.198 (1970), afirma-se que diferentes emulsificantes podem ser usados; entretanto um leite modificado com excelente estabilidade de emulsão foi obtido utilizando-

do-se 0,15% de Myverol 18-07 o qual é essencialmente 90% de monoestearato de glicerila e 10% de diestearato de glicerila e 0,05% de lecitina IM.

O uso de emulsificantes também é necessário para a fabricação dos queijos quando a gordura já não os contém (KOSIKOWSKI, 1978). O mesmo autor afirma que as quantidades variam de 0,4-0,6%, dependendo do conteúdo de gordura e sólidos do queijo final.

Na AUSTRÁLIA Pat. 459.972 (1975) indica-se que, na fabricação de queijo imitação duro, emulsificantes naturais e sintéticos podem ser usados incluindo os tipos hidrofílicos e/ou lipofílicos, entretanto, usa-se preferencialmente 1% por peso de mono e diglicerídeo.

Na EUA Pat. 3.922.374 (1975) e na EUA Pat. 4.104.413, (1978) indica-se que na fabricação de queijo cheddar imitação deve-se incluir até 2% de um sal emulsificante. Sendo que na EUA Pat. 4.104.413 (1978) considera-se que com a presença do sal emulsificante, preferencialmente 0,85% de fosfato dissódico, obtém-se um produto com características desejáveis quanto ao derretimento, corte e agregação.

Na EUA Pat. 4.390.560 (1983) considera-se que na fabricação de um produto alimentício como queijo creme deve-se usar 0,01-0,6% de um agente emulsificante tais como monoglicerídeo, lecitina, esteres graxos ou uma mistura desses.

Na EUA Pat. 4.459.313 (1984) indica-se que no preparo de um queijo imitação o agente emulsificante adicionado pode ser fosfato dissódico, fosfato trissódico e mono e diglicerídeos.

Diferentes óleos e gorduras podem ser usados na fabricação dos queijos imitação e segundo a EUA Pat. 4.075.360 (1978) o óleo vegetal empregado não é crítico.

Entretanto, o óleo utilizado em produtos lácteos imitação deve ser suave em "flavor" (WEISS, 1970; EUA Pat. 4.075.360, 1978), pois a emulsificação do sistema gorduroso o expõe na língua em uma área de superfície grande e, traços de "flavor" tornam-se acentuados, se presentes (WEISS, 1970).

Desta forma, o óleo ou gordura utilizado em produtos lácteos imitação deve ser refinado, branqueado e desodorizado para a obtenção de um produto livre de gostos e odores (WEISS, 1970; EUA Pat. 3.922.374, 1975; AUSTRÁLIA Pat. 459.972, 1975).

Na produção de queijo imitação duro a AUSTRÁLIA Pat. 459.972 (1975) indica o uso de óleo de coco, babacu etc., e óleos hidrogenados tendo um índice de sólidos da gordura (SFI) superior a 20 a 10°C.

Na EUA Pat. 3.806.606 (1974) indica-se que para a produção de um queijo imitação deve-se usar uma gordura com estreita variação no ponto de fusão (PF) e com índice de sólidos da gordura (SFI) menor do que 3 a 33,33°C e de 15-25 a 21,11°C.

Para a produção de um queijo imitação tipo massa filada, cheddar ou americano apropriado para pizza, sanduíche e temperos, na EUA Pat. 3.922.374 (1975) e na EUA Pat. 4.104.413 (1978) indica-se o uso de qualquer gordura comestível com ponto de fusão (PF) entre 32,22 e 43,33°C; entretanto, a gordura preferida é o óleo de soja hidrogenado, refinado, branqueado e desodo-

rizado com ponto de fusão (PF) aproximadamente 35°C.

Para produção de queijo mussarela, na EUA Pat. 4.075.360 (1978) indica-se o uso, preferencialmente, de óleo de algodão com ponto de fusão Wiley (PFW) aproximadamente igual a 40°C, índice de iodo (II) aproximadamente 63,0 (calculado) e índice de sólidos da gordura (SFI) de 46,9 a 10°C, 33,8 a 21,11°C, 28,2 a 26,66°C, 14,2 a 33,33°C, 4,8 a 37,7°C e 0 (zero) a 43,33°C. Entretanto, na mesma patente, indica-se que outras gorduras, com características bem diferentes também podem ser usadas para a obtenção do mesmo produto. Por exemplo, óleo de algodão hidrogenado com ponto de fusão Wiley (PFW) aproximadamente 17°C, com um conteúdo de ácidos graxos livres (FFA) no máximo 0,05%, com índice de iodo (II) de 74-81 e índice de sólidos da gordura (SFI) de 14-20 a 10°C e no máximo 3 a 21,11°C.

Segundo KOSIKOWSKI (1978), a melhor produção de queijo imitação é conseguida quando a gordura apresenta ponto de fusão (PF) = 36°C, índice de refração (IR) = 1,4602, índice de peróxido (IP) = 0 (zero) e porcentagem de ácidos graxos livres (FFA) = 0,02%.

Na EUA Pat. 4.197.322 (1984) considera-se que na produção de queijo imitação mussarela e americano deva ser usado preferencialmente um óleo comestível que tenha ponto de fusão Wiley (PFW) variando de 21,11 a 46,11°C ou que tenham índice de sólidos da gordura (SFI) de 20-75 a 10°C, 0-60 a 21,11°C, 0-50 a 26,66°C, 0-25 a 33,33°C, 0-15 a 37,77°C e 0 (zero) a 43,33°C. Na referida patente indica-se o uso, preferencialmente, de uma mistura de óleo de soja, algodão e coco, sendo que 100% de óleo de

soja também pode ser usado, bem como óleo de algodão hidrogenado e óleo de milho.

Na EUA Pat. 4.397.926 (1983) considera-se que pode ser usado qualquer óleo vegetal comestível, sendo que o preferido é aquele que tem "flavor" suave e características físicas similares à gordura do leite.

Na EUA Pat. 4.459.313 (1984) indica-se que a gordura vegetal utilizada na produção de um queijo análogo deve ter preferencialmente um alto conteúdo de gordura polinsaturada e pouco ou nenhum conteúdo de colesterol. Esses óleos podem ser de milho, soja, algodão, girassol ou uma mistura desses, podendo ser parcialmente hidrogenado ou não hidrogenado.

Conforme esclarecido anteriormente, os queijos imitação são produzidos fundamentalmente da caseína ou seus derivados e óleos vegetais.

Os caseinatos, sozinhos ou em combinação, além de constituir a maior fonte protéica, possuem propriedades particulares de textura e emulsificação que os tornam ideais, e, sua baixa viscosidade permite o uso de altos teores de sólidos (EURO-PA Pat. 0.115.617 A1, 1984).

Diversos pesquisadores utilizaram caseína ou caseinatos no desenvolvimento dos queijos imitação. Entretanto, esses produtos desenvolvidos apresentam diferenças quanto ao uso de ingredientes menores bem como na forma de preparo.

Na EUA Pat. 3.922.374 (1975) utilizou-se caseína e hidróxido de cálcio e/ou hidróxido de sódio para formar caseinato de cálcio e/ou caseinato de sódio "in situ", que com outros in-

redientes formam uma mistura homogênea não aerada.

Na EUA Pat. 4.075.360 (1978) utilizou-se caseinato, sendo que pelo menos 70% era caseinato de sódio.

Na EUA Pat. 4.197.322 (1984) utilizou-se caseína ácida com um sal de cálcio básico para produzir uma solução de caseinato de cálcio que era posteriormente tratada com uma enzima coagulante.

Na EUA Pat. 4.343.817 (1982) adicionou-se caseína em pó e hidróxido de cálcio ao soro de queijo para formar uma mistura contendo caseína dissolvida e tendo pH de 8,8 a 7,3.

Na GRÃ BRETANHA Pat. 2.082.890 A (1982) utilizou-se como a principal ou única fonte protéica a caseína em pó obtida por renina.

Na EUA Pat. 4.397.926 (1983) utilizou-se uma mistura de caseína ácida e caseína de renina

Na GRÃ BRETANHA Pat. 2.106.366 A (1983) utilizou-se caseína ácida e sal de cálcio para formar uma massa base para queijo imitação, e, este é obtido posteriormente misturando-se a massa base com gordura e água quente.

Na EUA Pat. 4.459.313 (1984) utilizou-se soro de queijo líquido e caseína em pó para formar um queijo análogo livre de gordura, sendo que esta é adicionada posteriormente.

A tendência de alto custo e futuro incerto quanto à disponibilidade de caseína e caseinato têm conduzido os pesquisadores a encontrar um substituto, total ou parcial, para esses produtos, preferencialmente de menor custo. Algumas tentativas têm sido feitas para utilizar isolado protéico vegetal (por

exemplo, isolado de soja) como substituto. Esses isolados não têm a mesma funcionalidade dos caseinatos, propiciando apenas boa extensibilidade (EUROPA Pat. 0.115.617 A1, 1984).

Um queijo imitação de mussarela vem sendo desenvolvido pela "Cheese Food International" com algum sucesso no qual se usa uma mistura de quatro fontes protéicas (25% de caseína, 25% de farinha de soja, 25% de glútem e 25% de proteína de folha de alfafa), entretanto, o produto final não tem todas as características desejáveis, incluindo "flavor" (ANÔNIMO, 1981a.).

Na EUA Pat. 4.435.438 (1984) considera-se que isolado de soja, preparado sob determinadas condições, pode ser utilizado para substituir de 20 a 60 % ou mais os caseinatos em queijos imitação sem afetar adversamente as características de derretimento do produto.

VIANA et alii, (1987) estudaram o efeito da adição de 4% de extrato solúvel de soja e de farinha de soja integral pré-cozida em queijos, calculado sobre o peso final dos queijos minas frescal e prato e analisaram suas características físico-químicas e sensoriais. A adição de derivados protéicos de soja ao leite afetou a estrutura do coágulo, mas não houve diferença significativa nas perdas de gordura e proteína do soro. A capacidade de absorção de água aumentou, elevando conseqüentemente o rendimento dos queijos. Na avaliação sensorial, os provadores detectaram diferença entre as amostras, havendo melhor aceitação pelos queijos convencionais; no entanto, os queijos contendo os derivados protéicos de soja foram considerados de boa palatabilidade.

Outros produtos também têm sido utilizados para substituir parcial ou totalmente os caseinatos ou na tentativa de produzir queijos imitação. Alguns exemplos são: polvilho e farinha de raspa de mandioca (BRASIL Pat. 26.313, 1940); glútem de trigo, clara de ovo e gelatina (EUA Pat. 3.806.606, 1974); farinha não gelatinizada (EUA Pat. 4.104.413, 1978) e amido modificado (EUROPA Pat. 0.115.617 A1, 1984).

3. MATERIAL E MÉTODOS:

3.1. Material:

3.1.1. Equipamentos e aparelhos:

- Agitador magnético modelo 703 A, marca FISATON.
- Autoclave vertical a gás, marca FABBE.
- Balança analítica modelo AE 200, marca METTLER.
- Balança comercial modelo Exata 3, marca TOLEDO.
- Balança semi-analítica modelo A 1000, marca MARTE.
- Banho-maria modelo 102/6, marca FANEM.
- Bloco digestor macro-Kjeldahl, SARGE 15-50.
- Bloco digestor micro-Kjeldahl, SARGE 040/25.
- Centrífuga desnatadeira de pratos modelo 24 S, capacidade 100 litros/hora, marca ALFA LAVAL.
- Cromatógrafo a gás modelo CG 500 advance, marca CG.
- Determinador de cor Lovibond.
- Determinador de ponto de fusão, marca METTLER.
- Estufa incubadora para B.O.D. modelo 347 F, marca FANEM.
- Estufa de secagem e esterilização modelo 315 SE, marca FANEM.
- Fogão marca CONTINENTAL 2001 - linha Caprice.
- Fogão industrial com duas bocas, marca DAKO.
- Forno Mufla marca FORLABO.
- Freezer vertical, modelo VRF 20E, 340 litros, marca METALFRIO.
- Geladeira Duplex 440 litros, marca BRASTEMP.

- Homogeneizador rotativo modelo Ultra-Turrax, marca HANKEL & JUNKEL.
- Máquina de gelo modelo PGE 100, marca EVEREST.
- Microscópio modelo Standart, marca CARL ZEISS.
- Moedor modelo super cutter, marca SIRE.
- pHmetro modelo DMPH-2, marca DIGIMED.
- Placa aquecedora modelo 186, marca FANEM.
- Sistema de destilação Kjeldahl, SARGE TE 036.
- Tanque pasteurizador modelo MC100, capacidade 100 l, dotado de agitador, torneira e sistemas de aquecimento e resfriamento programáveis, marca INADAL.

3.1.2. Outros materiais:

- Agitador de aço inox, haste de 60 cm e disco perfurado com 15 cm de diâmetro.
- Balde de aço inox com alça, capacidade 30 litros.
- Bandejas plásticas, 52x43 cm.
- Coador para leite cru, com filtro de nylon, marca BRASHOLANDA.
- Cubas plásticas, 50x40x25 cm.
- Espátulas.
- Escumadeira.
- Formas para queijo modelo RPMe 500, marca BRASHOLANDA.
- Jarras de aço inox, capacidade 1,5 e 2,5 litros.
- Latões de polietileno, capacidade 50 litros.
- Lâminas, 76x26x1 mm.
- Lâminas escavadas, 76x26x1 mm.

- Lâmina micrométrica, 1/0,01
- Lâminulas, 20x20 mm.
- Lira de aço inox para queijo minas frescal.
- Micropipeta, capacidade 10 ul, marca BRAND.
- Reagentes de laboratório de grau e pureza exigida pelos métodos analíticos.
- Tanque de aço inox linha Gastronorm, capacidade 28 litros, marca ETERA.
- Vidrarias de laboratório.

3.1.3. Matérias primas:

- Coalho em pó, marca HA-LA.
- Creme de leite obtido após desnatado do leite cru.
- Cultura láctica mista de Streptococcus lactis e Streptococcus cremoris, marca LABOR WIESBY.
- Gordura vegetal parcialmente hidrogenada fornecida pela Refinadora de óleos Brasil-SA, São Caetano do Sul-SP.
- Leite cru tipo B adquirido na Agropecuária Tuiuti, Fazenda São Francisco, Amparo-SP.

3.2. MÉTODOS:

3.2.1. Obtenção e caracterização da gordura do leite (GL):

Obteve-se creme com 45% de gordura através do desnate do leite cru previamente aquecido a 40°C. O desnate foi realizado na planta piloto de Laticínios da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) em uma centrífuga desnatadeira. O creme foi pasteurizado a 72°C, resfriado a 8°C e armazenado nesta temperatura até o momento da extração da GL.

Para a extração utilizou-se uma mistura 1:1 de éter etílico e éter de petróleo e, após evaporação do solvente obteve-se a GL. Esta foi caracterizada quanto ao ponto de fusão Mettler, índice de iodo, índice de gordura sólida e composição de ácidos graxos conforme descrito no item 3.2.8.2. A extração e caracterização da GL foi realizada uma única vez com o objetivo de conhecer suas características para posteriormente obter-se uma gordura vegetal parcialmente hidrogenada com características semelhantes à GL.

3.2.2. Obtenção e caracterização da gordura vegetal parcialmente hidrogenada (GVPH):

Obteve-se uma GVPH através da mistura de diferentes tipos de gorduras e a Refinadora de óleos Brasil - SA nos forneceu 50 Kg da GVPH que foram suficientes para a realização de todos os experimentos sem que houvesse variação na matéria prima.

Durante o período dos experimentos a GVPH foi armazenada à temperatura ambiente.

Para a caracterização da GVPH determinou-se: ponto de fusão Mettler, índice de iodo, índice de gordura sólida, composição de ácidos graxos, acidez, índice de peróxido, resíduo de sabões, umidade, presença de antioxidante e cor conforme descrito no item 3.2.8.3.

3.2.3. Determinação do tempo e temperatura de homogeneização da GVPH dispersa no leite desnatado:

Para efetuar a homogeneização utilizou-se um homogeneizador rotativo modelo Ultra Turrax, usando sempre a velocidade máxima de homogeneização. Os testes foram feitos em triplicatas.

Identificou-se o tempo e temperatura de homogeneização da GVPH ao leite desnatado através da observação visual da mistura, verificando-se a distribuição da gordura e a formação de espuma.

Foram testados três temperaturas e três tempos de homogeneização: 40, 45 e 50°C por 2, 3 e 5 minutos.

Em cada teste utilizou-se leite desnatado adicionado de GVPH em proporções adequadas, para a obtenção de 20 Kg de leite padronizado para 3,5% de gordura. Utilizou-se uma balança comercial para pesagem do leite desnatado e da GVPH.

3.2.4. Processamentos preliminares:

Foram efetuados seis processamentos preliminares, conduzidos dois a dois, na Planta Piloto de Laticínios da FEA. O objetivo foi padronizar as condições de trabalho e de coletas de amostras; estabelecer a rotina dos procedimentos analíticos; bem como caracterizar o estado de homogeneização da GL e da GUPH dispersas no leite desnatado.

Três desses processamentos visavam obter queijo minas frescal a partir de leite desnatado adicionado de GL. Esses foram designados por processamentos controles A, B e C (PCA, PCB e PCC). A adição da GL ao leite desnatado foi feita através da adição de cremes com teores de gordura conhecidos, com o objetivo de obter-se misturas padronizadas para 3,5% de gordura.

Paralelamente aos processamentos PCA, PCB e PCC foram conduzidos respectivamente os processamentos modificados A, B e C (PMA, PMB e PMC). Esses visavam obter queijo minas frescal a partir de leite desnatado adicionado de GUPH. A adição da GUPH ao leite desnatado foi também efetuada com o objetivo de obter-se misturas padronizadas para 3,5% de gordura.

Os processamentos foram conduzidos conforme descrito no item 3.2.5. e demonstrado no fluxograma I, entretanto com as seguintes diferenças:

- Nos processamentos PCA, PMA, PCB e PMB fez-se a salga na massa utilizando-se 1,5% de sal sobre o peso da massa.
- Nos processamentos PCA e PMA não se deixou o leite em repouso por 10 minutos após a adição do fermento e antes da adição do

coalho.

- Nos processamentos PCB, PMB, PCC e PMC, embora tenha-se deixado o leite em repouso por 10 minutos após a adição do fermento e antes da adição do coalho, não foi feito o controle de pH nesses dois tempos.

3.2.4.1. Análises físico-químicas:

As análises de leite cru, creme, leite desnatado, leite desnatado adicionado de GL ou de GVPH, soro com GL ou com GVPH, queijo minas frescal com GL ou com GVPH foram realizadas de acordo com os itens 3.2.8.4., 3.2.8.5., 3.2.8.6., 3.2.8.7., 3.2.8.8. e 3.2.8.9. respectivamente.

3.2.4.2. Caracterização do estado de homogeneização da GL e da GVPH dispersa no leite desnatado:

Foi realizada através do exame direto em microscópio logo após a homogeneização para todos os processamentos preliminares.

Para o preparo das lâminas utilizou-se o método descrito por TROUT (1950) com algumas modificações. Colocou-se 10 ul da amostra diluída (1 ml de leite: 200 ml de glicerina 40%) em uma lâmina escavada, colocando-se uma lamínula sobre a lâmina. Examinou-se cinco campos diferentes, selecionados ao acaso, listando-se o número de glóbulos de cada tamanho.

Realizou-se a contagem e a medida dos glóbulos utilizando-se uma objetiva de imersão de 100 X. A ocular possuía uma escala micrométrica calibrada.

3.2.4.2.1. Cálculo do diâmetro médio dos glóbulos de gordura:

Para cada processamento, o diâmetro médio dos glóbulos de gordura foi calculado por:

$$\bar{d} = \frac{\sum n \times d}{N}$$

Onde: \bar{d} = diâmetro médio dos glóbulos de gordura (u)

n = número de glóbulos de diferente diâmetros

d = diâmetro dos glóbulos (u)

N = número total de glóbulos observados

3.2.4.2.2. Cálculo da porcentagem do número total de glóbulos de diferentes diâmetros:

Para esse cálculo considerou-se o número total de glóbulos observados e o número total de glóbulos de mesmo diâmetro nos cinco campos selecionados ao acaso, para cada processamento.

3.2.5. Processamentos finais:

Foram efetuados oito processamentos na Planta Piloto de Laticínios da FEA.

Quatro desses visavam obter queijo minas frescal a partir de leite desnatado adicionado de GL e foram designados por processamentos controles 1, 2, 3 e 4 (PC1, PC2, PC3 e PC4).

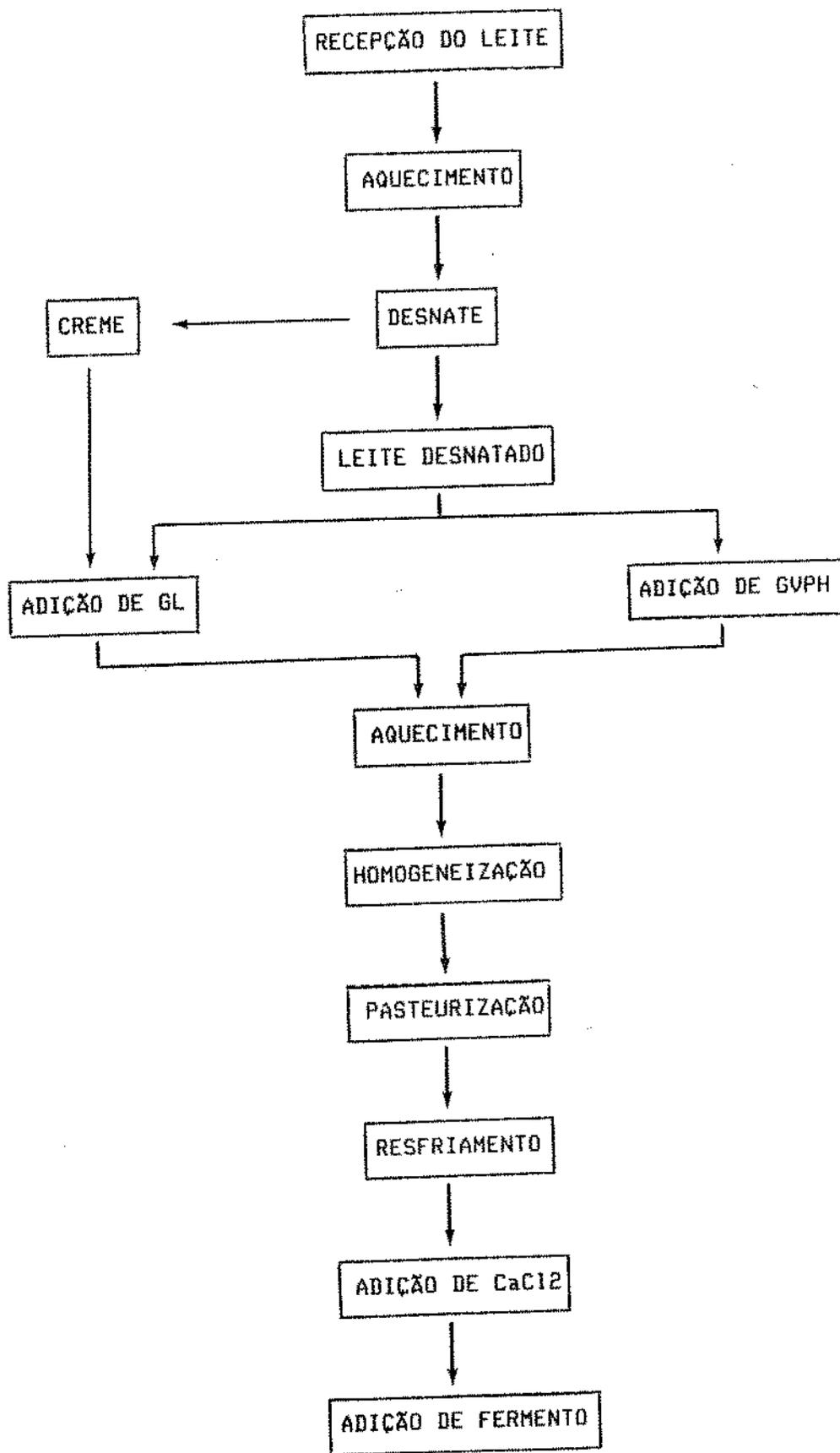
Os outros quatro visavam obter queijo minas frescal a partir de leite desnatado adicionado de GUPH e foram designados por processamentos modificados 1, 2, 3 e 4 (PM1, PM2, PM3 e PM4).

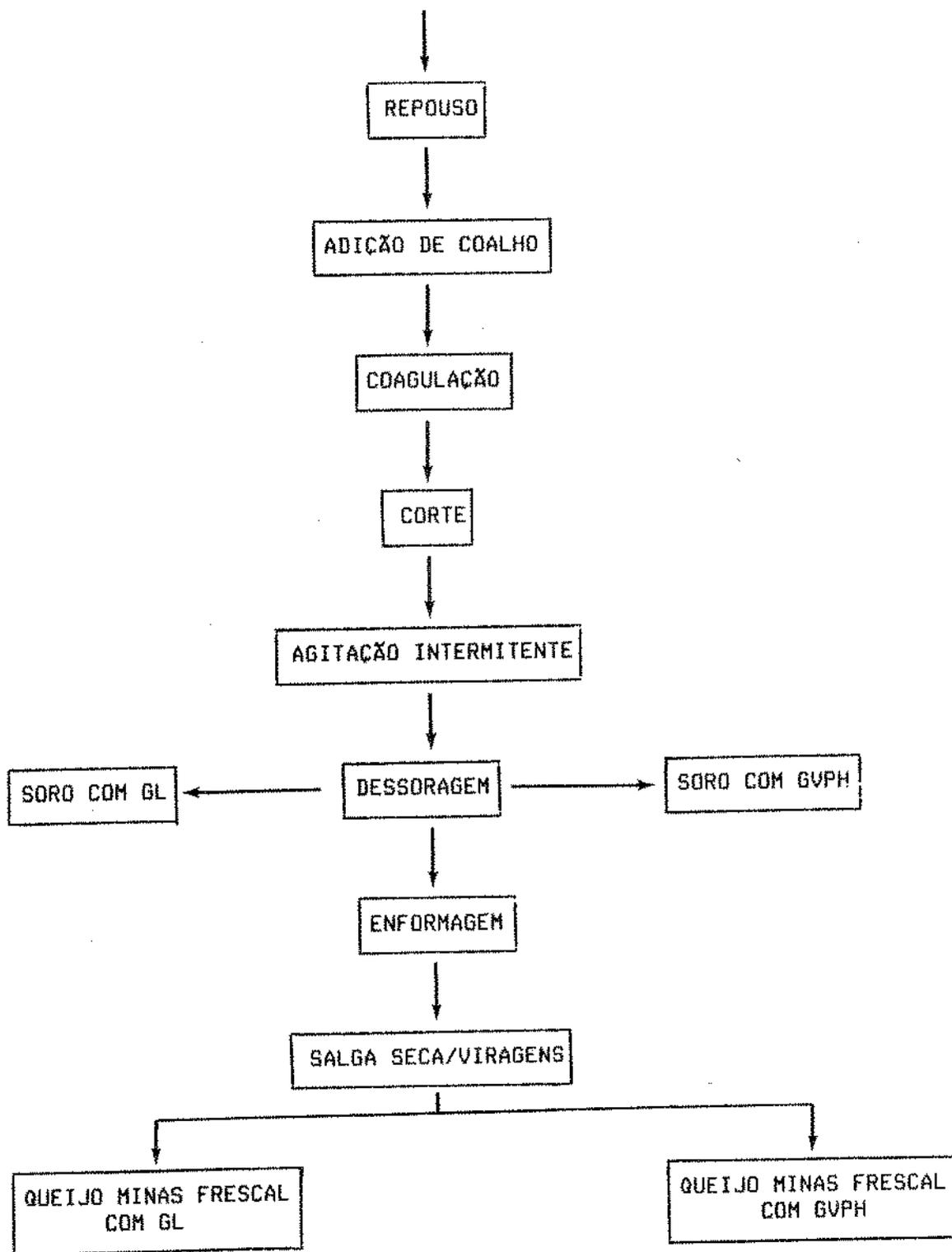
Os processamentos foram conduzidos dois a dois (PC1 e PM1, PC2 e PM2, PC3 e PM3, PC4 e PM4) conforme demonstrado no fluxograma I.

3.2.5.1. Preparo da matéria prima:

3.2.5.1.1. Recepção do leite:

Os latões contendo 50 litros de leite cru tipo B resfriados foram devidamente misturados utilizando-se um agitador de aço inox de placa perfurada, visando a obtenção de uma amostra homogênea, no momento de sua chegada na FEA, no dia do processamento. Em seguida coletou-se uma amostra que foi avaliada quanto a acidez titulável, pH, densidade a 15°C e gordura.





Fluxograma I: Fluxograma de fabricação do queijo minas frescal a partir de leite desnatado adicionado de GL ou de GVPH.

3.2.5.1.2. Desnate:

Primeiramente o leite cru foi filtrado em um coador com filtro de nylon, aquecido a 40°C, utilizando-se fogão industrial e, em seguida, desnatado em uma centrífuga desnatadeira.

O leite desnatado foi dividido em duas porções. A uma delas adicionou-se GL e à outra adicionou-se GVPH.

3.2.5.1.3. Adição de GL e de GVPH ao leite desnatado:

Após determinação da porcentagem de gordura do leite desnatado, este foi adicionado de GL (através de cremes com teores de gordura conhecidos) ou de GVPH em proporções adequadas, utilizando-se uma balança comercial, para a obtenção de duas porções de 20 kg de leite padronizado para 3,5% de gordura.

3.2.5.1.4. Homogeneização:

As duas porções, leite desnatado adicionado de GL ou de GVPH, foram homogeneizadas em um homogeneizador rotativo utilizando-se tempo e temperatura considerados adequados após realização dos testes descritos no item 3.2.3., ou seja 50°C/3 minutos.

3.2.5.1.5. Pasteurização e resfriamento:

As duas porções, leite desnatado adicionado de GL ou de GVPH, foram aquecidas a 68°C em um fogão industrial, permanecendo nessa temperatura por 2 minutos.

Em seguida foram resfriadas a 34°C, utilizando-se banho de gelo, sendo então colocadas em 2 tanques de aço inox, capacidade 28 litros, que foram mantidos em banho-maria a 35°C durante o processo de fabricação dos queijos.

3.2.5.1.6. Manutenção da cultura láctica mista e preparo do fermento:

A cultura inicialmente utilizada foi uma cultura liofilizada de Streptococcus lactis e Streptococcus cremoris da marca LABOR WIESBY. Essa cultura foi ativada segundo as técnicas recomendadas pelo fabricante e mantida através de repicagens periódicas em leite em pó reconstituído a 11% e autoclavado a 121°C/15minutos.

O fermento era preparado no dia anterior ao processamento através da transferência de 1% da cultura ativa em um volume de leite em pó desnatado reconstituído a 11% e pasteurizado (68°C/2minutos), suficiente para a fabricação dos dois queijos. O fermento era mantido em geladeira até o momento da sua utilização.

3.2.3.2. Fabricação dos queijos:

A cada uma das duas porções, preparadas como descrito anteriormente, adicionou-se 1% de fermento láctico e 250 ppm de cloreto de cálcio promovendo-se uma agitação lenta e deixando-se em repouso por 10 minutos. Foram feitas determinações de pH antes da adição do fermento e após o repouso de 10 minutos.

Em seguida adicionou-se coalho em pó, em proporção adequada para obtenção da coagulação em 45 minutos, promoveu-se nova agitação e tampou-se os tanques que foram deixados em repouso para a coagulação. Após as massas terem atingido o ponto de corte, que foi determinado através da verificação da resistência do coágulo, efetuou-se o corte utilizando-se lira com fios cortantes distando 1,0 cm um do outro.

Logo após o corte efetuou-se uma agitação cuidadosa durante 1 minuto e a seguir deixou-se a massa em repouso por 5 minutos. Em seguida alternou-se agitação e repouso de 5 minutos até que se atingisse o ponto de massa (obtido aproximadamente 50 minutos após a primeira mexedura) que foi verificado pela consistência dos grãos.

Após determinação do ponto de massa, deixou-se esta decantar por 5 minutos e iniciou-se a retirada do soro com auxílio de tubos de latex e béqueres de plástico.

Logo após a separação do soro, colocou-se a massa em formas de 0,5 kg próprias para queijo minas frescal. O queijo foi autoprensado através de viragens sucessivas.

Na primeira hora e meia após a enformagem, fez-se três viragens. Na terceira iniciou-se a salga seca.

Após mais duas horas, os queijos foram colocados em geladeira a 8°C onde permaneciam aproximadamente por 14 horas. Sofriam, então, a quarta viragem e a salga na outra superfície, sendo mantidos ainda nas próprias formas e retornados à geladeira. Após aproximadamente mais 10 horas, os queijos eram desenformados e pesados.

3.2.6. Determinação das cifras de transição dos componentes do leite para os queijos:

3.2.6.1. Cálculo das cifras de transição:

Os cálculos foram baseados na composição físico-química do leite e do soro, bem como na quantidade de leite da qual se partiu para a fabricação dos queijos e da quantidade de soro obtida em cada processamento.

Para melhor compreensão, apresenta-se, a seguir, os cálculos efetuados para o PC1.

Quantidade de leite utilizado = 19.456 g

Quantidade de soro obtido = 16.560 g

Composição do leite:	Gordura	3,55%
	Proteína	2,90%
	Cinzas	0,72%
	Lactose	4,68%
	Sólidos totais	11,85%

Composição do soro:	Gordura	0,49%
	Proteína	0,96%
	Cinzas	0,55%
	Lactose	4,93%
	Sólidos totais	6,93%

Cálculo da quantidade de cada componente presente no leite:

Gordura	0,0355 x 19.456 =	690,69 g
Proteína	0,0290 x 19.456 =	564,22 g
Cinzas	0,0072 x 19.456 =	140,08 g
Lactose	0,0468 x 19.456 =	910,54 g

Total		2.305,53 g

Cálculo da quantidade de cada componente perdido no soro:

Gordura	0,0049 x 16.560 =	81,14 g
Proteína	0,0096 x 16.560 =	158,98 g
Cinzas	0,0055 x 16.560 =	91,08 g
Lactose	0,0493 x 16.560 =	816,41 g

Total		1.147,61 g

Cálculo da quantidade de cada componente do leite transformado em queijo:

Gordura	690,69	-	81,14	=	609,55 g
Proteína	564,22	-	158,98	=	405,24 g
Cinzas	140,08	-	91,08	=	49,00 g
Lactose	910,54	-	816,41	=	94,13 g

Total					1.157,92 g

Cálculo da cifra de transição por componente:

a-) Gordura:

$$\begin{array}{r} 690,69 \text{ ----- } 609,55 \\ 100 \text{ ----- } x \\ x = 88,25\% \end{array}$$

b-) Proteínas:

$$\begin{array}{r} 564,22 \text{ ----- } 405,24 \\ 100 \text{ ----- } x \\ x = 71,82\% \end{array}$$

c-) Cinzas:

$$\begin{array}{r} 140,08 \text{ ----- } 49,00 \\ 100 \text{ ----- } x \\ x = 34,98\% \end{array}$$

d-) Sólidos totais:

2.305,53 ----- 1.157,92

100 ----- x

x = 50,22%

3.2.6.2. Verificação da existência de diferença da cifra de transição de cada componente do leite para o queijo minas frescal nos processamentos controle (PC) e nos processamentos modificados (PM):

Para essa verificação utilizou-se o Teste "t" Student's, bicaudal, para duas amostras relacionadas como descrito por O'MAHONY (1985). Os cálculos e uma reprodução parcial da tabela utilizada encontram-se no Anexo 1.

3.2.7. Análise de rendimento:

3.2.7.1. Cálculo do rendimento:

Para o cálculo do rendimento, que foi efetuado após o processo de salga, definimos um fator de conversão (C) como segue:

$$C = \frac{P1 \times STq}{P2 \times ST1}$$

Onde: P1 = peso total dos queijos (kg)

P2 = peso total do leite (kg)

STq = sólidos totais do queijo (%)

STl = sólidos totais do leite (%)

Para calcular o rendimento, ou seja, a quantidade total de queijo em quilos (P1), obtidos a partir de 100 kg de leite, pré-fixamos os STl em 11,94% e os STq em 42,87%. Esses valores correspondem aos sólidos totais médio dos leites utilizados (tabela 4.4.3.) e aos sólidos totais médios dos queijos obtidos (tabela 4.4.7.) para os processamentos controle e para os processamentos modificados.

Desta forma temos:

$$P1 = \frac{C (P2 \times STl)}{STq}$$

Onde: P2 = 100 kg

STl = 11,94%

STq = 42,87%

Portanto:

$$P1 = 27,85 \times C$$

3.2.7.2. Verificação da existência de diferença de rendimento entre os processamentos controle (PC) e os processamentos modificados (PM):

Para essa verificação utilizou-se o Teste "t" Student's, bicaudal, para duas amostras relacionadas como descrito por O'MAHONY (1985). Os cálculos encontram-se no Anexo 2.

3.2.8. Análises físico-químicas:

3.2.8.1. Amostragem:

Após a extração da GL esta foi devidamente misturada para obtenção de uma amostra homogênea e uma alíquota utilizada para as determinações analíticas.

Após a obtenção da GVPH e separação do lote de 50 kg, este foi devidamente misturado para a obtenção de uma amostra homogênea e esta utilizada nas determinações analíticas.

O leite cru, no momento de sua chegada, o leite desnatado e o creme foram devidamente misturados para a obtenção de uma amostra homogênea utilizando-se agitador de aço inox de placa perfurada e, em seguida as amostras foram coletadas em frascos com tampas rosqueáveis de 250 ml previamente higienizados.

O leite desnatado adicionado de GL ou de GVPH e o soro com GL e com GVPH foram devidamente misturados para a obtenção de uma amostra homogênea utilizando-se respectivamente escu-

madeira e agitador de aço inox de placa perfurada. As amostras foram coletadas em béqueres com peso conhecido que foram posteriormente pesados para se ter o controle dos pesos tanto dos leites utilizados na fabricação dos queijos como dos soros obtidos. O soro eliminado após a enformagem dos dois queijos (processamentos controle e processamentos modificados) foram coletados e pesados separadamente para serem adicionados ao peso total do soro obtido.

As amostras de leite desnatado adicionado de GL ou de GVPH foram coletadas após o resfriamento e as amostras de soro com GL ou com GVPH após o término da dessoragem.

As amostras (leites e soros) foram transferidas de um béquer para outro dez vezes e então armazenadas em frascos com tampas rosqueáveis de 250 ml previamente higienizados.

Os frascos das amostras líquidas (leite cru, leite desnatado, creme, leite desnatado adicionado de GL ou de GVPH, soro com GL ou com GVPH) foram invertidos dez vezes antes da coleta de cada porção para a realização das determinações analíticas.

A transferência das amostras (leite e soro) de um béquer para outro e a inversão dos frascos das amostras líquidas por dez vezes antes da coleta de cada porção para a realização das determinações analíticas foram definidas arbitrariamente e tiveram por objetivo padronizar a forma de coleta das amostras.

Após a desenformagem, e portanto após a salga, os queijos minas frescal adicionados de GL ou de GVPH foram pesados, triturados em um moedor modelo super cutter e em seguida coletou-

se uma amostra que foi colocada em almofariz. Imediatamente após, coletou-se porções dessa amostra para realização das determinações analíticas. O restante da amostra foi mantida em almofariz devidamente acondicionado (tampado com magipack e papel alumínio) e armazenada para eventuais repetições das análises.

As determinações analíticas na GL e na GVPH foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade da Refinadora de óleos Brasil-SA. As determinações analíticas das outras amostras, no Laboratório Geral de Tecnologia da FEA.

Todas as determinações analíticas foram feitas em triplicatas.

3.2.8.2. Gordura do leite (GL):

3.2.8.2.1. Ponto de fusão Mettler: Utilizou-se a metodologia Cc 18-80 como descrita pela A.O.C.S. (1983)

3.2.8.2.2. índice de iodo: Utilizou-se a metodologia Cd 1-25 como descrita pela A.O.C.S. (1973).

3.2.8.2.3. índice de gordura sólida: Utilizou-se a metodologia Cd 10-57 como descrita pela A.O.C.S. (1974).

3.2.8.2.4. Composição de ácidos graxos por cromatografia gasosa: Utilizou-se a metodologia Ce 1-62 como descrita pela A.O.C.S. (1975).

- 3.2.8.3. Gordura vegetal parcialmente hidrogenada (GVPH):
- 3.2.8.3.1. Ponto de fusão Mettler: Utilizou-se a metodologia Cc 18-80 como descrita pela A.O.C.S. (1983)
- 3.2.8.3.2. índice de iodo: Utilizou-se a metodologia Cd 1-25 como descrita pela A.O.C.S. (1973).
- 3.2.8.3.3. índice de gordura sólida: Utilizou-se a metodologia Cd 10-57 como descrita pela A.O.C.S. (1974).
- 3.2.8.3.4. Composição de ácidos graxos por cromatografia gasosa: Utilizou-se a metodologia Ce 1-62 como descrita pela A.O.C.S. (1975).
- 3.2.8.3.5. Acidez: Utilizou-se a metodologia Cd 3a-63 como descrita pela A.O.C.S. (1973).
- 3.2.8.3.6. índice de peróxido: Utilizou-se a metodologia Cd 8-53 como descrita pela A.O.C.S. (1973).
- 3.2.8.3.7. Resíduo de sabões: Utilizou-se a metodologia Cc 17-79 como descrita pela A.O.C.S. (1979).
- 3.2.8.3.8. Umidade: Utilizou-se a metodologia Ca 2b-38 como descrita pela A.O.C.S. (1973)

- 3.2.8.3.9. Presença de antioxidante: Utilizou-se a metodologia 5.2.1.1. como descrita nas NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).
- 3.2.8.3.10. Cor: Utilizou-se a metodologia Cc 13b-45 como descrita pela A.O.C.S. (1987).
- 3.2.8.4. Leite cru:
- 3.2.8.4.1. Acidez titulável: Utilizou-se o método de titulação de 10 ml de amostra, em presença do indicador fenolftaleína, com solução Dornic (N/9) como descrito por ATHERTON & NEWLANDER (1981). O resultado foi expresso em °D.
- 3.2.8.4.2. pH: Efetuou-se as medidas de pH em um potenciômetro Micronal modelo B 375, devidamente calibrado antes das medidas.
- 3.2.8.4.3. Densidade a 15°C: Utilizou-se termolactodensímetro como descrito na seção 15.1.2. das NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).
- 3.2.8.4.4. Gordura: Utilizou-se método de Gerber como descrito por ATHERTON & NEWLANDER (1981).

3.2.8.5. Creme:

3.2.8.5.1. Gordura: Utilizou-se método de Gerber como descrito por ATHERTON & NEWLANDER (1981).

3.2.8.6. Leite desnatado:

3.2.8.6.1. Gordura: Utilizou-se método de Mojonnier como descrito por ATHERTON & NEWLANDER (1981).

3.2.8.7. Leite desnatado adicionado de GL e leite desnatado adicionado de GVPH:

3.2.8.7.1. Sólidos totais: Utilizou-se o método de secagem em estufa a 105°C , como descrito na seção 16.032 da A.O.A.C. (1984).

3.2.8.7.2. Gordura: Utilizou-se método de Gerber como descrito por ATHERTON & NEWLANDER (1981).

3.2.8.7.3. Proteína total: Utilizou-se método de Kjeldahl como descrito na seção 16.036 da A.O.A.C. (1984).

3.2.8.7.4. Cinzas: Utilizou-se o método de incineração em forno mufla a 550°C, como descrito na seção 16.035 da A.O.A.C. (1984).

3.2.8.7.5. Lactose: Calculada por diferença entre os sólidos totais e os outros componentes:

$$\%L = \%ST - \%G - \%PT - \%C$$

3.2.8.8. Soro com GL e soro com GVPH:

3.2.8.8.1. Sólidos totais: Utilizou-se o método de secagem em estufa a 105°C, como descrito na seção 16.032 da A.O.A.C. (1984).

3.2.8.8.2. Gordura: Utilizou-se método de Gerber, como descrito por ATHERTON & NEWLANDER (1981).

3.2.8.8.3. Proteína total: Utilizou-se método de Kjeldahl, como descrito na seção 16.036 da A.O.A.C. (1984).

3.2.8.8.4. Cinzas: Utilizou-se o método de incineração em forno mufla a 550°C, como descrito na seção 16.035 da A.O.A.C. (1984).

3.2.8.8.5. Lactose: Calculada por diferença entre os sólidos totais e os outros componentes:

$$\%L = \%ST - \%G - \%PT - \%C$$

3.2.8.9. Queijo minas frescal com GL e queijo minas frescal com GVPH:

3.2.8.9.1. Umidade: Utilizou-se método de secagem em estufa a 105°C, como descrito na seção 16.259 da A.O.A.C. (1984).

3.2.8.9.2. Sólidos totais: Calculado por diferença:

$$\%ST = 100 - \%U$$

3.2.8.9.3. Gordura: Utilizou-se o método de Van Gulik modificado por Furtado, como descrito por WOLFSCHOON-POMBO (1980).

3.2.8.9.4. Proteína total: Utilizou-se método de Kjeldahl, como descrito na seção 16.274 da A.O.A.C. (1984).

3.2.8.9.5. Cinzas: Utilizou-se o método de incineração em forno mufla 550°C, como descrito na seção 16.267 da A.O.A.C. (1984).

3.2.8.9.6. Lactose: Calculada por diferença entre os sólidos totais e os outros componentes:

$$\%L = \%ST - \%G - \%PT - \%C$$

3.2.8.9.7. XNaCl: Utilizou-se método descrito por SERRES et alii (1973). A porcentagem de NaCl só foi determinada para os queijos que se destinaram à análise sensorial.

3.2.9. Análise sensorial:

Os testes sensoriais foram realizados no laboratório de Análise Sensorial da FEA, que dispõe de cabines individuais situadas longe de ruídos e odores, sob luz vermelha para evitar interferência da cor na avaliação.

As sessões foram realizadas de manhã, com exclusão da faixa de uma hora antes do almoço.

Utilizou-se uma equipe de 20 provadores semi-treinados, de ambos os sexos, com idades de 20 a 40 anos, que costumavam consumir queijo minas frescal.

3.2.9.1. Processamento para fabricação das amostras utilizadas nos ensaios preliminares de análise sensorial:

Os queijos minas frescal com GL e com GVPH utilizados nas análises sensoriais preliminares foram fabricados seguindo-se todas as etapas de processamento descritas no item 3.2.5., entretanto com modificação na salga que passou a ser feita na massa. Após pesagem da quantidade de sal necessária, este foi dissolvido em água, aproximadamente 300 ml, a 34°C antes da ser adicionado à massa.

Realizaram-se inicialmente dois processamentos adicionando-se 1% de sal sobre o volume de leite: um para obtenção de queijo minas frescal a partir de leite desnatado adicionado de GL e um para obtenção de queijo minas frescal a partir de leite desnatado adicionado de GVPH. Esses foram designados respectivamente por processamentos, controle e modificado, para análise sensorial 1. (PCAS1 e PMAS1). Esses queijos foram avaliados no dia seguinte após o processamento.

Em seguida realizaram-se mais dois processamentos adicionando-se 0,8% de sal sobre o volume de leite. O objetivo foi a obtenção dos mesmos produtos descritos anteriormente, os quais foram designados por processamentos, controle e modificado, para análise sensorial 2. (PCAS2 e PMAS2). Esses queijos também foram avaliados no dia seguinte após o processamento.

3.2.9.2. Processamentos para fabricação das amostras utilizadas nos ensaios finais de análise sensorial:

Os queijos minas frescal obtidos a partir de leite desnatado adicionado de GL ou de GVPH utilizados para as análises sensoriais finais foram fabricados da mesma forma que os destinados aos ensaios preliminares de análise sensorial, usando-se 0,7% de sal sobre o volume de leite.

Realizaram-se inicialmente dois processamentos: um para obtenção de queijo minas frescal a partir de leite desnatado adicionado de GL e, um para obtenção de queijo minas frescal a partir de leite desnatado adicionado de GVPH. Esses foram de-

signados respectivamente por processamentos, controle e modificado, para análise sensorial 3. (PCAS3 e PMAS3). Os queijos obtidos dos dois processamentos foram avaliados três dias após o processo de fabricação.

Em seguida realizaram-se mais dois processamentos nas mesmas condições do anterior. Neste caso o queijo contendo GL foi designado por PCAS4 e o queijo contendo GVPH por PMAS4. Esses dois queijos também foram avaliados três dias após o processo de fabricação, obtendo-se desta forma duas repetições da análise sensorial.

3.2.9.3. Análises físico-químicas das amostras utilizadas nos ensaios preliminares e finais de análise sensorial:

Os queijos obtidos em todos os processamentos (PCAS1, PMAS1, PCAS2, PMAS2, PCAS3, PMAS3, PCAS4 e PMAS4) foram avaliados quanto a: umidade, sólidos totais, gordura, proteína total, cinzas, lactose e %NaCl conforme descrito nos itens 3.2.8.9.1., 3.2.8.9.2., 3.2.8.9.3., 3.2.8.9.4., 3.2.8.9.5., 3.2.8.9.6. e 3.2.8.9.7. respectivamente.

3.2.9.4. Preparo e apresentação das amostras

Os queijos foram cortados ao meio: metade destinou-se às análises físico-químicas e a outra parte, após a retirada das bordas, foi cortada em cubos de 2x2 cm para serem servidos aos provadores. O corte foi feito meia hora antes do início

dos testes e as amostras mantidas em geladeira até o momento de serem servidas.

As amostras foram servidas aos provadores em pires de chá com fundo preto, codificados com três dígitos. Em cada prato foi colocado apenas um pedaço de queijo.

3.2.9.5. Testes realizados:

A análise sensorial dos queijos minas frescal com GL e com GVPH realizou-se com a aplicação de testes de diferença e preferência.

Para verificar se era perceptível a diferença entre as amostras, utilizou-se o teste triangular (MORAES, 1985). As amostras foram apresentadas em grupos de três, sendo duas iguais e uma diferente. Os provadores eram instruídos para indicar qual a amostra diferente. O modelo da ficha utilizada no teste triangular é apresentado na figura 3.2.1.

TESTE TRIANGULAR

Nome: _____ Data: _____

Duas amostras são iguais e uma é diferente. Coloque um círculo ao redor da amostra diferente.

Figura 3.2.1.: Modelo de ficha utilizada no teste triangular.

Para avaliação da preferência, utilizou-se o teste de comparação pareada-preferência (MORAES, 1985). O provador deveria indicar a amostra preferida, dizer a razão de sua preferência e a frequência de consumo deste tipo de produto. O modelo da ficha utilizada no teste de comparação pareada-preferência é apresentado na figura 3.2.2.

TESTE DE PREFERÊNCIA

Nome: _____ Data _____

Faça um círculo ao redor da amostra de sua preferência.

Qual a razão da sua preferência? _____

Frequência de consumo desse tipo de queijo:

Frequentemente: _____

Ocasionalmente: _____

Nunca: _____

Figura 3.2.2.: Modelo de ficha utilizada no teste de comparação pareada-preferência.

3.2.9.6. Análise estatística:

Para a análise estatística utilizou-se tabelas para teste triangular e teste de comparação pareada-preferência, baseadas no teste qui-quadrado segundo Roessler, apresentadas por MORAES (1985).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

4.1. Caracterização da GL e da GVPH:

A tabela 4.1.1. apresenta os resultados das determinações de cor, acidez, resíduo de sabões, índice de peróxido, presença de antioxidante e umidade para a GVPH e os resultados das determinações do ponto de fusão Mettler e índice de iodo para a GVPH e para a GL.

Pode-se observar pela tabela 4.1.1. que os resultados obtidos quanto ao ponto de fusão e índice de iodo para a GL encontram-se dentro dos parâmetros indicados pela literatura, que são, segundo VEISSEYRE (1980), de 31 a 36°C e 25 a 45 g de iodo/100 g de gordura, respectivamente. Observa-se ainda que a GVPH apresenta ponto de fusão muito próximo ao determinado para a GL e dentro da faixa indicada para a gordura láctea (31 a 36°C) entretanto; possui índice de iodo superior, caracterizando-se como uma gordura mais insaturada.

A tabela 4.1.2. apresenta a composição aproximada de ácidos graxos da gordura do leite segundo WALSTRA & JENNESS (1987) e a composição de ácidos graxos da GL determinada por cromatografia gasosa.

Tabela 4.1.1.: Resultado das determinações de cor, acidez, resíduo de sabões, índice de peróxido, presença de antioxidante e umidade para a GVPH e ponto de fusão Mettler e índice de iodo para a GVPH e para a GL.

Determinações	GVPH	GL
Cor: amarelo	3,0	...
vermelho	2,4	...
azul	zero	...
Acidez (mg de KOH/g de gordura)	0,033	...
Resíduos de sabões	zero	...
índice de iodo (g de iodo/100 g de gordura)	84,78	30,81
índice de peróxido (miliequivalente de peróxido/1000 g de gordura)	zero	...
Ponto de fusão Mettler (°C)	32,0	33,90
Presença de antioxidante	+	...
Umidade (%)	isenta	...

Devemos considerar que a composição apresentada para a GL na tabela 4.1.2. é também, como a apresentada por WALSTRA & JENNESS (1987), uma composição aproximada, pois, nela não constam os ácidos graxos presentes no cromatograma e não identificados (CX1 = 0,26%; CX2 = 2,30%; CX3 = 1,38%; CX4 = 0,41%; CX5 = 1,09%; CX6 = 0,43%; CX7 = 1,06% e CX8 = 0,52%).

Tabela 4.1.2.: Composição aproximada de ácidos graxos (%) da gordura do leite segundo WALSTRA & JENNESS (1987) e da GL analisada no presente trabalho.

Ácido	WALSTRA & JENNESS (1987) (%)	GL (%)
1. Ácidos saturados		
Butírico	3,1 - 3,6	-
Capróico	1,7 - 2,2	-
Caprílico	1,0 - 1,4	0,6
Cáprico	2,0 - 2,9	1,79
Láurico	2,4 - 3,4	2,70
Mirístico	10,0 - 12,0	10,60
Palmitico	24,0 - 31,0	32,69
Esteárico	10,0 - 13,0	12,33
Araquídico	0,2 - 1,2	-
2. Monoinsaturados		
Palmitoleico	2,7 - 2,3	3,32
Oleico	23,0 - 31,0	26,39
3. Polinsaturados		
Linoleico	2,0 - 2,2	1,96
Linolênico	1,4 - 2,4	-
Araquidônico	0,1 - 1,0	-

Cabe ainda ressaltar, que tanto o teor de gordura do leite como a composição em ácidos graxos, variam, entre outros fatores, com as características genéticas, período de lactação e alimentação do animal, bem como com as condições climáticas (DILANJAN, 1984; WALSTRA & JENNESS, 1987).

A tabela 4.1.3. apresenta a composição em ácidos graxos da GVPH utilizada na fabricação dos queijos do presente trabalho.

Comparando-se as tabelas 4.1.2. e 4.1.3. podemos observar que a GVPH diferencia-se da GL principalmente por não apresentar ácidos graxos de cadeia curta.

A tabela 4.1.4. apresenta o índice de sólidos da GL e da GVPH a diferentes temperaturas. O índice de sólidos da gordura é uma medida empírica do conteúdo de gordura sólida, ou seja, não fundida. É calculado a partir do volume específico a várias temperaturas, utilizando-se uma escala dilatométrica graduada, e os resultados são expressos em ml de dilatação/kg de gordura.

Podemos observar pela tabela 4.1.4. que a GVPH apresenta um conteúdo de sólidos bastante semelhante à GL a diferentes temperaturas, o que nos leva a crer que ela deva ter um comportamento semelhante à GL quanto ao conteúdo de sólidos quando submetida a essas temperaturas.

Por outro lado, devemos considerar, conforme apresentado nos itens 2.4.1. e 2.4.2., que o óleo ou gordura utilizado na fabricação de produtos modificados ou imitação não são críticos, podendo-se utilizar óleos e gorduras com diferentes

Tabela 4.1.3: Composição (%) em ácidos graxos da GUPH.

Ácidos graxos	GUPH (%)
Mirístico	0,08
Palmitico	10,88
Palmitoleico	0,15
Esteárico	6,50
Oleico	62,27
C18.2T1	4,21
Linoleico	9,90
C18.2T2	3,18
CX1	0,20
Linolênico	0,22
CX2	0,06
C18.3T1	0,38
C18.3T2	0,27
CX3	0,07
Araquídico	0,91
Gadoleico	0,19
Behênico	0,45

Tabela 4.1.4.: índice de sólidos da GL e da GVPH a diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	índice de sólidos da gordura (ml de dilatação/kg de gordura)	
	GL	GVPH
10,0	32	25
21,1	17	14
26,7	10	08
33,3	04	01
37,8	--	zero

características e de diversas origens, sendo que segundo a EUA Pat. 4.397.926 (1983), considera-se que é preferível que estes tenham características físicas similares à gordura do leite.

4.2. Determinação do tempo e temperatura de homogeneização da GVPH ao leite desnatado:

Após realização dos testes, com três temperaturas e três tempos de homogeneização, 40, 45 e 50°C por 2, 3 e 5 minutos, observou-se:

- Nas misturas homogeneizadas a 40 e 45°C por 2, 3 e 5 minutos, não se verificou uma boa distribuição da gordura. O teste com o maior tempo de homogeneização, 5 minutos, implicou numa mistura com grande formação de espuma que posteriormente prejudicaria a fabricação dos queijos.
- Nas misturas homogeneizadas a 50°C por 2 minutos, embora não houvesse grande formação de espuma, não se observou uma boa distribuição da gordura. A 50°C por 5 minutos observou-se uma boa distribuição da gordura, entretanto houve uma grande formação de espuma. A 50°C por 3 minutos observou-se uma boa distribuição da gordura e uma pequena formação de espuma. Essa temperatura e esse tempo foram considerados adequados para uma boa homogeneização da GVPH ao leite desnatado, e foram portanto, utilizados nos diversos processamentos.

Considerando-se que a GVPH apresenta ponto de fusão Mettler igual a 32°C e índice de sólidos igual a zero a 37,8°C, esperávamos que sua homogeneização fosse eficiente a 40°C, no entanto, isso não ocorreu, e, conforme já explicado, uma boa distribuição da GVPH ao leite desnatado foi observada quando esta foi homogeneizada a 50°C/3 minutos. Atribuímos tal fato ao uso do homogeneizador centrífugo que não é, evidentemente, o mais adequado para efetuar-se tal operação. Com o uso deste homogeneizador tornou-se também impossível evitar a formação de espuma, daí a necessidade de optar-se por uma condição de homogeneização onde essa formação fosse a menor possível.

4.3. Processamentos preliminares:

4.3.1. Caracterização do leite cru:

A tabela 4.3.1. apresenta os resultados das determinações de acidez titulável, pH, densidade e gordura obtidos no leite cru que se destinou à fabricação dos queijos nos processamentos controle preliminares e nos processamentos modificados preliminares.

Tabela 4.3.1.: Valores de acidez titulável, pH, densidade e gordura do leite cru utilizado nos processamentos controle (PC) e modificados (PM) preliminares.

Determinações	Processamentos		
	PCA e PMA	PCB e PMB	PCC e PMC
Acidez titulável (°D)	14,83	16,70	16,66
pH	6,73	6,50	6,66
Densidade (g/ml, 15°C)	1,0292	1,0294	1,0292
Gordura (%)	3,50	3,50	3,30

As determinações de acidez titulável, pH, densidade e gordura tiveram por objetivo um controle inicial do leite utilizado nos processamentos preliminares. Através da observação da tabela 4.3.1. podemos verificar que o leite utilizado nos pro-

cessamentos preliminares apresentou-se em condições normais quanto às características analisadas.

4.3.2. Fabricação dos queijos:

A tabela 4.3.2. apresenta a composição química do leite utilizado e do soro e queijo obtidos e gordura no extrato seco do leite nos processamentos controle preliminares e nos processamentos modificados preliminares.

Com o objetivo de comparar os processamentos conduzidos paralelamente (PCA e PMA, PCB e PMB e PCC e PMC) deveríamos padronizar o teor de gordura inicial do leite, quer ele fosse adicionado de GL ou de GVPH. Podemos observar pela tabela 4.3.2. que nos processamentos PCA e PMA tal objetivo não foi atingido, pois o leite utilizado no processamento PCA apresentou 34,21% de gordura no extrato seco, enquanto o leite utilizado no processamento PMA apresentou 29,10% de gordura no extrato seco. O mesmo pode ser observado com relação aos processamentos PCB e PMB, nos quais o leite utilizado apresentou, respectivamente, 30,59 e 32,93% de gordura no extrato seco. Já com relação aos processamentos PCC e PMC podemos observar que houve uma padronização adequada do teor de gordura do leite, sendo que o leite utilizado no processamento PCC apresentou 29,79 % de gordura no extrato seco e o leite utilizado no processamento PMC apresentou 29,74% de gordura no extrato seco.

Tabela 4.3.2.: Composição química (%) do leite utilizado, do soro e queijo obtidos e gordura no extrato seco do leite nos processamentos controle (PC) e modificados (PM) preliminares.

Produto	Processamento	Sólidos totais (%)	Umidade* (%)	Gordura (%)	Proteína total (%)	Cinzas (%)	Lactose* (%)	Gordura no extrato seco (%)
LEITE	PCA	12,86	87,14	4,40	3,35	0,70	4,71	34,21
	PMA	11,34	88,66	3,30	3,14	0,71	4,19	29,10
	PCB	11,44	88,56	3,50	2,83	0,55	4,56	30,59
	PMB	10,63	89,37	3,50	2,85	0,65	3,63	32,93
	PCC	11,41	88,59	3,40	3,06	0,61	4,34	29,79
	PMC	11,77	88,23	3,50	3,03	0,69	4,55	29,74
SORO	PCA	7,29	92,71	0,70	1,07	0,56	4,96	...
	PMA	6,69	93,21	0,30	1,06	0,58	4,85	...
	PCB	6,74	93,26	0,33	0,87	0,37	5,17	...
	PMB	6,45	93,55	0,14	0,93	0,38	5,00	...
	PCC	6,67	93,33	0,37	0,99	0,53	4,78	...
	PMC	6,60	93,40	0,22	0,93	0,55	4,90	...
QUEIJO	PCA	41,31	58,69	20,50	10,62	2,78	7,41	...
	PMA	47,66	52,34	16,50	10,92	3,21	17,03	...
	PCB	38,61	61,39	23,00	13,42	2,29	-0,10	...
	PMB	38,83	61,17	24,00	13,85	2,28	-1,30	...
	PCC	41,21	58,79	21,00	15,05	2,70	2,46	...
	PMC	39,94	60,06	20,50	14,98	2,63	1,83	...

* Calculada por diferença.

Com relação aos processamentos PCA e PMA observou-se que o tempo de coagulação foi de 80 minutos e os coágulos obtidos apresentaram-se frágeis. Após o corte verificou-se a presença de finos que foram perdidos para o soro. Supomos que o alto tempo de coagulação para esses dois processamentos (PCA e PMA) deveu-se provavelmente à quantidade insuficiente de coalho, bem como à falta de repouso após a adição do fermento e antes da adição do coalho.

Para os processamentos PCB e PMB observou-se que o tempo de coagulação foi de 45 minutos e para os processamentos PCC e PMC foi de 50 minutos. Nesses processamentos (PCB, PMB, PCC e PMC), diferentemente de como se procedeu nos processamentos PCA e PMA, efetuou-se um repouso de 10 minutos após a adição do fermento e antes da adição do coalho, e obteve-se coágulos firmes e característicos. Embora não se tenha feito o controle do pH antes da adição do fermento e após o repouso de 10 minutos, acredita-se que o tempo de repouso fornecido para a atuação do fermento e ligeiro abaixamento do pH tenha influenciado na obtenção de um coágulo firme e característico.

Com relação ao modo de coleta das amostras de leite e soro, nos processamentos PCA, PMA, PCB e PMB, as amostras de leite e soro foram coletadas em erlenmeyers pesados (com o objetivo de efetuar-se o controle da quantidade de leite utilizado e de soro obtido) e mantidas nesse recipiente até o momento da coleta de cada porção para a realização das análises. Tal prática mostrou-se não apropriada, uma vez que as determinações feitas em triplicatas não apresentaram boa reprodutibilidade.

O procedimento diferenciado que foi adotado com relação à coleta das amostras de leite e soro para os processamentos PCC e PMC mostrou-se adequado uma vez que as determinações feitas em triplicatas apresentaram boa reprodutibilidade. Este consistiu em coletar as amostras de leite e soro em béqueres pesados (com o objetivo de efetuar-se o controle da quantidade de leite utilizado e de soro obtido), e, oportunamente, transferí-las de um bequer para outro dez vezes e então armazená-las em frascos de 250 ml com tampa rosqueável, previamente higienizados, e invertê-los dez vezes no momento da coleta de cada porção para realização das análises.

Com relação ao modo de amostragem dos queijos, observamos que o procedimento utilizado para os processamentos PCA, PMA, PCB e PMB, o qual consistiu em tomarmos 1/4 de cada queijo, misturá-los em um almofariz e posteriormente utilizarmos porções dessa mistura para as determinações analíticas, mostrou-se inadequado, pois, as determinações feitas em triplicatas não apresentaram boa reprodutibilidade. O mesmo não foi observado com relação aos processamentos PCC e PMC, nos quais o modo de amostragem dos queijos foi diferente e as determinações feitas em triplicatas apresentaram boa reprodutibilidade. Este consistiu em triturar todo o lote de queijo em um triturador super cutter, coletar uma fração dessa amostra em um almofariz e utilizá-la imediatamente para a coleta de cada porção que se destinava às diferentes determinações analíticas.

Com relação ao processo de salga, observamos que nos processamentos PCA, PMA, PCB e PMB, nos quais efetuou-se sal-

ga na massa adicionando-se 1,5% de sal sobre o peso desta, houve prejuízo à qualidade da massa. No momento de distribuir o sal a massa era manipulada e essa manipulação acarretava dessora indesejável, diminuição da temperatura e fragmentação da massa, que prejudicavam a posterior enformagem. Nos processamentos PCC e PMC, nos quais fez-se primeiramente a enformagem e posteriormente a salga seca, obteve-se uma massa firme e característica.

Pode-se ainda observar, na tabela 4.3.2. que o teor de lactose dos queijos obtidos nos processamentos PCA, PMA, PCB e PMB são bastante incoerentes, o que provavelmente se deve a que a lactose foi calculada por diferença e que existem erros nas outras determinações que advêm, provavelmente, do uso de amostras não homogêneas e não representativas.

Após a realização dos seis processamentos preliminares, além da prática desenvolvida para o processo de fabricação dos queijos e métodos analíticos, definiu-se:

- Efetuar repouso de 10 minutos após a adição do fermento e antes da adição do coalho. Controlar a variação de pH nesse intervalo de tempo.
- Efetuar a salga seca.
- Proceder a coleta de amostras de leite e soro de forma a serem mais homogêneas e representativas, da maneira empregada nos processamentos PCC e PMC.
- Triturar os queijos integralmente para a coleta das amostras de caracterização do queijo.

4.3.3. Caracterização do estado de homogeneização da GL e da GVPH ao leite desnatado:

As tabelas 4.3.3., 4.3.4. e 4.3.5. apresentam os diâmetros dos glóbulos gordura, o número de glóbulos encontrados em cinco campos selecionados ao acaso, a porcentagem do número total de glóbulos e o diâmetro médio dos glóbulos obtidos respectivamente nos processamentos PCA e PMA, PCB e PMB e PCC e PMC.

As figuras 4.3.1., 4.3.2. e 4.3.3. apresentam os histogramas de distribuição dos glóbulos de gordura obtidos respectivamente nos processamentos PCA e PMA, PCB e PMB e PCC e PMC.

A gordura encontra-se no leite formando uma emulsão de pequenos glóbulos esféricos ou ovóides, cujo diâmetro varia de 2 a 10 μ segundo VEISSEYRE (1980), de 0,5 a 10 μ segundo DILANJAN (1984) e de 0,1 a 15 μ segundo WALSTRA & JENNESS (1987). O tamanho médio dos glóbulos varia com diferentes raças, animais e fase de lactação (VEISSEYRE, 1980; WALSTRA & JENNESS, 1987).

A função básica da homogeneização é normalmente romper os glóbulos de gordura em outros menores de forma que retarde a separação do creme. Entretanto, no presente trabalho, esta teve como objetivo principal a reincorporação da GL e a incorporação da GVPH ao leite desnatado.

Embora as condições de tempo, temperatura e velocidade das homogeneizações tenham sido mantidas constantes, observa-se através das tabelas 4.3.3., 4.3.4. e 4.3.5. e mais claramente das figuras 4.3.1., 4.3.2. e 4.3.3. que não houve uma repetibilidade no efeito da homogeneização dos glóbulos de gordu-

ra.

Observa-se que o processamento PCB apresenta uma maior faixa de variação no diâmetro dos glóbulos de gordura do que o processamento PCC, que por sua vez é maior que o processamento PCA. Fenômeno similar pode ser observado com relação aos processamentos PMA, PMB e PMC, onde a maior faixa de variação no diâmetro dos glóbulos de gordura é verificada no processamento PMA e em seguida nos processamentos PMB e PMC respectivamente.

Observa-se ainda que nos processamentos PCA, PCB e PCC, as maiores porcentagens, 36,00, 21,28 e 36,73% do número total de glóbulos de gordura, referem-se a glóbulos respectivamente com 6,0, 7,5 e 3,0 u de diâmetro; e para os processamentos PMA, PMB e PMC, as maiores porcentagens, 15,79, 17,39 e 26,53% do número total de glóbulos, referem-se a glóbulos respectivamente com 9,0, 7,5 e 7,5 u de diâmetro.

Obteve-se para os processamentos PCA, PCB e PCC, como se pode observar nas tabelas 4.3.3., 4.3.4. e 4.3.5., diâmetros médios de 5,64, 9,0 e 5,05 u respectivamente e, nos processamentos PMA, PMB e PMC, diâmetros médios de 9,35, 8,83 e 6,79 u respectivamente.

A figura 4.3.4. representa o efeito da homogeneização do leite utilizando-se homogeneizador à pistão (pressões de 725 e 2900 psi) sobre a distribuição de frequência de volume de seus glóbulos graxos segundo WALSTRA & JENNESS (1987).

Tabela 4.3.3.: Diâmetros dos glóbulos de gordura (d), número de glóbulos (n) encontrados em cinco campos selecionados ao acaso, porcentagem do número total de glóbulos (%NTG) e diâmetro médio (\bar{d}) dos glóbulos obtidos nos processamentos PCA e PMA.

Processamento	$d(u)$	n	%NTG	$\bar{d}(u)$
PCA	3,0	21	28,00	5,64
	4,5	07	9,33	
	6,0	27	36,00	
	7,5	13	17,33	
	9,0	03	4,00	
	10,5	04	5,33	
PMA	3,0	05	13,16	9,35
	4,5	05	13,16	
	6,0	04	10,53	
	7,5	03	7,89	
	9,0	06	15,79	
	10,5	01	2,63	
	12,0	03	7,89	
	13,5	05	13,16	
	15,0	03	7,89	
	16,5	01	2,63	
21,0	02	5,26		

Tabela 4.3.4.: Diâmetros dos glóbulos de gordura (d), número de glóbulos (n) encontrados em cinco campos selecionados ao acaso, porcentagem do número total de glóbulos (%NTG) e diâmetro médio (\bar{d}) dos glóbulos obtidos nos processamentos PCB e PMB.

Processamento	d(u)	n	%NTG	\bar{d} (u)
PCB	3,0	04	8,51	9,00
	4,5	05	10,64	
	6,0	02	4,25	
	7,5	10	21,28	
	9,0	08	17,02	
	10,5	06	12,76	
	12,0	05	10,64	
	15,0	06	12,76	
	16,5	01	2,13	
PMB	3,0	06	13,04	8,83
	4,5	05	10,87	
	6,0	05	10,87	
	7,5	08	17,39	
	9,0	06	13,04	
	10,5	02	4,35	
	12,0	03	6,52	
	13,5	03	6,52	
	15,0	05	10,87	
	16,5	03	6,52	

Tabela 4.3.5.: Diâmetros dos glóbulos de gordura (d), número de glóbulos (n) encontrados em cinco campos selecionados ao acaso, porcentagem do número total de glóbulos (%NTG) e diâmetro médio (\bar{d}) dos glóbulos obtidos nos processamentos PCC e PMC.

Processamento	d(u)	n	%NTG	\bar{d} (u)
PCC	3,0	18	36,73	5,05
	4,5	14	28,57	
	6,0	10	20,41	
	7,5	04	8,16	
	13,5	03	6,12	
PMC	3,0	04	8,16	6,79
	4,5	10	20,41	
	6,0	12	24,49	
	7,5	13	26,53	
	9,0	06	12,24	
	12,0	01	2,04	
	13,5	03	6,12	

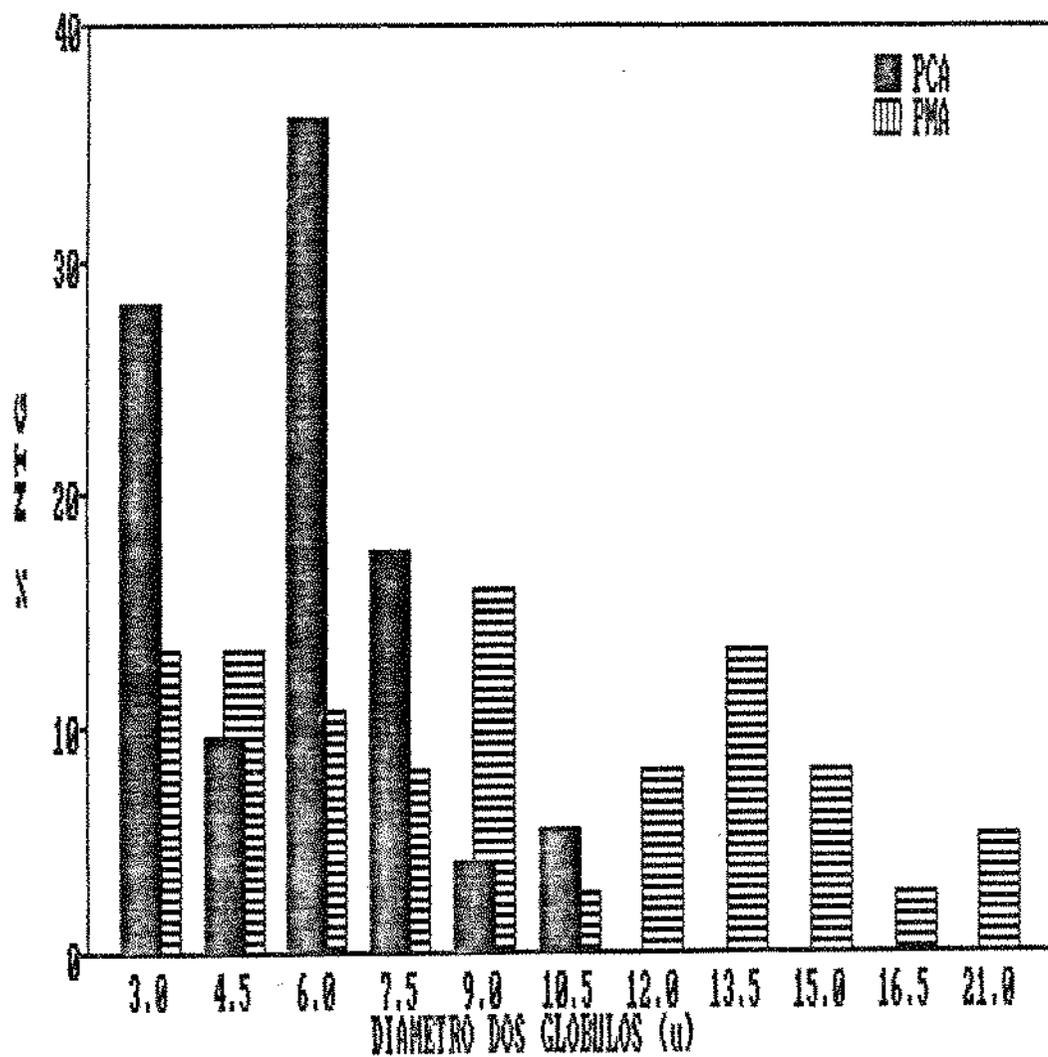


Figura 4.3.1.: Histograma de distribuição dos glóbulos de gordura obtidos nos processamentos PCA e PMA. Porcentagem do número total de glóbulos (NTG) encontrada para cada glóbulo de diferente diâmetro.

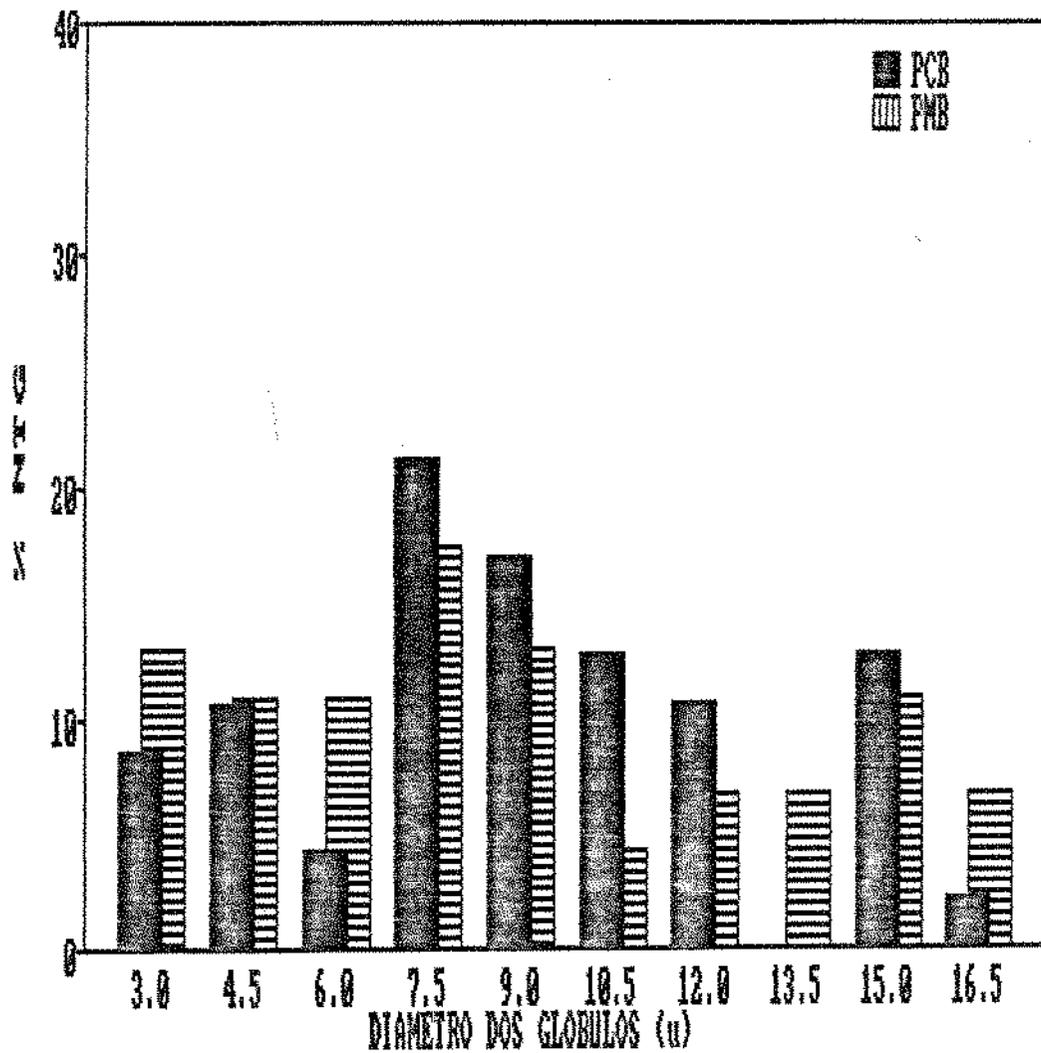


Figura 4.3.2.: Histograma de distribuição dos glóbulos de gordura obtidos nos processamentos PCB e PMB. Porcentagem do número total de glóbulos (NTG) encontrada para cada glóbulo de diferente diâmetro.

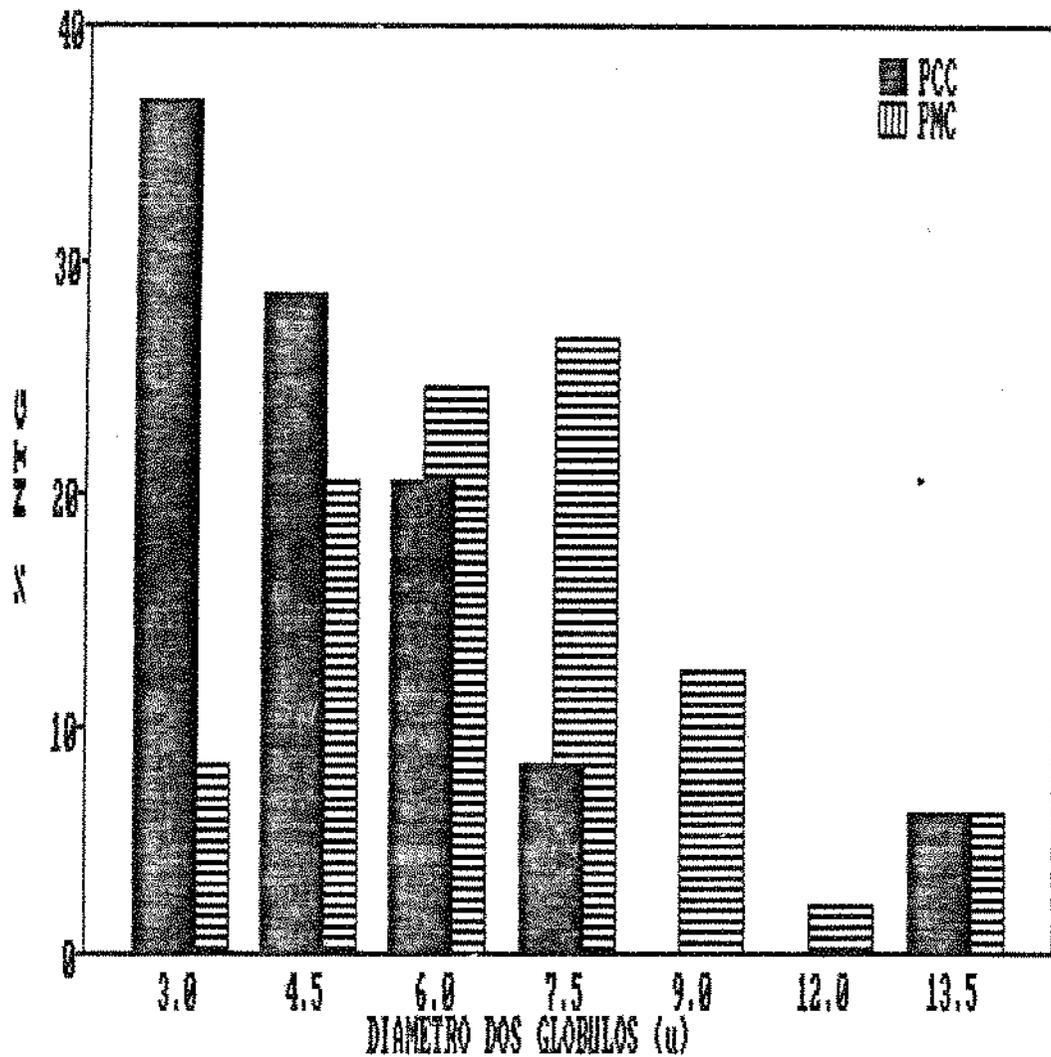


Figura 4.3.3.: Histograma de distribuição dos glóbulos de gordura obtidos nos processamentos PCC e PMC. Porcentagem do número total de glóbulos (NTG) encontrada para cada glóbulo de diferente diâmetro.

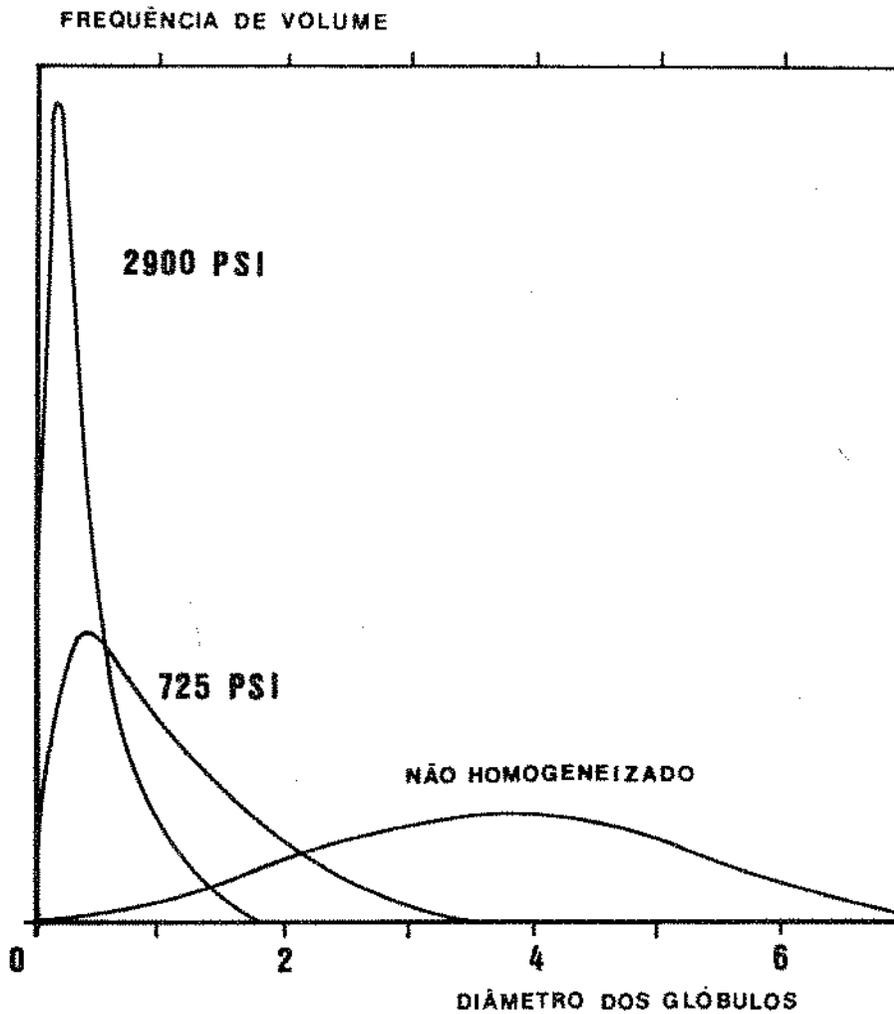


Figura 4.3.4.: Efeito da homogeneização do leite (a pressões de 725 e 2900 psi) sobre a distribuição de frequência de volume de seus glóbulos graxos segundo WALSTRA & JENNESS (1987).

Segundo KEBARY & MORRIS (1989), um leite em pó desnatado reconstituído e adicionado de "butter oil", para a obtenção de uma mistura a 4% de gordura, quando homogeneizado em dois estágios de 500 + 500 psi apresentou 63,82% dos glóbulos de gordura com diâmetro menor ou igual a 2 μ.

Deste modo, podemos considerar, com base nos resultados obtidos e apresentados anteriormente; com base no diâmetro dos glóbulos de gordura do leite não homogeneizado (VEISSEY-RE, 1980; DILANJAN, 1984; WALSTRA & JENNESS, 1987); com base na figura 4.3.4. (WALSTRA & JENNESS, 1987) e com base nos resultados apresentados por KEBARY & MORRIS (1989), que nas nossas condições de trabalho, utilizando-se um homogeneizador centrífugo, obtivemos a reincorporação da GL e a incorporação da GVPH ao leite desnatado, sem obtermos glóbulos tão pequenos que caracterizariam um leite homogeneizado, com predominância de glóbulos na faixa de 1 a 2 μ . A reincorporação da GL e a incorporação da GVPH ao leite desnatado era nosso objetivo, pois, conforme discutido no item 2.4.2., na tecnologia padrão para produção de queijos não se recomenda, de um modo geral, a homogeneização, uma vez que essa reduz a firmeza do coágulo, inibe a separação do soro e pode aumentar a perda de gordura no soro (KOSIKOWSKI, 1978; GREEN et alii, 1983).

4.4. Processamentos finais:

4.4.1. Caracterização do leite cru:

A tabela 4.4.1. apresenta os resultados das determinações de acidez titulável, pH, densidade e gordura obtidos no leite cru que se destinou à fabricação dos queijos nos processamentos controle e nos processamentos modificados.

Tabela 4.4.1.: Valores da acidez titulável, pH, densidade e gordura do leite cru utilizado nos processamentos controle (PC) e modificados (PM).

Determinações	Processamentos			
	PC1 e PM1	PC2 e PM2	PC3 e PM3	PC4 e PM4
Acidez titulável (°D)	17,00	15,00	16,00	15,00
pH	...	6,71	6,66	6,78
Densidade (g/ml, 15°C)	1,0299	1,0282	1,0297	1,0297
Gordura (%)	3,50	3,50	3,45	3,40

Como pode ser constatado pelos resultados apresentados na tabela 4.4.1., as características analisadas são perfeitamente normais, situando-se dentro dos parâmetros habitualmente observados.

4.4.2. Fabricação dos queijos:

A tabela 4.4.2. apresenta os resultados das medidas de pH antes da adição do fermento láctico (pH₁) e após o repouso de 10 minutos (pH₂), bem como o tempo de coagulação para os processamentos controle e para os processamentos modificados.

Tabela 4.4.2.: Medidas de pH antes da adição do fermento láctico (pH_1) e após o repouso de 10 minutos (pH_2) e tempo de coagulação para os processamentos controle (PC) e modificados (PM).

Processamento	pH_1	pH_2	Tempo de coagulação (min.)
PC1	6,61	6,47	50
PM1	6,60	6,45	45
PC2	6,65	6,51	45
PM2	6,64	6,51	45
PC3	6,66	6,52	30
PM3	6,65	6,52	30
PC4	6,64	6,50	45
PM4	6,63	6,50	45

Pode-se calcular, através dos resultados apresentados na tabela 4.4.2., que após o repouso de 10 minutos houve um abaixamento no pH de 0,14 nos processamentos PC1, PC2, PC3 e PC4; de 0,13 nos processamentos PM2, PM3 e PM4 e de 0,15 no processamento PM1.

Observa-se ainda, na tabela 4.4.2., que o tempo de coagulação foi o mesmo para os processamentos conduzidos paralelamente, exceção feita aos processamentos PC1 e PM1. Em todos os processamentos, no ponto de corte, obteve-se coágulos firmes e característicos com pontos de corte bem definido.

A tabela 4.4.3. apresenta a composição química e o peso do leite utilizado para a fabricação dos queijos nos processamentos controle e nos processamentos modificados e a tabela

4.4.4. apresenta a composição média do leite de alguns países segundo FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO (1979a.).

Verifica-se na tabela 4.4.3. que o leite utilizado para a fabricação dos queijos nos processamentos controle e nos processamentos modificados apresenta a seguinte composição média e desvios padrões: 11,94% \pm 0,16 de sólidos totais, 88,06% \pm 0,16 de umidade, 3,55% \pm 0,05 de gordura (esta foi padronizada), 2,95% \pm 0,08 de proteína total, 0,73% \pm 0,03 de cinzas e 4,71% \pm 0,11 de lactose.

Considerando-se a influência de diversos fatores, como raça do animal, individualidade, alimentação, período de lactação, fatores climáticos e outros, na composição do leite (ALAIS, 1971; CARVALHO, 1977); os valores apresentados na tabela 4.4.4. e, a composição média do leite utilizado para a fabricação dos queijos nos processamentos controle e nos processamentos modificados, apresentados na tabela 4.4.3., podemos concluir que estes apresentam uma composição normal. Entretanto, embora o leite utilizado possa ser considerado de composição normal, comparando-se o valor médio da proteína total (2,95%), apresentado na tabela 4.4.3., com o valor médio da proteína total do leite (3,26%), apresentado na tabela 4.4.4., verificamos que o leite utilizado apresenta um teor protéico ligeiramente mais baixo, resultando conseqüentemente em um teor de sólidos totais também ligeiramente mais baixo. Considerando-se que o valor médio da proteína total (tabela 4.4.3.) representa o resultado de 24 determinações e que os valores de lactose (calculada por diferença) apresentam-se dentro dos padrões normais, acreditamos que essa

Tabela 4.4.3.: Composição química (%) e peso (g) do leite utilizado para a fabricação dos queijos nos processamentos controle (PC) e modificados (PM).

Processamento	Peso (g)	Sólidos totais (%)	Umidade* (%)	Gordura** (%)	Proteína total (%)	Cinzas (%)	Lactose* (%)
PC1	19.456	11,85	88,15	3,55	2,90	0,72	4,68
PM1	19.415	11,84	88,16	3,55	2,93	0,71	4,65
PC2	19.265	11,76	88,24	3,60	2,90	0,72	4,54
PM2	19.435	11,76	88,24	3,60	2,85	0,71	4,60
PC3	19.437	11,96	88,04	3,50	2,96	0,72	4,78
PM3	19.412	12,16	87,84	3,60	2,94	0,72	4,90
PC4	19.268	12,08	87,92	3,50	3,06	0,78	4,74
PM4	19.259	12,10	87,90	3,50	3,07	0,77	4,76
-							
M	...	11,94	88,06	3,55	2,95	0,73	4,71
DP	...	0,16	0,16	0,05	0,08	0,03	0,11

* Calculada por diferença.

** Padronizada.

Tabela 4.4.4.: Composição média (%) do leite de alguns países.

País	Sólidos totais (%)	Umidade (%)	Gordura (%)	Proteína total (%)	Cinzas (%)	Lactose (%)
Brasil	12,25	87,75	3,52	3,26	0,71	4,76
EUA	12,90	87,10	3,90	3,20	0,70	5,10
Inglaterra	12,66	87,34	3,75	3,46	0,75	4,70
URSS	12,50	87,50	3,90	3,30	0,70	4,60

Fonte: FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO (1979a.)

diferença do teor protéico seja devida ao uso de leite de gado especializado, de uma única fonte.

A tabela 4.4.5. apresenta a composição química e o peso do soro obtido na fabricação dos queijos nos processamentos controle e nos processamentos modificados e a tabela 4.4.6. apresenta a composição média do soro de queijo minas frescal segundo MELLO (1989) e VIOTTO & ROIG (1991).

Verifica-se, conforme apresentado na tabela 4.4.5, que a composição média do soro obtido nos processamentos controle é $6,86\% \pm 0,13$ de sólidos totais, $93,14\% \pm 0,13$ de umidade, $0,43\% \pm 0,05$ de gordura, $0,95\% \pm 0,02$ de proteína total, $0,56\% \pm 0,05$ de cinzas e $4,92\% \pm 0,16$ de lactose e, a composição média do soro obtido nos processamentos modificados é $6,61\% \pm 0,21$ de sólidos totais, $93,39\% \pm 0,21$ de umidade, $0,25\% \pm 0,06$ de gordura,

Tabela 4.4.5.: Composição química (%) e peso (g) do soro obtido na fabricação dos queijos nos processamentos controle (PC) e modificados (PM).

Processamento	Peso (g)	Sólidos totais (%)	Umidade* (%)	Gordura (%)	Proteína total (%)	Cinzas (%)	Lactose* (%)
PC1	16.560	6,93	93,07	0,49	0,96	0,55	4,93
PC2	16.596	6,91	93,09	0,43	0,93	0,54	5,01
PC3	16.702	6,94	93,05	0,43	0,93	0,53	5,05
PC4	16.372	6,67	93,33	0,36	0,98	0,63	4,70
-							
M	...	6,86	93,14	0,43	0,95	0,56	4,92
DP	...	0,13	0,13	0,05	0,02	0,05	0,16

PM1	16.498	6,31	93,69	0,25	0,88	0,56	4,62
PM2	16.477	6,63	93,37	0,22	0,98	0,54	4,89
PM3	16.356	6,77	93,23	0,18	0,93	0,53	5,13
PM4	15.956	6,74	93,26	0,33	0,94	0,57	4,90
-							
M	...	6,61	93,39	0,25	0,93	0,55	4,89
DP	...	0,21	0,21	0,06	0,04	0,02	0,21

* Calculada por diferença.

Tabela 4.4.6.: Composição média do soro (%) de queijo minas frescal segundo MELLO (1989) e VIOTTO & ROIG (1991).

	MELLO (1989)	VIOTTO & ROIG (1990)
Sólidos totais (%)	6,82	6,80
Umidade (%)	93,18	93,20
Gordura (%)	0,39	0,35
Proteína total (%)	1,07	1,06
Cinzas (%)	0,51	0,50
Lactose (%)	4,88	4,89
Gordura no extrato seco (%)	5,72	5,15

0,93% \pm 0,04 de proteína total, 0,55% \pm 0,02 de cinzas e 4,89% \pm 0,21 de lactose.

Com base nos valores médios apresentados na tabela 4.4.5. podemos calcular que o soro obtido nos processamentos controle possui, em média, 6,27% de gordura, 13,85% de proteínas, 8,16% de cinzas e 71,72% de lactose no extrato seco, enquanto que o soro obtido nos processamentos modificados possui, em média, 3,78% de gordura, 14,07% de proteínas, 8,32% de cinzas e 73,98% de lactose no extrato seco.

Comparando-se a composição média do soro dos queijos minas frescal segundo MELLO (1989) e VIOTTO & ROIG (1991), apresentadas na tabela 4.4.6., com a composição média do soro obtido na fabricação dos queijos minas frescal nos processamentos

controle e nos processamentos modificados (tabela 4.4.5.) observa-se que a principal diferença encontra-se no teor de gordura, sendo que os outros componentes variam relativamente pouco. A porcentagem de gordura no extrato seco do soro é em média 3,78% nos processamentos modificados, 6,27 % nos processamentos controle (valores calculados com base na tabela 4.4.5.), 5,72% segundo MELLO (1989) e 5,15% segundo VIOTTO & ROIG (1991), conforme apresentado na tabela 4.4.6. Desta forma verifica-se que houve uma menor perda de de gordura para o soro durante a fabricação do queijo minas frescal utilizando-se os processamentos modificados.

Com base no teor de gordura e no peso do leite utilizado em cada processamento (apresentados na tabela 4.4.3.), e com base no teor de gordura e no peso do soro obtido em cada processamento (apresentados na tabela 4.4.5.), podemos calcular a porcentagem de gordura perdida no soro para cada processamento. Efetuando-se os cálculos, verifica-se que nos processamentos PC1, PC2, PC3 e PC4, perdeu-se respectivamente 11,75, 10,29, 10,56 e 8,74% de gordura para o soro, enquanto nos processamentos PM1, PM2, PM3 e PM4, perdeu-se respectivamente 5,98, 5,18, 4,21 e 7,81 % de gordura para o soro. A figura 4.4.1. representa graficamente esses resultados, entretanto, outros detalhes serão discutidos posteriormente.

A tabela 4.4.7. apresenta a composição química e o peso dos queijos obtidos nos processamentos controle e nos processamentos modificados, nos quais utilizou-se a salga seca. Durante essa etapa do trabalho o teor e a uniformidade de distribuição do sal nos queijos não foram características considera-

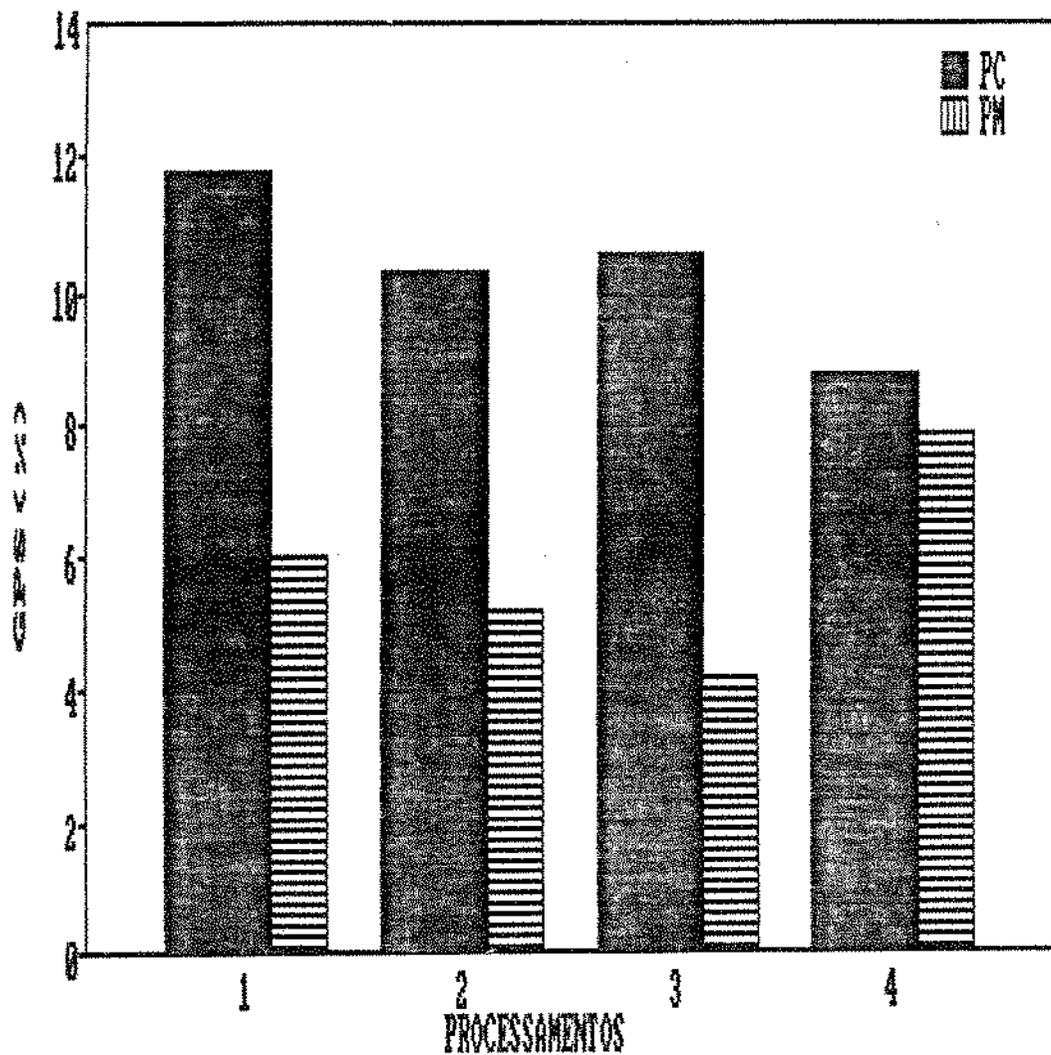


Figura 4.4.1.: Porcentagem de gordura perdida no soro (GPS) para os processamentos controle (PC) e modificados (PM).

Tabela 4.4.7.: Composição química (%) e peso (g) dos queijos obtidos nos processamentos controle (PC) e modificados (PM).

Processamento	Peso (g)	Sólidos totais* (%)	Umidade (%)	Gordura (%)	Proteína total (%)	Cinzas (%)	Lactose* (%)
PC1	2.920	42,60	57,40	22,50	14,38	3,44	2,88
PC2	2.692	43,78	56,22	23,50	14,91	3,04	2,27
PC3	2.914	42,61	57,39	22,00	14,81	3,21	2,59
PC4	2.784	43,25	56,75	22,00	15,49	2,89	2,87
-							
H	...	43,06	56,94	22,50	14,98	3,15	2,65
DP	...	0,57	0,57	0,71	0,46	0,24	0,29

PM1	2.850	44,23	55,77	24,00	14,67	3,66	1,90
PM2	2.844	43,77	56,23	23,50	14,18	3,06	3,03
PM3	3.002	42,54	57,46	22,50	14,13	3,34	2,57
PM4	3.123	40,23	59,77	20,00	14,07	2,96	3,20
-							
H	...	42,69	57,31	22,50	14,26	3,26	2,68
DP	...	1,79	1,79	1,78	0,28	0,31	0,58

* Calculado por diferença.

das de maior importância.

Verifica-se na tabela 4.4.7. que os queijos obtidos nos processamentos controle apresentam a seguinte composição média: 43,06% \pm 0,57 de sólidos totais, 56,94 % \pm 0,57 de umidade, 22,50% \pm 0,71 de gordura, 14,90% \pm 0,46 de proteínas, 3,15 % \pm 0,24 de cinzas e 2,65% \pm 0,29 de lactose. Observa-se, ainda na tabela 4.4.7., que os queijos obtidos nos processamentos modificados apresentam a seguinte composição média: 42,69% \pm 1,79 de sólidos totais, 57,31 % \pm 1,79 de umidade, 22,50% \pm 1,78 de gordura, 14,26% \pm 0,28 de proteínas, 3,26 % \pm 0,31 de cinzas e 2,68% \pm 0,58 de lactose.

A composição média do queijo minas frescal segundo FURTADO et alii (1980) é 60,04% de umidade, 19,81% de gordura e 16,70% de proteínas, portanto, este queijo possui, em média, 49,57% de gordura e 41,79% de proteínas no extrato seco.

Podemos verificar através dos dados apresentados na tabela 4.4.7. que os queijos minas frescal obtidos nos processamentos controle apresentam em média 56,94% de umidade e, os obtidos nos processamentos modificados apresentam em média 57,31% de umidade, sendo, portanto, ligeiramente menos úmidos quando comparados com os resultados obtidos por FURTADO et alii (1980).

Com base nos resultados apresentados na tabela 4.4.7. podemos calcular que os queijos obtidos pelos processamentos controle possuem, em média, 52,25% de gordura e 34,60 % de proteínas no extrato seco e os queijos obtidos pelos processamentos modificados possuem, em média, 52,71% de gordura e 33,40 % de proteínas no extrato seco.

Observa-se, portanto, uma diferença quanto à porcentagem média de gordura e proteínas no extrato seco dos queijos obtidos por FURTADO et alii (1980) e nos queijos obtidos nos processamentos controle e nos processamentos modificados.

Embora diversos fatores tais como: firmeza da coagulação no ponto de corte, tamanho dos grãos, tempo e intensidade de mexedura, definição do ponto de massa, número de viragens e outros possam influenciar na composição dos queijos, acreditamos que a menor porcentagem de proteínas no extrato seco dos queijos apresentados pelos processamentos controle (34,60%) e pelos processamentos modificados (33,40%), quando comparados com os resultados obtidos por FURTADO et alii (1980), 41,79%, sejam devido à composição do leite (apresentada na tabela 4.4.3.) que, conforme já discutido, apresenta menor porcentagem de proteínas, pois, os queijos obtidos pelos processamentos controle e modificados são ligeiramente menos úmidos quando comparados com os obtidos por FURTADO et alii (1980) e podemos calcular pelas tabelas 4.4.5. e 4.4.6. que a perda de proteínas para o soro foi normal [13,85%, em média, de proteínas no extrato seco do soro para os processamentos controle; 14,07% para os processamentos modificados; 15,69% segundo MELLO (1989); 15,58% segundo VIOTTO & ROIG (1991)].

4.4.3. Análise das cifras de transição dos componentes do leite para os queijos:

A tabela 4.4.8. apresenta as cifras de transição dos componentes do leite para o queijo nos processamentos controle e nos processamentos modificados.

As figuras 4.4.2., 4.4.3., 4.4.4. e 4.4.5. representam graficamente a cifra de transição da gordura, proteínas, cinzas e sólidos totais, respectivamente, conforme apresentado na tabela 4.4.8. para os processamentos controle e para os processamentos modificados.

Na figura 4.4.2., a qual apresenta a cifra de transição da gordura para os processamentos controle e para os processamentos modificados, observamos que os processamentos modificados apresentam, em média, uma maior transição de gordura do leite para o queijo. Estes dados vêm a confirmar a menor porcentagem de gordura perdida no soro para os processamentos modificados conforme apresentado na figura 4.4.1. e na tabela 4.4.5. Essa observação foi confirmada com a aplicação do teste "t", onde se verificou que existe diferença significativa na cifra de transição média da gordura entre os processamentos controle e os processamentos modificados ao nível de 5% de significância (Anexo 1).

Tabela 4.4.8.: Cifra de transição (%) dos componentes do leite para o queijo nos processamentos controle (PC) e modificados (PM).

Processamentos	Cifra de transição (%)			
	Gordura	Proteína total	Cinzas	Sólidos totais
PC1	88,25	71,82	34,98	50,22
PC2	89,71	72,37	35,39	49,38
PC3	89,44	73,00	36,75	50,14
PC4	91,26	72,79	31,37	53,08
- M	89,67	72,50	34,62	50,71
PM1	94,02	74,48	32,98	54,71
PM2	94,82	70,85	35,52	52,20
PM3	95,79	73,35	37,78	53,09
PM4	92,19	74,63	38,67	53,85
- M	94,21	73,33	36,24	53,46

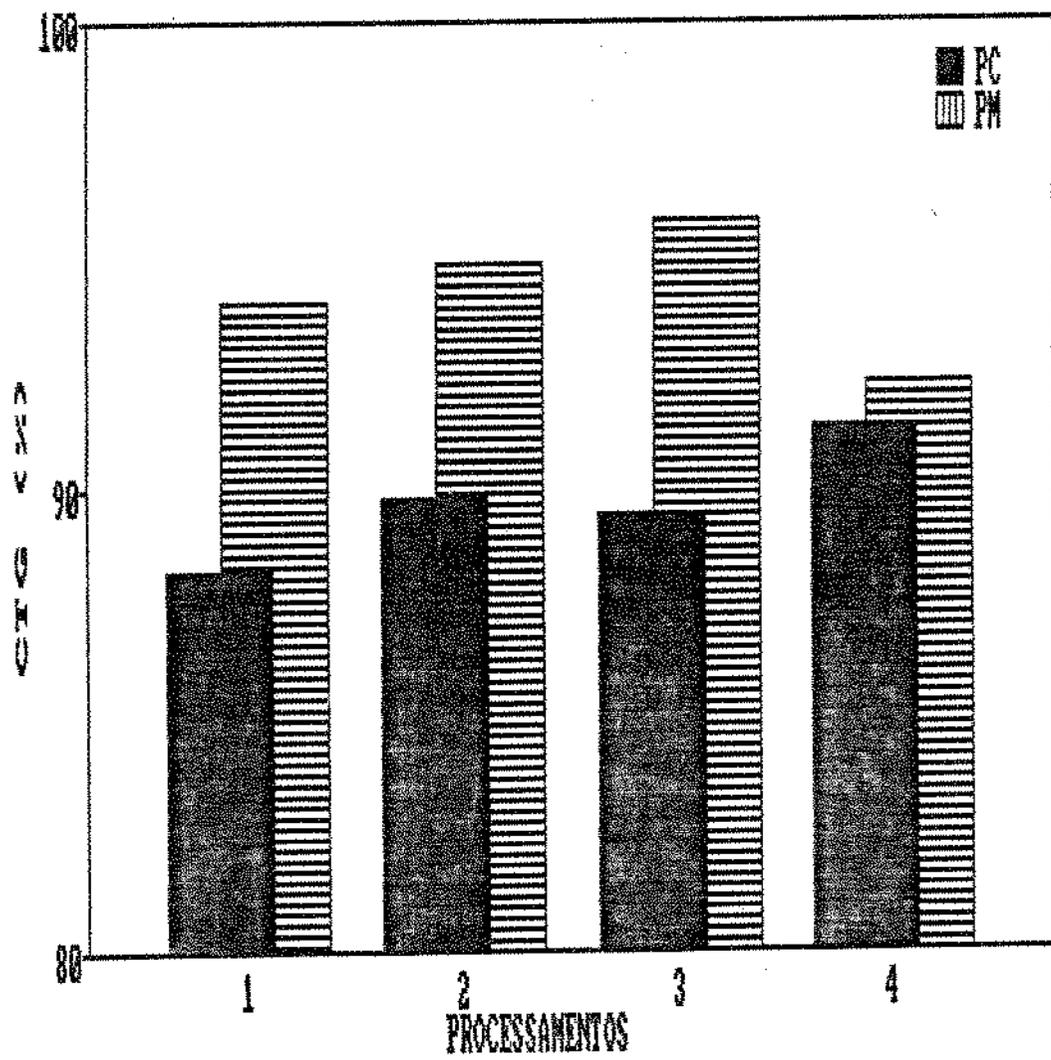


Figura 4.4.2.: Cifra de transição da gordura (CTG), em porcentagem, para os processamentos controle (PC) e modificados (PM).

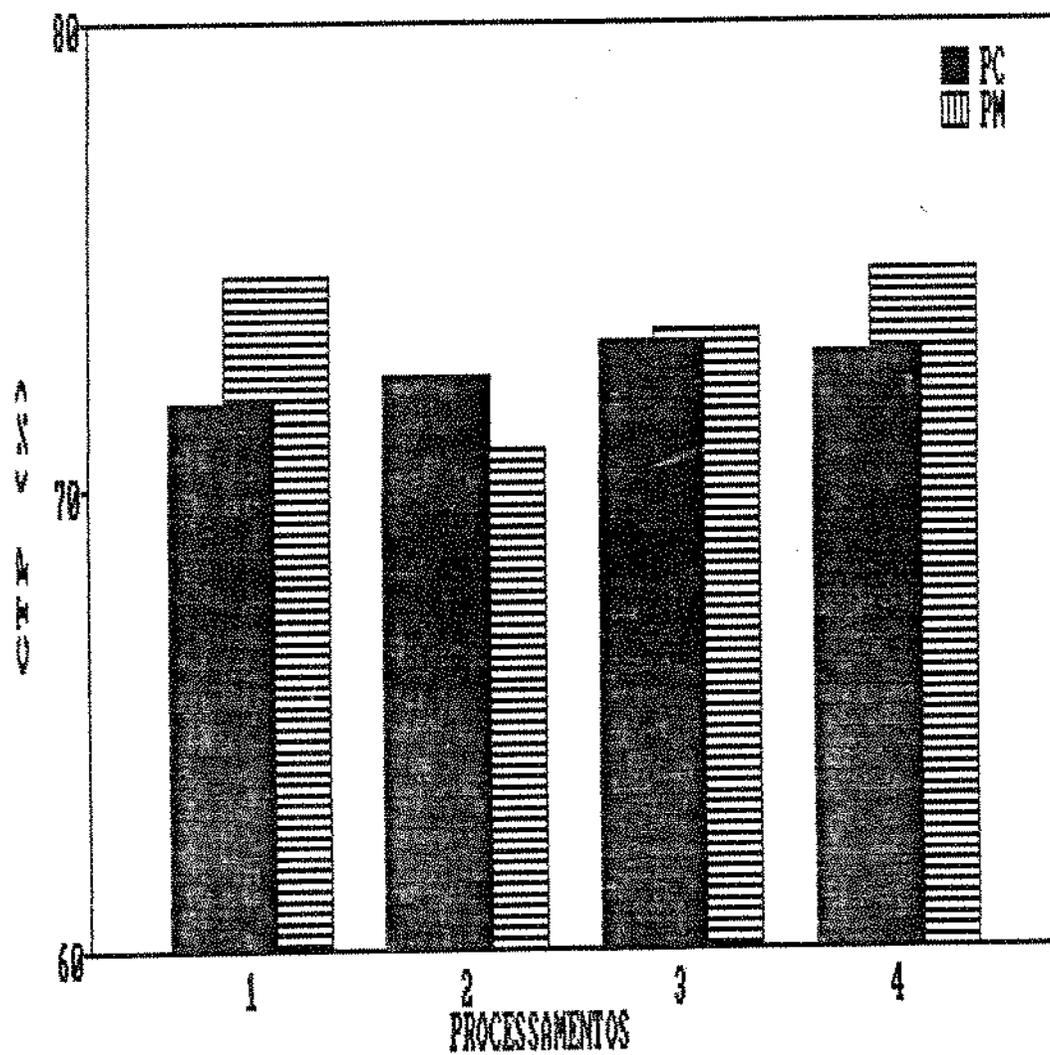


Figura 4.4.3.: Cifra de transição de proteínas (CTP), em porcentagem, para os processamentos controle (PC) e modificados (PM).

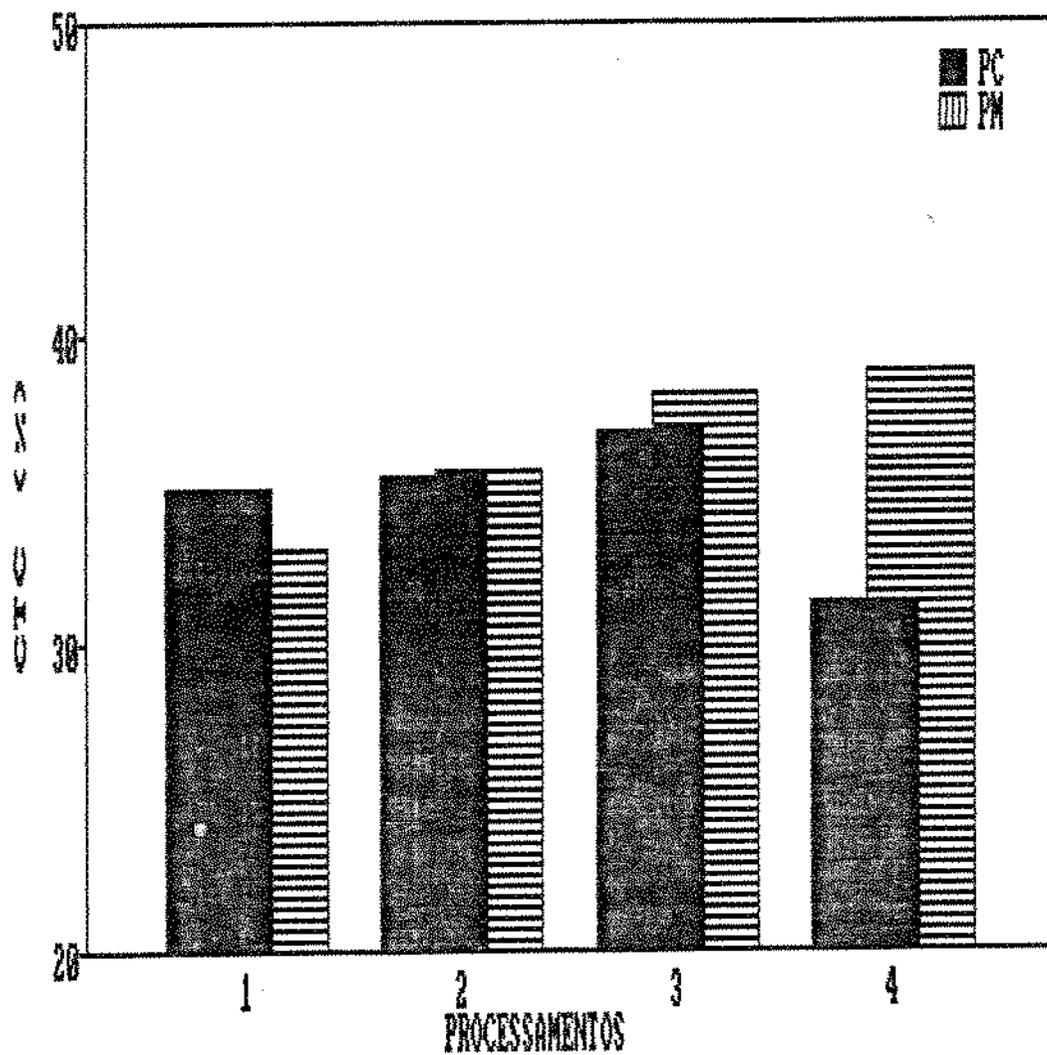


Figura 4.4.4.: Cifra de transição de cinzas (CTC), em porcentagem, para os processamentos controle (PC) e modificados (PM).

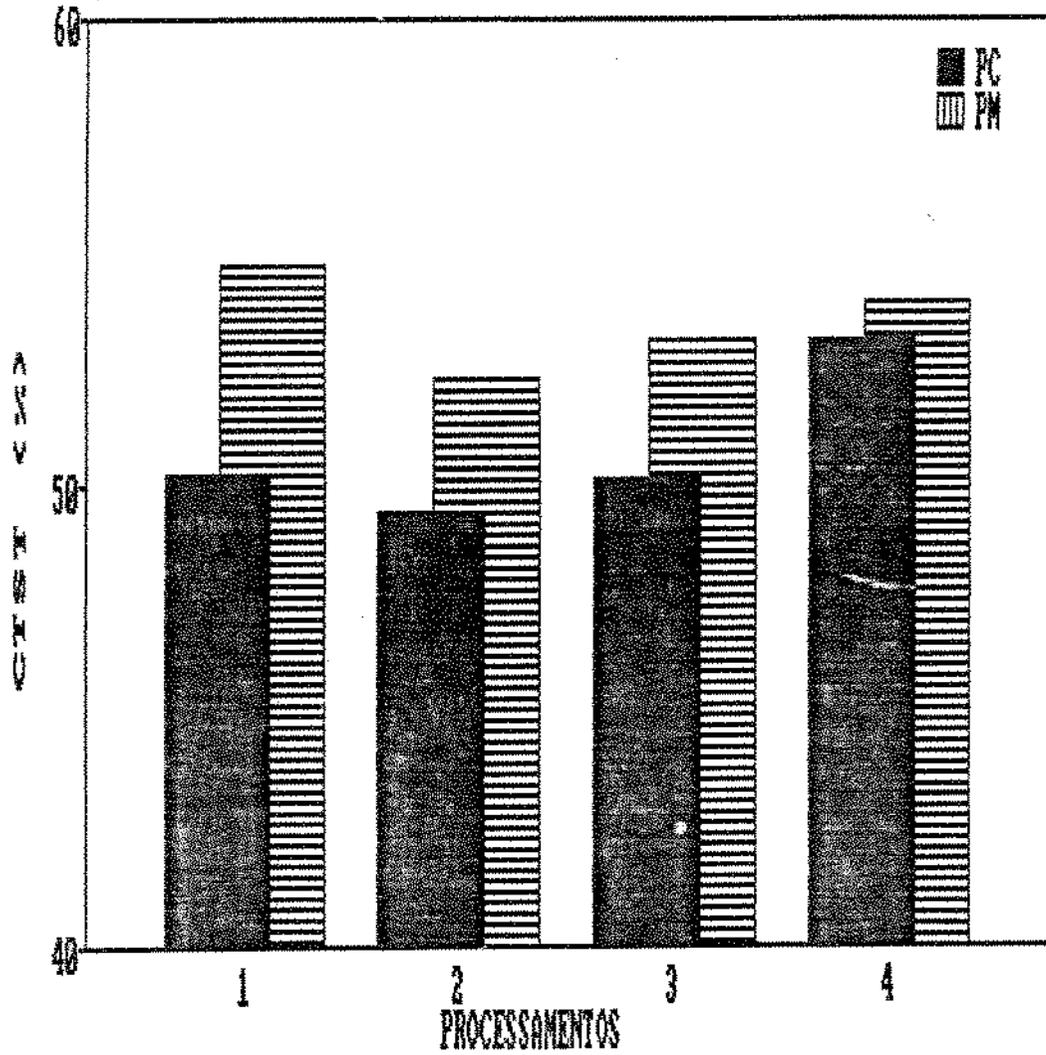


Figura 4.4.5.: Cifra de transição de sólidos totais (CTST), em porcentagem, para os processamentos controle (PC) e modificados (PM).

Na figura 4.4.3., a qual apresenta a cifra de transição das proteínas para os processamentos controle e para os processamentos modificados, observamos que não existe, em média, diferença na cifra de transição das proteínas do leite para o queijo. Essa observação foi confirmada com a aplicação do teste "t", onde se verificou que não existe diferença significativa na cifra de transição média de proteínas entre os processamentos controle e os processamentos modificados (Anexo 1). Portanto, a perda de proteínas para o soro não foi significativamente diferente, embora possamos calcular, com base na composição média do soro dos processamentos controle e dos processamentos modificados (tabela 4.4.5), que a porcentagem média de proteínas no extrato seco do soro é 13,85% para os processamentos controle e 14,07% para os processamentos modificados.

Na figura 4.4.4., a qual apresenta a cifra de transição de cinzas para os processamentos controle e para os processamentos modificados, observamos que não existe, em média, diferença na cifra de transição de cinzas do leite para o queijo. Essa observação foi confirmada com a aplicação do teste "t", onde se verificou que não existe diferença significativa na cifra de transição média de cinzas entre os processamentos controle e os processamentos modificados (Anexo 1). Portanto, a perda de cinzas para o soro não foi significativamente diferente, embora possamos calcular, com base na composição média do soro dos processamentos controle e dos processamentos modificados (tabela 4.4.5), que a porcentagem média de cinzas no extrato seco do soro é 8,16% para os processamentos controle e 8,32% para os processa-

mentos modificados.

Na figura 4.4.5., a qual apresenta a cifra de transição de sólidos totais para os processamentos controle e para os processamentos modificados, observamos que os processamentos modificados apresentam, em média, uma maior transição de sólidos totais do leite para o queijo. Essa observação foi confirmada com a aplicação do teste "t", onde se verificou que existe diferença significativa na cifra de transição média de sólidos totais entre os processamentos controle e os processamentos modificados ao nível de 5% de significância (Anexo 1).

Desta forma, podemos resumir que a modificação do processo não influenciou na cifra de transição média das proteínas e cinzas, e influenciou na cifra de transição média da gordura, que foi significativamente maior ($p < 0,05$) nos processamentos modificados. Tal fato implicou, conseqüentemente, na diferença apresentada na cifra de transição média dos sólidos totais, que foi também significativamente maior ($p < 0,05$) nos processamentos modificados.

As cifras de transição dos componentes foram calculadas com base nas composições do leite e do soro, e, segundo FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO (1979a.), a composição do soro depende da composição do leite e do tipo de queijo elaborado.

Considerando-se que no presente trabalho, para os processamentos conduzidos paralelamente (PC1 e PM1, PC2 e PM2, PC3 e PM3, PC4 e PM4), utilizou-se o mesmo leite, que para verificação da existência de diferença entre as cifras de transição utilizou-se o teste "t" para amostras relacionadas; que se fabri-

cou o mesmo tipo de queijo, minas frescal, utilizando-se sempre o mesmo processo de fabricação, acreditamos que as diferenças apresentadas nas cifras de transição dos componentes do leite para os queijos advêm, principalmente, da modificação feita no processo, ou seja, da substituição da GL pela GVPH.

Conforme indicado anteriormente, diferentes cifras de transição ou porcentagens dos componentes presentes no leite aproveitados nos queijos, foram apresentadas por diversos autores (VAN SLYKE & PRICE, 1979; FURTADO & WOLFSCHOON-POMBO, 1979a.; PHELAN, 1981; GILLES & LAWRENCE, 1985). No entanto, todos os dados referem-se a outros tipos de queijos, que não o minas frescal, sendo portanto inviável compará-los com os dados obtidos nesse trabalho, uma vez que a cifra de transição ou a porcentagem dos componentes do leite aproveitados no queijo são relacionadas, basicamente, com a particularidade tecnológica que ocorre na fabricação de cada queijo. Nenhum dado foi encontrado na literatura quanto as cifras de transição dos componentes do leite para o queijo minas frescal.

4.4.4. Análise de rendimento:

A tabela 4.4.9. apresenta o rendimento dos queijos, ou seja, a quantidade de quilos de queijo minas frescal com 42,87% de sólidos totais que seriam produzidos a partir de 100 kg de leite com 11,74% de sólidos totais para os processamentos controle e para os processamentos modificados. O rendimento (kg de queijo/100 kg de leite) foi calculado com base no fator de

Tabela 4.4.9.: Rendimento dos queijos (kg de queijo/ 100 kg de leite) minas frescal para os processamentos controle (PC) e modificados (PM) considerando-se o teor de sólidos totais do leite e dos queijos padronizados.

Processamento	Rendimento (kg de queijo/100 kg de leite)
PC1	15,04
PC2	14,48
PC3	14,76
PC4	14,48
- M	14,69
PM1	15,32
PM2	15,04
PM3	15,04
PM4	15,04
- M	15,11

conversão definido no item 3.2.7.1.

Pela observação da tabela 4.4.9., comparando-se os processamentos conduzidos paralelamente (PC1 e PM1, PC2 e PM2, PC3 e PM3 e PC4 e PM4), observamos que nos processamentos modificados obtém-se sempre uma maior quantidade de quilos de queijos produzidos a partir de 100 kg de leite (considerando-se os sólidos totais do leite e do queijo padronizados). Após aplicação do teste "t" confirmou-se essa observação pois, verificou-se que

existe diferença significativa entre o rendimento médio dos processamentos controle e dos processamentos modificados ao nível de 2,0% de significância (Anexo 2).

Conforme apresentado na tabela 4.4.9., nos processamentos controle obtém-se, em média, 14,69 kg de queijo/100 kg de leite e nos processamentos modificados obtém-se, em média, 15,11 kg de queijo/100 kg de leite. Essa diferença (0,42 kg de queijo/100 kg de leite) representa um aumento de rendimento de 2,86% para os processamentos modificados.

Conforme discutido anteriormente (item 2.3.), não se obtém igual transição dos componentes do leite para os queijos. A proteína (especialmente a caseína) e a gordura são aproveitadas em maiores proporções. O valor exato do aproveitamento, ou seja, da transição do componente do leite para o queijo, depende principalmente do tipo de queijo elaborado.

Pode-se observar na tabela 4.4.8. que nos processamentos controle aproveitou-se em média 89,67% da gordura, 72,50% das proteínas e 34,62% das cinzas, enquanto nos processamentos modificados aproveitou-se 94,21% da gordura, 73,33% das proteínas e 36,24% das cinzas.

Desta forma, do ponto de vista de rendimento os constituintes de maior interesse são a gordura e a proteína e, segundo CHAPMAN (1981) estas representam mais de 90% da porção sólida do queijo. Valores próximos ao indicado por CHAPMAN (1981) foram obtidos nos nossos processamentos, pois, com base na tabela 4.4.7., a qual apresenta a composição média dos queijos minas frescal, podemos calcular que as frações gordura e proteína re-

presentam 86,85% da porção sólida dos queijos obtidos nos processamentos controle e 86,11% da porção sólida dos queijos obtidos nos processamentos modificados.

Apesar da influência dos diversos fatores sobre o rendimento dos queijos (apresentados no item 2.3.) consideramos que pode ser feita a afirmação quanto ao maior rendimento apresentado pelos queijos obtidos pelos processamentos modificados, pois no cálculo do rendimento padronizou-se o teor de sólidos totais do leite e do queijo; para verificação da existência de diferença de rendimento utilizou-se o teste "t" para amostras relacionadas e desta forma comparou-se os processamentos conduzidos paralelamente (PC1 e PM1, PC2 e PM2, PC3 e PM3 e PC4 e PM4) Como nesses processamentos, conduzidos paralelamente, utilizou-se o mesmo leite (que portanto não apresenta diferença no teor de proteínas e/ou caseína); padronizou-se o teor de gordura e utilizou-se a mesma técnica de fabricação dos queijos, acredita-se que esse maior rendimento advém da modificação do processo.

Do ponto de vista econômico essa pode ser uma consideração de grande valor, pois, são mais que evidentes, a importância, nos custos de produção, a redução da matéria prima necessária para a elaboração de 1 kg de queijo. Essa redução no custo de produção torna-se mais acentuada se considerarmos, conforme apresentado na tabela 2.4.1., que a gordura vegetal custa menos, em média, que a gordura do leite no mercado mundial.

4.5. Análise sensorial:

Podemos observar, como descrito no item 3.2.9.1., que a salga dos queijos minas frescal destinados à análise sensorial foi efetuada de forma diferente, tanto quando comparada com a forma utilizada nos processamentos preliminares PCA, PMA, PCB e PMB, nos quais se efetuou a salga na massa adicionando-se 1,5% de sal sobre o peso desta, bem como quando comparada com a forma de salga utilizada nos processamentos preliminares PCC e PMC e nos processamentos finais PC1, PM1, PC2, PM2, PC3, PM3, PC4 e PM4, nos quais se efetuou a salga seca.

Na fase de experimentos preliminares observou-se que a adição do sal feita diretamente sobre a massa, com base no peso desta, causavam prejuízos à qualidade da massa, razão pela qual optou-se pela salga seca, nesta etapa. Por outro lado, para a análise sensorial é fundamental uma perfeita distribuição do sal no queijo.

Desta forma, com o objetivo de obter-se uma distribuição rápida e eficiente do sal nos queijos optou-se pelo uso da salga na massa e, com o objetivo de obter-se uma distribuição uniforme do sal na massa sem causar danos à qualidade desta, optou-se por não adicioná-lo diretamente à massa e sim na forma de salmoura a 34°C (temperatura na qual a massa era mantida), bem como efetuar o controle da quantidade de sal a ser adicionada com base no volume de leite utilizado e não no peso da massa obtida.

4.5.1. Ensaio preliminar:

A tabela 4.5.1. apresenta a composição química dos queijos minas frescal obtidos nos processamentos controle para análise sensorial preliminar e obtidos nos processamentos modificados para análise sensorial preliminar, com a adição de 1% de sal sobre o volume de leite (PCSA1 e PMAS1) e com a adição de 0,8% de sal sobre o volume de leite (PCAS2 e PMAS2). Podemos observar que os queijos minas frescal utilizados nos ensaios preliminares de análise sensorial (tabela 4.5.1.) e os queijos obtidos nos processamentos finais (tabela 4.4.7.) apresentam composição química semelhante.

Após a aplicação dos testes triangular e comparação pareada-preferência para os queijos obtidos nos processamentos PCAS1 e PMAS1 e para os queijos obtidos nos processamentos PCAS2 e PMAS2 observou-se, através dos comentários das fichas dos provadores, que no primeiro teste (PCAS1 x PMAS1), dos 20 provadores, 12 referiram-se ao teor de sal para escolher a amostra preferida, sendo que ainda não houve concordância entre eles na indicação da amostra mais salgada; no segundo teste (PCAS2 x PMAS2), dos 20 provadores, 15 referiram-se ao teor de sal para escolher a amostra preferida.

Observamos assim, com a realização dos dois testes preliminares, que os provadores eram influenciados pelo teor de sal nos queijos para indicar a preferência por uma ou outra amostra e que a distribuição do sal nas amostra não era homogênea.

Tabela 4.5.1.: Composição química (%) dos queijos minas frescal obtidos nos processamentos controle e modificados para análise sensorial preliminar, com a adição de 1% de sal sobre o volume de leite (PCSA1 e PMAS1) e com a adição de 0,8% de sal sobre o volume de leite (PCAS2 e PMAS2).

Determinações	Processamentos			
	PCAS1 (1% de sal)	PMAS1 (1% de sal)	PCAS2 (0,8% de sal)	PMAS2 (0,8% de sal)
Sólidos totais* (%)	35,47	40,02	39,30	42,76
Umidade (%)	64,53	59,98	60,70	57,24
Gordura (%)	18,00	20,50	19,00	22,00
Proteína total (%)	12,09	12,81	13,46	14,33
Cinzas (%)	3,43	3,72	4,24	3,84
Lactose* (%)	1,95	2,99	2,60	2,59
NaCl (%)	1,80	1,96	2,43	2,05
NaCl na umidade (%)	2,79	3,27	4,00	3,58

* Calculado por diferença.

Desta forma optou-se por:

- Reduzir o teor de sal adicionado ao queijo para 0,7% do volume de leite, de forma que esse não influenciasse nas respostas dos provadores.

- Aplicar os testes sensoriais três dias após o processo de fabricação dos queijos para que houvesse uma melhor distribuição do sal nos queijos.

4.5.2. Ensaio finais:

A tabela 4.5.2. apresenta a composição química dos queijos minas frescal obtidos nos processamentos controle para análise sensorial final e obtidos nos processamentos modificados para análise sensorial final, com a adição de 0,7% de sal sobre o volume de leite (PCAS3, PMAS3, PCAS4 e PMAS4). Podemos observar que os queijos minas frescal utilizados nos ensaios finais de análise sensorial (tabela 4.5.2.) e os queijos obtidos nos processamentos finais (tabela 4.4.7.) apresentam composição química semelhante.

Após a aplicação do teste triangular para as amostras obtidas nos processamentos PCAS3 e PMAS3 observou-se que dos 20 provadores, 9 identificaram qual era a amostra diferente. De acordo com esse resultado e o auxílio da tabela para teste triangular apresentada por MORAES (1985) verificou-se que não existe diferença significativa entre as amostras.

Embora tenhamos aplicado o teste de comparação pareada-preferência para as amostras obtidas nos processamentos PCAS3 e PMAS3, o teste não foi considerado, pois, não havendo diferença significativa, faz-se desnecessário o teste de preferência. Por outro lado, pelos comentários dos provadores no teste de preferência, verificou-se que esta não foi devida a problemas

Tabela 4.5.2.: Composição química (%) dos queijos minas frescal obtidos nos processamentos controle (PCAS3 e PCAS4) e modificados (PMAS3 e PMAS4) para análise sensorial final, com a adição de 0,7% de sal sobre o volume de leite.

Determinações	Processamentos			
	PCAS3 (0,7% de sal)	PMAS3 (0,7% de sal)	PCAS4 (0,7% de sal)	PMAS4 (0,7% de sal)
Sólidos totais* (%)	41,28	42,91	40,55	41,19
Umidade (%)	58,72	57,09	59,45	58,81
Gordura (%)	22,00	24,00	21,00	22,00
Proteína total (%)	14,34	14,41	14,09	14,10
Cinzas (%)	2,63	2,33	3,15	2,80
Lactose* (%)	2,31	2,17	2,31	2,29
NaCl (%)	1,07	0,80	1,56	1,26
NaCl na umidade (%)	1,82	1,40	2,62	2,14

* Calculado por diferença.

no processo de fabricação dos queijos, como por exemplo, diferença no teor de sal ou não homogeneidade na distribuição do mesmo. Como pode ser observado na tabela 4.5.2. a porcentagem de NaCl na umidade para as amostras obtidas nos processamentos PCAS3 e PMAS3 foi 1,82 e 1,40 respectivamente, entretanto, isso não influenciou os provadores, uma vez que não foram feitos comentários quanto a

essa diferença na respostas dos mesmos.

Após aplicação do teste triangular para as amostras obtidas nos processamentos PCAS4 e PMAS4 observou-se que dos 20 provadores, 11 indicaram qual era a amostra diferente. De acordo com esse resultado e o auxílio da tabela para teste triangular apresentada por MORAES (1985), verificou-se que existe diferença entre as amostras ao nível de 5% de significância.

Como se verificou a existência de diferença significativa entre as amostras obtidas nos processamentos PCAS4 e PMAS4, consideramos a aplicação do teste de comparação pareada-preferência. Observou-se que dos 11 provadores, 8 preferem a amostra obtida pelo processamento PCAS4 e 3 preferem a amostra obtida pelo processamento PMAS4. De acordo com esse resultado e o auxílio da tabela para preferência apresentada por MORAES (1985) verificou-se que não existe preferência significativa entre as amostras obtidas pelos processamentos PCAS4 e PMAS4 ao nível de 5% de significância.

Observou-se que dos 20 provadores que realizaram os testes de diferença e preferência das amostras obtidas pelos processamentos PCAS3 e PMAS3 e para as amostras obtidas pelos processamentos PCAS4 e PMAS4, 11 consomem queijo minas frescal frequentemente e 9 consomem ocasionalmente.

Apenas na segunda repetição (amostras obtidas pelos processamentos PCAS4 e PMAS4) foi detectada diferença entre as amostras, e, ainda assim, somente 11 provadores indicaram qual era a amostra diferente e esse é o número mínimo de julgamentos necessários para que se estabeleça diferença significativa

($p < 0,05$) entre as amostras. Entretanto, mesmo considerando a existência de diferença significativa entre os dois queijos, observa-se que não existe uma preferência entre eles.

Portanto, é de se esperar que não haja, do ponto de vista sensorial, problemas de aceitação do queijo minas frescal com GVPH substituindo a GL.

5. CONCLUSÕES:

Dos resultados experimentais obtidos nesse trabalho podemos concluir que:

- O uso de leite desnatado adicionado de gordura vegetal como substituta da gordura do leite utilizado na fabricação de queijos minas frescal foi viável.
- O soro obtido após a fabricação do queijo com leite adicionado de gordura vegetal apresentou menor teor de gordura do que o soro obtido após a fabricação do queijo com gordura do leite.
- Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre a cifra de transição de gordura para os queijos fabricados com gordura vegetal e com gordura do leite, sendo que os queijos com gordura vegetal apresentaram maior cifra de transição de gordura.
- Os queijos fabricados com gordura vegetal e com gordura do leite não apresentaram diferença significativa quanto à cifra de transição de proteínas.
- Os queijos fabricados com gordura vegetal e com gordura do leite não apresentaram diferença significativa quanto à cifra de transição de cinzas.

- A cifra de transição de sólidos totais do leite para os queijos foi significativamente maior ($p < 0,05$) na fabricação dos queijos utilizando gordura vegetal.
- Os queijos minas frescal fabricados com gordura vegetal apresentaram rendimento 2,86% maior do que os queijos minas frescal fabricados com gordura do leite.
- A avaliação sensorial indicou que existe diferença significativa ($p < 0,05$) entre os queijos fabricados com gordura vegetal e os fabricados com gordura do leite, entretanto, não houve preferência por um ou outro queijo.

6. REFERÊNCIAS*:

- 1- A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14.ed. Arlington, 1984. 1141 p.
- 2- A.O.C.S. Official and tentative methods of the American Oil Chemist's Society. 3.ed. Champaign, 1988. v. 1-2.
- 3- ALAIS, C. Ciencia de la leche: principios de tecnica lechera. 2.ed. México, Compañia Editorial Continental, 1971. 594 p.
- 4- ANUÁRIO ESTATÍSTICO: matérias primas e produtos de origem animal. Brasília, Secretaria de Inspeção de Produto Animal, 1980-1986.
- 5- ATHERTON, H. V. & NEWLANDER, J. A. Chemistry and testing of dairy products. 4.ed. Westport, Avi, 1981. 396 p.
- 6- AUSTRÁLIA. Pat. 459.972. J.E. Roe. Synthetic aged hard cheese. PVO International Inc. 15 Dec. 1971; 26 Mar. 1975.
- 7- BANKS, J. M.; BANKS, W.; MUIR, D. D.; WILSON, A. G. Cheese yield: composition does matter. Dairy Industries International 46 (5): 15, 17, 19, 21-22, 1981.
- 8- BARBANO, D. M. & SHERBON, J. W. Cheddar cheese yield in New York. Journal of Dairy Science 67 (8): 1873-1883, 1984.

* As referências bibliográficas, bem como suas citações no texto deste trabalho, estão dispostas de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1978 (NB-66).

- 9- BRASIL. Pat. 26.316 N. G. Moreira. Um sucedaneo de queijo, ou um novo produto alimentício. Nicolino Guimarães Moreira. 13 nov. 1940.
- 10- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasília, 1974. 364 p.
- 11- BYNUN, D. G. & OLSON, N. F. Influence of curd firmness at cutting on cheddar cheese. Yield and recovery of milk constituents. Journal of Dairy Science 65 (12): 2281-2290, 1982.
- 12- CABRERA Considera "conquista histórica". Folha de São Paulo, 17 jul. 1990. Economia. p. B-12.
- 13- CARNEIRO Fº, J. J. Os novos produtos de laticínios. A educação alimentar. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 27 (164): 11-15, 1974
- 14- CARVALHO, I. C. Modificações na composição do leite. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 32 (192): 15-22, 1977
- 15- CHAPMAN, H. R. Standardisation of milk for cheesemaking at research level. Journal of the Society of Dairy Technology 34 (4): 147-152, 1981.
- 16- CHEESE analog contains protein from four sources - dairy, oilseed, cereal, leaf. Food Processing 42 (11): 28-29, 1981a.
- 17- CHEESE substitutes. Food Processing Industry 50 (600): 48-51, 1981b.

- 18- CORONADO, J. Cabrera quer estímulo para produção de leite. Folha de São Paulo, 16 nov. 1990. Economia. p. B-12.
- 19- DILANJAN, S. Ch. Fundamentos de la elaboración del queso. Zaragoza, Ed. Acribia, 1984. 127 p.
- 20- EMMONS, D. B.; KALAB, M.; LARMOND, E.; LOWRIE, R. J. Milk gel structure X texture and microstructure in cheddar cheese made from whole milk and from homogenized low-fat milk. Journal of Texture Studies 11 (1): 15-34, 1980.
- 21- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS-EPAMIG. Queijos no Brasil. Juiz de Fora, Ed. Luiza Carvalhaes de Albuquerque, 1986. 139 p.
- 22- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS-EPAMIG. Queijos na fazenda. Rio de Janeiro, Ed. Globo, 1989. 219 p.
- 23- ESTÊVES Jr., V. Algumas considerações sobre o mercado de queijos no Brasil. Informe Agropecuário 10 (115): 3-6, 1984.
- 24- EUA. Pat. 3.488.198 R. H. Bundus. Filled milk products. Beatrice Foods Co., Chicago, Ill. 01 Mar. 1967; 06 Jan. 1970.
- 25- EUA. Pat. 3.806.606 P. Seiden. Preparation of synthetic cheese. The Procter & Gamble Company, Cincinnati, Ohio. 29 Mar. 1971; 23 Apr. 1974.
- 26- EUA. Pat. 3.922.374 R. J. Bell; J. D. Wynn; G. T. Denton; R. E. Sand; D. L. Cornelius Jr. Preparation of simulated cheese. Anderson Clayton & Co., Houston, Tex. 26 Aug. 1974; 25 Nov. 1975.

- 27- EUA. Pat. 4.075.360 C. E. Rule & C. E. Werstak. Preparation of imitation mozzarella cheese. SCM Corporation, New York, N.Y. 20 Dec. 1976; 21 Febr. 1978.
- 28- EUA. Pat. 4.104.413 J. D. Wynn; G. T. Denton; R. J. Bell; H. R. Vermon; L. R. Custer. Preparation of imitation cheese. Anderson, Clayton & Co., Houston, Tex. 10 Jun. 1974; 01 Aug. 1978.
- 29- EUA. Pat. 4.343.817 A. M. Swanson; R. J. Swanson; J. K. Seibel; F. L. Pavelez. Natural cheese analog. Arthur M. Sawanson, Madison; ChemVen, Inc., Sun Prairie, both of Wis. 24 Febr. 1978; 01 Oct. 1982.
- 30- EUA. Pat. 4.397.926. M. K. Galal; W. C. Hainse; B. I. Roberto. Preparation of cheese analog from combinations of acid casein and rennet casein. Borden, Inc., Columbus, Ohio. 03 Dec. 1981; 09 Aug. 1983.
- 31- EUA. Pat. 4.390.560 K. Koide; Y. Yoneda; K. Musashi. Process for producing a cream cheese-like food. Meiji Milk Products Company Limited, Tokyo, Japan. 06 Jul. 1981; 28 Jun. 1983.
- 32- EUA. Pat. 4.435.438 W. F. Lehnhardt; C. E. Streaty Jr.; W. C. Yackel Jr.; H. S. Yang; D.K. Tang. Soy isolate suitable for use in imitation cheese. A.E. Staley Manufacturing Company, Decatur, Ill. 16 Jun. 1982; 06 Mar. 1984.
- 33- EUA. Pat. 4.197.322 J. L. Middleton. Process for producing synthetic cheese. Universal Foods Corporation, Milwaukee, Wis. 16 Jun. 1982; 06 Mar. 1984.

- 34- EUA. Pat. 4.459.313 A. M. Swanson; E. E. Wohlt; R. J. Swanson. Method for making a process cheese analog. A. M. Swanson & Associates, Inc, Madison, Wis. 20 Nov. 1981; 10 Jul. 1984.
- 35- EUROPA. Pat. 0115617A1 G. A. Zwiercan; J. M. Lenchin; N. L. Lacourse. Imitation cheese products containing modified starches as partial caseinate replacements. National Starches and Chemical Corporation, Bridgewater, N.J. 21 Dec. 1983; 12 Apr. 1984.
- 36- FONSECA, C. H. Processos de salga e sua interação nos queijos. Juiz de Fora, Instituto de Laticínios Cândido Tostes-EPAMIG, 1986. 26 p. (Apostila Mimeografada).
- 37- FURTADO, M. M. & WOLFSCHOON-POMBO, A. F. Fabricação de queijo prato e minas: estudo de rendimento. Parte I. Determinação das cifras de transição. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 34 (205): 3-19, 1979a.
- 38- FURTADO, M. M. & WOLFSCHOON-POMBO, A. F. -Fabricação de queijo prato e minas: estudo do rendimento. Parte II. Previsão da gordura no extrato seco. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 34 (206): 3-13, 1979b.
- 39- FURTADO, M. M.; SOUZA, H. M.; MUNCK, A. V. A fabricação do queijo Minas Frescal sem o emprego de culturas lácticas. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 35 (207): 15-21, 1980.
- 40- GILLES, J. & LAWRENCE, R. C. The yield of cheese: New Zealand Journal of Dairy Science and Technology 20 (3): 205-214, 1985.

- 41- GILLES, J. & LAURENCE, R. C. The manufacture of cheese and other fermented products from recombined milk. Bulletin of International Dairy Federation (198): 111-115, 1980.
- 42- GOMES, S. T. Produtividade: a encruzilhada do leite. Viçosa, Universidade Federal, 1989. pag. irreg. (Apostila mimeografada).
- 43- GORRETA, L. J. Coalho e coagulantes. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 35 (210): 17-21, 1980.
- 44- GRĂ BRETANHA Pat. 2.082.890 A M. L. Mason Preparation of simulated cheese. Swift & Company, Chicago, Ill. 13 Aug. 1981.
- 45- GRĂ BRETANHA Pat. 2.106.366 A R. Eng & K. Schroder Imitation cheese base masses. Meggle Milchindustrie GmbH and Co. KG, FR Germany. 14 Apr. 1982.
- 46- GRAF, T. F. Imitations giving natural cheese a strong competitive tussle. Dairy Record 82 (7): 94-95, 1981
- 47- GRAF, T. F. Effect of imitation or filled dairy products. Journal of Dairy Science 69 (5): 1462-1469, 1986.
- 48- GREEN, M. L.; MARSHALL, R. J.; GLOVER, F. A. Influence of homogenization of concentrated milks on the structure and properties of rennet curds. Journal of Dairy Research 50 (3):341-348, 1983.
- 49- HETRICK, J. H. Imitation dairy products - past, present and future. Journal American Oil Chemists' Society 46 (2): 58A, 60A, 62A, 1969.

- 50- HICKS, C. L.; O'LEARY, J.; HOLBROOK, J. Effect of lecithin on cheese yield. Journal of Dairy Science 68 (7): 1603-1607, 1985.
- 51- HOWELLS, J. C. Modifications of milk composition its effects on cheese composition and quality. Dairy Industries International 47 (3): 13, 15, 17, 19 e 22, 1982.
- 52- IMITATION cheese. Food Processing 37 (7): 58, 1976.
- 53- INFORMATIVO. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS INDUSTRIAIS DE DERIVADOS DE LEITE. (ABIDEL) São Paulo, n. 22, mar. 1987.
- 54- INFORMATIVO. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO. (ABIQ) São Paulo, n. 1, jul. 1989.
- 55- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físicos e químicos para análise de alimentos. 2.ed. São Paulo, 1976. 371 p.
- 56- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. The present and future importance of imitations dairy products. Bullettin of International Dairy Federation (239): 2-20, 1989.
- 57- JENSEN, G. K. & NIELSEN, P. Reviews of the progress of dairy science: milk powder and recombinations of milk and milk products. Journal of Dairy Research 49 (3): 515-544, 1982.
- 58- KEBARY, K. M. K. & MORRIS, H. A. Effect of homogenization on dusterling and distribution of fat globules in recombined milks. Cultured Dairy Products Journal 24 (1): 4-9, 1989
- 59- KOSIKOWSKI, F. V. Role of imitation milk in the feeding of tomorrow's population. Journal of Dairy Science 52 (5): 756-760, 1969.

- 60- KOSIKOWSKI, F. Cheese and fermented milk foods. 2.ed. Brooktondale, F. V. Kosikowski and Associates, 1978. 711p
- 61- LAMPERT, L.M. Imitation milk products. In: _____ Modern dairy products. New York, Chemical Publishing Company, 1970. chap.21. p. 397-408.
- 62- MARTINS, J. F. P.; FIGUEIREDO, I. B.; FERNANDES, A. G. Qualidade do leite da bacia leiteira da Campinas. I. Composição centesimal do leite para fins de processamento de queijo. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 18 (1): 85-97, 1981.
- 63- MAXCY, R. B.; PRICE, W. V.; IRVINE, D. M. Improving curd-forming properties of homogenized milk. Journal of Dairy Science 38 (1): 80-86, 1955.
- 64- MELLO, E. M. Obtenção e caracterização de concentrado protéico de soro de queijo, por ultrafiltração. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, 1989. 118p. Tese (Mestr.) - Universidade Estadual de Campinas.
- 65- MOLDER, H. W.; RIPPEN, A. L.; STINE, C. M. Physical and chemical stability of soybean oil-filled milk. Journal of Food Science 35 (3): 302-305, 1970.
- 66- MORAES, M. A. C. Métodos para avaliação sensorial dos alimentos. 5.ed. Campinas, Ed. UNICAMP, 1985. 85 p.
- 67- MOUBOIS, J. L. & MOCQUOT, G. Comment ramener à la même teneur substance sèche des fabrications de fromage en vue de comparer les "rendements" respectifs du lait en fromage. Revue Laitière Française (239): 15-18, 1967.

- 68- MULDER, H. & WALSTRA, P. The milk fat globule: emulsion science as applied to milk products and comparable foods. Wageningen, Center for Agricultural Publishing and Documentation, 1974. 296 p.
- 69- MUNCK, A. V. & SOUZA, H. M. Estudo conclusivo a respeito da fabricação do queijo minas frescal por diferentes processos. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 35 (208): 13-16, 1980.
- 70- NON-DAIRY cheese reduces ingredient cost by 25%. Food Processing 36 (1): 77, 1975.
- 71- OLIVEIRA, C. S. Queijos artificiais. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 35 (235): 49-51, 1984.
- 72- OLIVEIRA, J. S. Queijos: fundamentos tecnológicos. São Paulo, Ed. ícone; Campinas, Ed. UNICAMP, 1986. 146 p. (Tecnologia de Alimentos)
- 73- OLSON, N. F. Factors affecting cheese yield. Dairy Industries International 42 (4): 14, 15, 19, 1977.
- 74- OLSON, N. F. Imitation cheese: a challenge for traditional natural cheese? Dairy & Ice Cream Field 162 (2): 65A, 65E, 1979a.
- 75- OLSON, N. F. Cheese as a food ingredient. Dairy & Ice Cream Field 162 (8): 59, 1979b.
- 76- O'MAHONY, M. Student's t test. In: _____ Sensory evaluation of food: statistical methods and procedures. New York, Marcel Dekker, 1985. chap. 7 p. 111-134.

- 77- OORTWIJN, H. & WALSTRA, P. The membranes of recombined fat globule. 2. Composition. Netherland Milk Dairy Journal 33 (2/3):134-154, 1979.
- 78- PEARCE, K. N. The relationship between fat and moisture in cheese. New Zealand Journal of Dairy Science and Technology 13 (1): 59-60, 1978.
- 79- PETERS, I. I. Cheddar cheese made from pasteurized milk homogenized at various pressures. Journal of Dairy Science 39 (8): 1083-1088, 1956.
- 80- PHELAN, J. A. Standardisation of milk for cheesemaking at factory level. Journal of the Society of Dairy Technology 34 (4): 152-156, 1981.
- 81- PREGO, J. M. A baixa Lombardia - afolhamentos - vacas e prados - dados economicos - a real estação de laticínios de Lodi. In: _____. Manteigas e queijos. Lisboa, Liv. Ferrin, 1906. cap. 1 p. 17-29.
- 82- PRODUÇÃO de leite. Folha de São Paulo, 30 nov. 1989. Economia. p. B-12
- 83- SARETT, H. P. Inconsistencies in FDA's application of the term "imitation". Food Product Development 10 (1): 26,28, 1976.
- 84- SERRES, L. ; AMARIGLIO, S.; PETRANSXIENE, D. Controle de la qualité des produits laitiers: analyses physique et chimique. [Paris] Ministère de l'Agriculture - Direction des Services Vétérinaires, 1973. Tome I. (Chimie VII-6).
- 85- SIAPANTAS, L. G. Cheese substitutes in the United State. The Milk Industry 81 (5): 20-21, 1979.

- 86- SCOTT, R. Cheesemaking practice. 2.ed. London, Elsevier Applied Science, 1986. 529 p.
- 87- TAYLOR, K. M. & WILSON, A. K. American cheese alternate acceptable in child-feeding program. Food Product Development 9 (3): 62-66, 1975.
- 88- TROUT, G. M. Homogenized milk. East Lansing, Michigan State College Press, 1950. 233p.
- 89- VAN SLYKE, L.L. & PRICE, W. V. Milk constituents and the yield of cheese. In: _____ Cheese. Reseda, Ridgeview Publishing Company, 1979. chap. 5 p. 55-67.
- 90- VEISSEYRE, R. Lactologia tecnica: composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. 2.ed. Zaragoza, Ed. Acribia, 1980. 629 p.
- 91- VIANA, A. M. L.; COELHO, D. T.; GOMES, J. C.; FURTADO, M. M. Utilização de extrato solúvel de soja e farinha de soja integral pré-cozida na produção de queijo prato e queijo minas frescal. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes 42 (235): 9-15, 1987.
- 92- VILELLA, J. D. P. Aumento de consumo pela diversificação - leites modificados. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Toste 24 (144/145): 52-53, 1969.
- 93- VIOTTO, W. H. & ROIG, S. M. Estudo da ultrafiltração de soro doce de queijo minas frescal. Efeito do pré-tratamento. In: CONGRESO MUNDIAL DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS, 3. Barcelona, 20-23 feb. 1991. (in press).
- 94- WALKER, D. Imitation dairy products-the identity problem. British Food Journal 90 (3): 117-119, 1988.

- 95- WALSTRA, P. Effect of homogenization on the fat globule size distribution in milk. Netherland Milk Dairy Journal 29 (43): 279-294, 1975.
- 96- WALSTRA, P. & DORTWIJN, H. The membranes of recombined fat globule. 3. Mode of formation. Netherland Milk Dairy Journal 36 (2): 103-113, 1982.
- 97- WALSTRA, P. & JENNESS, R. Química y física lactológica. Zaragoza, Ed. Acribia, 1984. 423 p.
- 98- WEISS, J. P. Food oils and their uses. Westport, Avi, 1970. 244 p.
- 99- WOLFSCHOON-POMBO, A. E. ; FURTADO, M. M. ; MUNCK, A. V. Estudos da fabricação do queijo minas frescal com ácido láctico em substituição ao fermento láctico. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 5. Anais. Juiz de Fora, EPA-MIG/DTA/ILCT, 1978. p. 160-182.
- 100- WOLFSCHOON-POMBO, A. F. índice de proteólises em alguns queijos brasileiros. Boletim do leite 55 (11): 1-8, 1983.
- 101- WOLFSCHOON-POMBO, A. F. Determinação do teor de gordura em queijo. Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes. 35 (207): 3-14, 1980.

7. ANEXOS

7.1 Anexo 1:

Verificação da existência de diferença significativa entre a cifra de transição de cada componente do leite para o queijo minas frescal nos processamentos controle (PC) e nos processamentos modificados (PM).

Teste Utilizado: Teste "t" Student's, bicaudal, para duas amostras relacionadas (O'MAHONY, 1985).

$$t = \frac{\bar{d}}{S/\sqrt{N}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{N}}{N - 1}}$$

Onde: d = diferença entre os valores.

\bar{d} = média das diferenças entre os valores.

N = número de repetições.

Nos nossos experimentos N = 4 e portanto o grau de liberdade (GL) é N - 1 = 3.

Tabela Utilizada: Tabela G.8. (O'MAHONY, 1985)

Valores críticos de "t". Reprodução parcial da tabela.

Nível de Significância para Teste Bicaudal						
GL	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,842	12,941

7.1.1. Componente: gordura

	Processamentos Modificados	Processamentos Controle	d	d ²
1	94,02	88,25	5,77	33,29
2	94,82	89,71	5,11	26,11
3	95,79	89,44	6,35	40,32
4	92,19	91,26	0,93	0,86
N = 4			$\Sigma d = 18,16$	$\Sigma d^2 = 100,58$
			$\bar{d} = 4,54$	

Então: $S = 2,46$

$t = 3,69$

Portanto, existe diferença significativa entre a cifra de transição média de gordura entre os processamentos controle e os processamentos modificados ao nível de 5% de significância.

7.1.2. Componente: proteína

	Processamentos Modificados	Processamentos Controle	d	d ²
1	74,48	71,82	2,66	7,08
2	70,85	72,37	- 1,52	2,31
3	73,35	73,00	0,35	0,12
4	74,63	72,79	1,84	3,39
N = 4			$\Sigma d = 3,33$	$\Sigma d^2 = 12,90$
			$\bar{d} = 0,83$	

Então: $S = 1,84$

$t = 0,90$

Portanto, não existe diferença significativa entre a cifra de transição média de proteína entre os processamentos controle e os processamentos modificados.

7.1.3. Componente: cinzas

	Processamentos Modificados	Processamentos Controle	d	d ²
1	32,98	34,98	- 2,00	4,00
2	35,52	35,39	0,13	0,02
3	37,98	36,75	1,23	1,51
4	38,67	31,37	7,30	53,29
N = 4			$\Sigma d = 6,66$	$\Sigma d^2 = 58,82$
			$\bar{d} = 1,67$	

Então: $S = 3,99$

$t = 0,84$

Portanto, não existe diferença significativa entre a cifra de transição média de cinzas entre os processamentos controle e os processamentos modificados.

7.1.4. Componentes: sólidos totais

	Processamentos Modificados	Processamentos Controle	d	d ²
1	54,71	50,22	4,49	20,16
2	52,20	49,38	2,82	7,95
3	53,09	50,14	2,95	8,70
4	53,85	53,08	0,77	0,59
N = 4			$\Sigma d = 11,03$	$\Sigma d^2 = 37,40$
			$\bar{d} = 2,76$	

Então: $S = 1,53$

$t = 3,61$

Portanto, existe diferença significativa entre a cifra de transição média de sólidos totais entre os processamentos controle e os processamentos modificados ao nível de 5% de significância.

7.2. Anexo 2:

Verificação da existência de diferença significativa de rendimento entre os processamentos controle (PC) e os processamentos modificados (PM).

Teste Utilizado: ídem ao Anexo 1

Tabela Utilizada: ídem ao Anexo 1

RPM = Rendimento dos processamentos modificados (kg de queijo/100 kg de leite).

RPC = Rendimento dos processamentos controle (kg de queijo/100 kg de leite).

	RPM	RPC	d	d ²
1	15,32	15,04	0,28	0,08
2	15,04	14,48	0,56	0,31
3	15,04	14,76	0,28	0,08
4	15,04	14,48	0,56	0,31
N = 4			$\Sigma d = 1,68$ $\bar{d} = 0,42$	$\Sigma d^2 = 0,78$

Então: S = 0,16

t = 5,25

Portanto, existe diferença significativa entre o rendimento médio dos processamentos controle e dos processamentos modificados ao nível de 2% de significância.