

MARIA DA CONCEIÇÃO LOPES DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO SENSORIAL E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE
QUEIJO FRESCO CREMOSO OBTIDO POR ULTRAFILTRAÇÃO DE
LEITE FERMENTADO E DE BEBIDA LÁCTEA ELABORADA A
PARTIR DO PERMEADO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos à obtenção do grau de Mestre em Ciência dos Alimentos.

Orientador:

Prof. Dr. Honório Domingos Benedet

Florianópolis - SC

2004

**AVALIAÇÃO SENSORIAL E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE
QUEIJO FRESCO CREMOSO OBTIDO POR ULTRAFILTRAÇÃO DE
LEITE FERMENTADO E DE BEBIDA LÁCTEA ELABORADA A
PARTIR DO PERMEADO**

POR

MARIA DA CONCEIÇÃO LOPES DE OLIVEIRA

Dissertação aprovada como requisito para a
obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-
Graduação em Ciência dos Alimentos, pela
Comissão formada por:

Presidente:

Prof. Dr. Honório Domingos Benedet
CAL/CCA/UFSC

Membro:

Prof. Dr. José Carlos Cunha Petrus
EQA/CTC/UFSC

Membro:

Prof^a. Dr^a. Renata Dias de Mello Castanho Amboni
CAL/CCA/UFSC

Coordenador:

Prof. Dr. Ernani Sebastião Sant'Anna
CAL/CCA/UFSC

Florianópolis, 25 de junho de 2004

Dedico

Aos meus pais, Francisco e Antônia Cecília,
exemplos de esperança e fé.

(*“in memoriam”*)

Aos meus irmãos Vetúria,
Crisanto, Danilo, João,
Tadeu e Fernanda,
com os quais aprendi
a repartir “o pão-de-cada-dia”.
E o leite também!

Ofereço

Ao Prof. Dr. A. J. S. Hamad, que
executou o seu ofício de forma
dinâmica e otimista, incentivando-nos
ao conhecimento da ciência como um todo.

"Desde a idade de seis anos eu tinha mania de desenhar a forma dos objetos. Por volta dos cinquenta havia publicado uma infinidade de desenhos, mas tudo o que produzi antes dos sessenta não deve ser levado em conta. Aos setenta e três compreendi mais ou menos a estrutura da verdadeira natureza, as plantas, as árvores, os pássaros, os peixes e os insetos. Em consequência, aos oitenta terei feito ainda mais progresso. Aos noventa penetrarei no mistério das coisas; aos cem, terei decididamente chegado a um grau de maravilhamento - e quando eu tiver cento e dez anos, para mim, seja um ponto ou linha, tudo será vivo."

(Katsuhika Hokusai, sécs. 18-19)

AGRADECIMENTOS

A Deus, sobre todas as coisas, pelas oportunidades de crescimento espiritual e intelectual.

A minha irmã Vetúria, em especial, pelo incentivo aos estudos durante parte da minha vida.

À Prof^ª D^{ra} Edna Amante e suas estagiárias, pelo apoio logístico e por externarem seus dons de seres humanos.

À Prof^ª PhD. Cleide R. V. Batista, pela gentileza de doar os meios de cultura.

As minhas amigas e colegas, Célia Campos, Cláudia Puerari, Cristiane Hofmann, Elane Prudêncio, Isabele Damian, Luana Boron e Renata Magenis, por terem me auxiliado durante a elaboração e condução deste trabalho, além dos bons momentos compartilhados.

Ao Prof. Dr. Honório Domingos Benedet por ter me acolhido em um momento tão especial.

Ao pesquisador Michel Mahaut por ter me concedido parte de seu aprendizado.

As minhas amigas Ângela Vanelli, Janete Marcon e Regina Barbosa por suas palavras de conforto, fé e otimismo.

Aos professores e funcionários do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos/UFSC que sempre estiveram à disposição do aluno, no exercício de suas atribuições.

Ao apoio do pessoal dos demais laboratórios (Prof. MSc. César Damian, Dênis, Eliane, Dra. Elisa Moecke, MSc. Elza M. Meinert, Gelso, Luciano, Murilo, Prof^ª D^{ra} Renata Amboni, Prof^ª D^{ra} Roseane Fett e Sabrina) que me orientaram e/ou acompanharam na execução das análises requeridas.

Aos amigos Anna Porto, Pedro Barreto e Priscila Possik pelos ajustes finais deste trabalho.

Ao Sr. Lúcio Alberto Forti Antunes da Chr-Hansen pela doação das culturas liofilizadas.

Ao Laboratório de Expressão Gênica da UFSC, através da colaboração de um de seus membros, Maurício César Bof de Oliveira.

Ao Laboratório de Análises Químicas da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina – CIDASC.

Aos órgãos financiadores dessa pesquisa: UFSC/CNPq.

Ao seu Bento e ao Carlão, nas minhas horas de aflição.

A todos os julgadores que participaram do painel sensorial, colaborando com a veracidade dos conceitos atribuídos ao objeto desse estudo.

Ao pessoal da ONDREPSB (D. Maria, Mary, Márcia e D. Sônia) pelo carinho e a atenção que me deram.

Ao empenho, esforço e horas de dedicação de pessoas que se prontificaram a me ajudar de forma voluntária (Alessandra Sartor, Douglas Coral, Juliana Magdalena Dal Ponte e Ronaldo Baiano).

SUMÁRIO

Lista de tabelas	x
Lista de figuras	xi
Resumo	xii
Abstract	xiii
Lista de abreviaturas	xiv
Introdução	15
Capítulo 1 - Revisão da literatura	17
1.1 Leite	17
1.2 Queijos frescos cremosos	20
1.3 Bebidas lácteas	25
1.4 Análise Sensorial	27
1.5 Tecnologia de membranas	29
1.5.1 Membranas filtrantes.....	32
1.5.2 Ultrafiltração	34
1.6 Referências bibliográficas	37
Capítulo 2 – Caracterização química e avaliação sensorial de queijo fresco cremoso obtido por ultrafiltração de leite fermentado	42
Resumo	42
Abstract	43
2.1 Introdução	44
2.2 Material e métodos	46
2.2.1 Matéria-prima	46
2.2.2 Padronização do leite	46
2.2.3 Fermentação láctica	46
2.2.4 Ultrafiltração	47
2.2.5 Elaboração do queijo fresco e cremoso	50
2.2.6 Análise microbiológica	51
2.2.7 Análise sensorial	51
2.2.8 Análise química	52
2.2.9 Eletroforese em Gel de Poliacrilamida (SDS-PAGE)	52

2.2.10	Análise estatística	53
2.3	Resultados e discussão	53
2.3.1	Composição do leite	53
2.3.2	Composição química da massa-base dos três tratamentos	53
2.3.3	Avaliação microbiológica	54
2.3.4	Avaliação sensorial dos queijos frescos cremosos	54
2.3.5	Avaliação química dos queijos obtidos do tratamento T ₃	57
2.3.6	Caracterização das proteínas do retentado e do permeado lácticos por eletroforese	58
2.4	Conclusões	61
2.5	Referências bibliográficas	62
	Anexos	65
Capítulo 3 - Caracterização química e avaliação sensorial de bebida láctea fermentada obtida a partir de permeado		67
	Resumo	67
	Abstract.....	68
3.1	Introdução	69
3.2	Material e métodos	70
3.2.1	Matéria-prima	70
3.2.2	Ultrafiltração	71
3.2.3	Elaboração das bebidas lácteas fermentadas	72
3.2.4	Análise microbiológica	73
3.2.5	Análise sensorial	73
3.2.6	Análise química	73
3.2.7	Análise estatística	74
3.3	Resultados e discussão	74
3.3.1	Avaliação microbiológica	74

3.3.2	Avaliação sensorial	75
3.3.3	Caracterização e avaliação química	76
3.4	Conclusões	79
3.5	Referências bibliográficas	80
	Anexos	82

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1 – Número e tamanho dos principais componentes do leite.....	17
TABELA 1.2 – Variedades de queijos frescos e cremosos produzidos mundialmente	21
TABELA 1.3 - Tipos e aplicações de membranas filtrantes	31
TABELA 1.4 - Intervalos de alguns parâmetros para uso de membranas.....	32
TABELA 1.5 – Primeiros queijos obtidos por ultrafiltração do leite e produzidos em escala comercial	35
TABELA 2.1 – Parâmetros de controle da ultrafiltração do leite fermentado	47
TABELA 2.2 – Formulação dos queijos elaborados com massa-base obtida por ultrafiltração de leite fermentado	50
TABELA 2.3 - Composição química média do leite destinado à obtenção dos queijos	53
TABELA 2.4 – Caracterização química da massa-base em função do teor de gordura	54
TABELA 2.5 – Efeito da adição de gordura e de condimentos na aceitabilidade dos queijos cremosos quanto ao atributo “sabor”	55
TABELA 2.6 – Efeito da adição de gordura e de condimentos na aceitabilidade dos queijos cremosos quanto ao atributo “textura”	56
TABELA 2.7 – Caracterização química dos queijos elaborados com massa-base obtida de leite padronizado a 3% de gordura (T ₃)	57
TABELA 3.1 – Notas médias e índice de aceitabilidade das bebidas obtidas a partir do permeado ultrafiltrado a FRV igual a 1,2	75
TABELA 3.2 – Composição química da bebida láctea fermentada (T ₂) feita a partir de permeado de leite UF + 10% de leite pasteurizado tipo C	76
TABELA 3.3 – Comparação da composição química de duas bebidas lácteas elaboradas a partir de permeados obtidos por ultrafiltração de leite ...	76
TABELA 3.4 – Composição da água de coco verde e bebida láctea fermentada do tratamento T ₂	77

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 - Esquema do fluxo de permeado e retentado em um cartucho de membranas minerais	30
FIGURA 1.2- Processos de filtração por membranas.....	31
FIGURA 1.3 - Cartucho de membranas orgânicas tipo espiral.....	33
FIGURA 1.4 - Membranas minerais de diâmetros variados.....	33
FIGURA 1.5 - Secção de uma membrana mineral.....	33
FIGURA 1.6 – Esquema de obtenção do pré-queijo líquido por ultrafiltração.....	36
FIGURA 2.1 – Unidade piloto da <i>Techniques Industrielles Appliquées</i> (T.I.A. [®])	48
FIGURA 2.2 – Fluxo de permeado em função do tempo necessário para a ultrafiltração de leite fermentado e padronizado a 6% de gordura..	48
FIGURA 2.3 – Fluxo de permeado em função do tempo necessário para a ultrafiltração de leite fermentado e padronizado a 5% de gordura.....	49
FIGURA 2.4 – Fluxo de permeado em função do tempo necessário para a ultrafiltração de leite fermentado e padronizado a 3% de gordura.	49
FIGURA 2.5 – Fluxograma de obtenção dos queijos cremosos	50
FIGURA 2.6 – Eletroforese em SDS-PAGE de amostras de retentado.....	58
FIGURA 2.7 – Eletroforese em SDS-PAGE de amostras de permeado.....	60
FIGURA A.1 - Aspecto dos queijos frescos cremosos produzidos (ANEXO 1)	65
FIGURA 3.1 – Unidade Piloto da <i>Techniques Industrielles Appliquées</i> (T.I.A. [®]).....	71
FIGURA 3.2 – Fluxograma de obtenção da bebida fermentada	72
FIGURA 3.3 – Amostra de permeado e de bebidas lácteas fermentadas	74
FIGURA 3.4 – Bebida láctea fermentada (T ₂), colorida e aromatizada artificialmente	74

RESUMO

Este estudo teve como objetivo a elaboração de queijo fresco cremoso obtido por ultrafiltração (UF) de leite fermentado e o desenvolvimento de uma bebida láctea fermentada obtida a partir do permeado da UF. Leite pasteurizado tipo C foi padronizado nos teores de gordura: $T_1 = 6\%$; $T_2 = 5\%$; $T_3 = 3\%$. Após homogeneização, foi inoculado com cultura láctica mesofílica e mantido durante 15h a $25 \pm 5^\circ\text{C}$, até pH 4,7. O leite fermentado foi submetido à UF, até um fator de redução volumétrica (FRV) de 3,5, em uma unidade piloto da *Techniques Industrielles Appliquées* (T.I.A.[®]), com uma membrana mineral (0,24 m² de superfície filtrante útil e diâmetro médio de poros de 50 nm) como meio filtrante. As massas-base dos três tratamentos foram analisadas quimicamente e empregadas na produção de queijos frescos cremosos em quatro sabores: natural (NAT); ervas finas (EF); tomate seco e cebolinha (TSC); alho e orégano (AO). Com relação ao atributo textura, não houve efeito do teor de gordura nas notas de aceitação atribuídas aos diferentes queijos, mas houve diferenças em função dos condimentos adicionados. Os queijos frescos cremosos, independente do teor de gordura e condimentos utilizados, obtiveram índices de aceitabilidade superiores a 70% para os atributos “sabor” e “textura”, indicando que os mesmos podem ser produzidos industrialmente. Permeado resultante da UF de leite em uma unidade piloto da T.I.A.[®] até FRV igual a 1,2 foi usado na elaboração de uma bebida fermentada, Este foi submetido a dois tratamentos ($T_1 =$ permeado + 6% de sacarose e $T_2 =$ permeado + 10% de leite tipo C + 6% de sacarose). A mistura de cada tratamento foi pasteurizada a $65^\circ\text{C}/30'$, acondicionada em garrafas de vidro de 500 mL previamente esterilizadas, codificadas, inoculadas com cultura probiótica (*Lactobacillus casei* subsp. *casei*) e incubadas até atingirem um pH = 4,5. Após a fermentação, as bebidas foram refrigeradas coloridas e aromatizadas artificialmente. Para a avaliação sensorial foi adotado o teste de escala hedônica de 1 a 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo e 9 = gostei muitíssimo). Somente a bebida obtida do tratamento T_2 obteve índice de aceitabilidade acima de 70% (84,4%), podendo ser considerada de boa aceitação. Apresentou características químicas relevantes para a saúde humana, como elevado teor de cálcio, magnésio, potássio e sódio, podendo ser considerada um repositor hidroeltrólítico.

Palavras-chaves: leite, ultrafiltração, permeado, fermentação, queijo fresco cremoso, avaliação sensorial, bebida, cultura probiótica, repositor hidroeltrólítico.

ABSTRACT

This study aimed to produce a fresh cream cheese through fermented milk ultrafiltration and to develop a lactic fermented beverage from permeate. Pasteurized milk (3% fat) was standardized in three fat levels: $T_1 = 6\%$; $T_2 = 5\%$; and $T_3 = 3\%$. After homogenization, milk was inoculated with a mesophilic lactic culture and incubated at $25 \pm 1^\circ \text{C}$ during 15 h, up to pH 4.7. Fermented milk was submitted to ultrafiltration (UF), up to a volumetric reduction factor (VRF) of 3.5, in a T.I.A.[®] (*Techniques Industrielles Appliquées*) pilot unity with a mineral membrane (0.24 m² of filtration area and 50 nm average pore diameter). Retentates from the three different treatments were submitted to chemical analysis and employed to produce fresh cream cheese with four different flavours: natural (NAT); fine herbs (FH); dry tomato plus chive (DTC); and garlic plus oregano (GO). According to sensorial evaluation, there was no effect of fat content on cheese texture, but there were differences related to the type of flavour added. Fresh cream cheeses, regardless their fat content and flavour had an acceptability index over 70% in relation to “taste” and “texture” attributes, indicating that the cheeses may be produced in an industrial level. Permeate obtained from ultrafiltered milk in the same pilot unity, up to a VRF of 1.2, was employed to produce a fermented beverage. This permeate was submitted to two treatments: $T_1 = \text{permeate} + 6\% \text{ sucrose}$; and $T_2 = \text{permeate} + 6\% \text{ sucrose} + 10\% \text{ milk (3\% fat)}$. The mixtures were pasteurized at $65^\circ\text{C}/30'$, distributed in 500 mL sterilized glass bottles and labelled. Afterwards they were inoculated with a probiotic culture (*Lactobacillus casei* subsp. *casei*) and incubated up to pH 4.5. After fermentation, beverages were refrigerated and artificially flavoured and coloured. For sensorial evaluation a 1 to 9 hedonic scale was adopted where: 1 = I disliked it very much; and 9 = I liked it very much. Only beverage from T_2 obtained an acceptability index over 70% (84.4%), which may be considered a good index. The beverage presented significant chemical characteristics in relation to human health, such as high calcium, magnesium, potassium, and sodium, contents. This beverage may be classified as a hydroelectrolyte replacer.

Key-words: milk, ultrafiltration, permeate, fermentation, fresh cream cheese, sensorial evaluation, probiotic culture, hydroelectrolyte replacer.

LISTA DE ABREVIATURAS

<i>et al.</i>	e colaboradores
g.L ⁻¹	grama(s) por litro
BSA	<i>bovine serum albumine</i> - soroalbumina bovina
kDa	quiloDalton(s)
IgA	imunoglobulina A
IgE	imunoglobulina E
IgG	imunoglobulina G
IgM	imunoglobulina M
CDP	<i>casein derived peptides</i> - peptídeos derivados da caseína
DBO	demanda bioquímica de oxigênio
FRV	fator de redução volumétrica
®	marca registrada
ton.	tonelada(s)
m/m	massa por massa
UFC.g ⁻¹	unidades formadoras de colônias por grama
ppm	partes por milhão
NaOCl	hipoclorito de sódio
ZrO ₂	óxido de zircônio
TiO ₂	óxido de titânio
Al ₂ O ₃	óxido de alumínio
°C	grau(s) Celsius
m ²	metro(s) quadrado(s)
h	hora(s)
SDS-PAGE	gel de poliacrilamida e duodecil sulfato de sódio
LCR	<i>low concentration retentate</i> - retentado de baixa concentração
UF	ultrafiltração
pT	pressão transmembrana
Qr	vazão do retentado
Jp	fluxo do permeado
kcal	quilocaloria(s)
kjal	quilojoule(s)
VD	valores diários de referência
Δθ	variação de temperatura

INTRODUÇÃO

Os resultados preliminares relativos aos dados de produção de leite em âmbito nacional, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004), oriundos de estabelecimentos que estão sob inspeção federal, estadual ou municipal, mostram que a quantidade de leite cru ou resfriado, adquirida de janeiro a dezembro de 2003, chegou a um total de cerca de 13,6 bilhões de litros.

Em Santa Catarina, a produção de leite vem se consolidando como uma atividade de grande importância econômica e social. O Estado apresenta condições naturais favoráveis, tradição de produção leiteira em várias mesorregiões e possibilidade de adoção de sistemas de produção eficientes. A produção leiteira catarinense em 2002 atingiu 1,193 bilhão de litros, 9,8% superior ao ano de 2001. Desse total, 51,2% foram destinados à industrialização. No ano de 2003, a produção estadual de leite não apresentou diferença significativa em relação a 2002, mantendo sua posição em sexto lugar no âmbito nacional, segundo o Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina (ICEPA, 2003).

Além de apresentar uma vocação leiteira muito importante, o nível de industrialização do Estado de Santa Catarina favorece a implementação de novas tecnologias que permitem o aproveitamento total do leite, aumentando a oferta de alimentos, sua diversificação e redução de custos.

As inovações tecnológicas desenvolvidas em nível mundial, variam desde pequenas modificações dos processos tradicionais, tais como a evaporação e o processo de secagem por atomização (*spray drying*), a tecnologias totalmente novas como o processo de separação por membranas e hidrólise enzimática. As novas tecnologias ganharam terreno nas indústrias alimentícias por proporcionar alterações mínimas no produto final, tendo pouco efeito negativo sobre a qualidade nutricional do produto, chegando mesmo a reduzir, durante o processamento, os prejuízos relacionados à perda de nutrientes. Considerando-se a importância dos produtos lácteos na nutrição humana, torna-se essencial que o processo a ser empregado minimize as perdas significativas das características nutritivas do leite (ZADOW, 1984).

Os processos de separação por membranas têm vantagens distintas em termos de economia de energia, melhor produção e aumento do valor nutritivo dos produtos. A ultrafiltração pode ser aplicada no fracionamento e concentração do soro de leite, do leite integral e do leite desnatado, e na elaboração de queijos macios e semi-macios, na produção de metabólitos (ácidos e aminoácidos), produção de moléculas com atividade biológica (hormônios, enzimas e antibióticos), produção de fermentos (*Lactobacillus acidophilus*), produtos finais espumantes (vinhos e champagne) e despoluição biológica (desnitrificação) (T.I.A. 2001a). Já a microfiltração é melhor empregada na retenção de partículas com diâmetros entre 0,1 μm a 10 μm , estando incluídas as bactérias e materiais em suspensão. É de grande interesse para o processamento de alimentos líquidos, possibilitando a eliminação da pasteurização. Dessa forma, esses dois processos, aplicados em separado ou em conjunto, podem contribuir para a obtenção de produtos derivados com grande uniformidade e qualidade microbiológica (SABOYA, 2002).

Com base nas estimativas de produção estadual e no potencial tecnológico do leite, o presente trabalho teve como principal objetivo a elaboração de queijo cremoso obtido por ultrafiltração de leite fermentado e a avaliação de suas características químicas e sensoriais.

Um outro objetivo deste trabalho foi desenvolver uma bebida láctea fermentada, rica em sais minerais, a partir do permeado ultrafiltrado de leite. Bebida esta, que vem se somar ao rol de bebidas lácteas que já se encontram incluídas entre os subprodutos do processamento de queijos, podendo, também, representar uma importante atividade para o Estado de Santa Catarina.

CAPÍTULO 1

REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Leite

O leite bovino representa a secreção trifásica da glândula mamária, onde se encontram glóbulos de gordura emulsificados, micelas de caseína coloidalmente dispersas, proteínas, lactose, vitaminas e sais orgânicos e inorgânicos dissolvidos na fase aquosa. Contém valores médios de 4% de gordura, 3,5% de proteínas, 4,8% de lactose, 0,7% de sais e 87% de água (ANTUNES, 2003).

Os componentes do leite encontram-se associados em estruturas grandes e complexas (Tabela 1.1). As caseínas estão presentes como micelas grandes e esféricas e os lipídeos, em forma de glóbulos esféricos ainda maiores. Em consequência disso, há uma redução do número de moléculas (unidades cinéticas) em solução, conferindo ao leite características de viscosidade e pressão osmótica inferiores quando comparado a outros líquidos com igual concentração de sólidos. A lactose e os sais minerais do leite contribuem para a osmolalidade e são requisitos de pressão isosmótica entre o sangue e o leite. O teor de cinzas não representa o conteúdo real de sais do leite, uma vez que os sais orgânicos são destruídos durante a incineração, como, por exemplo, os sais de citrato que são os principais componentes do sistema salino do leite (FENNEMA, 2000).

TABELA 1.1 – Número e tamanho dos principais componentes do leite.

Constituinte	Tamanho (diâmetro, nm)	Número / mL
Lactose	0,5	10^{19}
Proteínas do soro	4 – 6	10^{17}
Micelas de caseína	50 – 300	10^{14}
Glóbulos de gordura	2.000 – 6.000	10^{10}

Fonte: FENNEMA (2000).

As proteínas do leite são divididas em três grandes classes: as caseínas que representam 80% das proteínas totais do leite (36% de caseína α_s1 , 9% de caseína α_s2 , 21% de β -caseína, 12% de κ -caseína e 4% de γ -caseína); as proteínas do soro que correspondem a 20% das proteínas totais (10% de β -lactoglobulina, 4% de α -lactoalbuminas, 2% de imunoglobulinas, 1% de albumina do soro, traços de lactoferrina, lactoperoxidase e lisozima) e as proteínas associadas à fase lipídica (componentes da membrana dos glóbulos de gordura do leite) (ANTUNES, 2003).

A caseína, quando fornecida a 18% do total calórico, tanto mantém o processo vital como promove o crescimento dos seres vivos; por esse motivo foi classificada como uma proteína completa. Em termos de composição, a caseína é caracterizada por apresentar quantidades relevantes de fósforo (0,85%) e do aminoácido prolina (ANDERSON *et al.*, 1988)

As proteínas do soro de leite (proteínas hidrossolúveis), retidas por um meio filtrante (membrana) de ultrafiltração (UF), conferem ao retentado propriedades nutritivas e funcionais. Por definição, o lactossoro (ou soro lácteo) é a fase aquosa que se separa da coalhada no processo de elaboração de queijos ou de caseína, por ação enzimática ou ácida. Possui um valor nutritivo considerável, variando de composição conforme sua origem (AMIOT, 1991). O conteúdo de matéria seca total varia de 50 a 60 g.L⁻¹ de soro, representado por 39 a 48 g.L⁻¹ de lactose, 1 a 8 g.L⁻¹ de ácido láctico, 0,5 a 3 g.L⁻¹ de matéria graxa, 3 a 6 g.L⁻¹ de sais minerais e 6 a 8 g.L⁻¹ de matéria nitrogenada (ALMEIDA, BONASSI e ROÇA, 2000).

A β -lactoglobulina é capaz de ligar-se a compostos hidrofóbicos, conferindo-lhes propriedades geleificantes, espumantes e emulsificantes. A α -lactalbumina é a única proteína do soro de leite capaz de ligar-se ao cálcio e apresenta alto teor de triptofano, um aminoácido essencial, que apresenta benefícios potenciais na regulação do sono e melhora do humor durante o estresse, além de ter a capacidade de formar espuma similar à da clara do ovo. A lactoferrina se liga ao ferro, funcionando como transportadora desse elemento na corrente sanguínea, tornando-o inacessível às bactérias (incluindo algumas patogênicas) e aos fungos, daí o seu efeito inibidor desses microrganismos. A soroalbumina (BSA) é uma proteína globular de grande dimensão (69 kDa) com um perfil de aminoácidos essenciais. É uma proteína transportadora de ácidos graxos insolúveis no sistema

circulatório, podendo, também, ligar-se a outros lipídeos e substâncias responsáveis pelo sabor do leite. As imunoglobulinas (IgG, IgA, IgM e IgE) são formadas por cadeias de aminoácidos que contêm regiões constantes e variáveis, responsáveis por várias funções, como o transporte em membranas e ligação de antígenos. Finalmente, as fosfo-glico-proteínas, que pertencem ao grupo de peptídeos derivados da caseína (CDP), podem influenciar o comportamento funcional das proteínas do soro. Existem, ainda, especulações em relação ao seu efeito anti-espumante na clara do ovo (ANTUNES, 2003).

No Brasil, o soro resultante da indústria queijeira é, na maioria das vezes, tratado como efluente ou utilizado como ração animal (ANTUNES, 2003). É considerado um agente de poluição ambiental devido a sua alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que significa a medida da quantidade de oxigênio dissolvido consumido pelos microrganismos para a oxidação de matéria orgânica e inorgânica (MADIGAN, MARTINKO e PARKER, 2000). A DBO é cerca de 30.000 a 50.000 mg de oxigênio por litro de soro, o que é 100 vezes maior do que a de um esgoto doméstico. Uma fábrica com produção média de 10.000 L de soro por dia polui o equivalente a uma população de 5.000 habitantes (RALPH, 1982).

De acordo com dados do IBGE do ano 2002, citados pelo Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina – ICEPA/SC, 33% do leite industrializado no Brasil foi destinado à produção de queijos no ano de 2002. Em 2003, a produção catarinense atingiu em torno de 1,2 bilhões de litros de leite, não apresentando diferença significativa em relação à produção de 2002, mantendo sua posição em sexto lugar no âmbito nacional (ICEPA, 2003). Ainda assim, o Estado continua apresentando potencial de industrialização desta matéria-prima.

1.2 Queijos frescos e cremosos

A denominação QUEIJO está reservada aos produtos em que a base láctea não contenha gordura e/ou proteínas de origem não láctea. Por definição, segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos (BRASIL, 1996), “entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácido orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes.” O queijo fresco é um produto pronto para ser consumido logo após sua fabricação e o queijo maturado é aquele que sofre as trocas bioquímicas e físicas, durante um determinado período de maturação, necessárias e características de cada tipo de queijo.

A produção brasileira no ano de 2003 foi em torno de 480 mil toneladas de queijos, representando um aumento de 7,3 % em relação à produção de 2000 (445 mil ton.). Produção ainda muito pequena quando comparada à produção de países como EUA (3.925 mil ton), França (1.516 mil ton), segundo FNP[®] Consultoria & Agroinformativos (2003). Contudo, houve um aumento de 35% desse produto ao longo de 8 anos (1995-2003), destacando-se a produção de queijos *Mozarella*, Prato (e suas variedades), Requeijão, Minas Frescal, Parmesão e *Petit Suisse* (EMBRAPA, 2004).

Alguns queijos cremosos, como *Cream-Cheese*, *Petit-Suisse*, *Quark* e *Cottage*, podem ser incluídos na definição de queijo fresco. São queijos de massa mole, obtida por fermentação ou acidificação direta com ácido láctico (HARBUTT e DENNY, 1999). Uma grande variedade desse tipo de queijo, que pode ser produzida a partir de diferentes tipos de leite, é mostrada na tabela 1.2.

O tradicional Queijo Cremoso, ou *Cream-Cheese*, foi desenvolvido nos Estados Unidos em 1927 e, desde então, tem ocupado lugar de destaque. É um queijo homogeneizado, de consistência muito fina e untuosa, com vida de prateleira estimada em 10 dias quando mantido à temperatura de 5°C (ALBUQUERQUE *et al.*, 1994).

TABELA 1.2 – Variedades de queijos frescos e cremosos produzidos mundialmente.

Origem	Nome	Leite	% GES*	Características
Alemanha	<i>Quark</i>	Bovino	18	Branco e úmido, feito de leite gordo, parcialmente desnatado, desnatado ou até do soro de leite coalhado, textura entre a do iogurte e a do <i>fromage frais</i> , sabor citronado.
Brasil	Mlnas Frescal	Bovino	15 - 19	Fresco, consistência mole, sabor suave e ligeiramente ácido.
	Requeijão	Bovino	28 - 30	Cremoso, consistência mole e untuosa, cor branca e sabor levemente salgado
Califórnia	<i>Cypress Grove Chèvre (Vf)**</i>	Caprino		Fresco, textura leve, tipo <i>mousse</i> , acidez agradável e final herbáceo.
	<i>Sea Stars Goat Cheeses</i>	Caprino		Textura mole, consistência suave, úmido, sabor a limão, com leve sugestão a cabra, decorados com nastúrcios, calênculas e outras flores comestíveis. Conhecido como 'torta de cabra': uma camada de tomate seco ao sol e manjerição e outra camada de pistache e damascos secos.
Escócia	<i>Caboc</i>	Bovino	69	Amanteigado, sabor a nozes e a leveduras devido à adição de aveia torrada.
	<i>Crowdie Gruth Dhu + Black Crowdie</i>	Bovino	Magro Creme duplo	Sabor ligeiramente azedo e textura cremosa, adicionado de aveia torrada, com ou sem pimenta moída.
	<i>Galloway Goat's Milk Gems</i>	Caprino		Cor branco-neve, com alto teor de umidade, de leve aroma e sabor a cabra, com um final ligeiramente fumado, revestido com cera amarela ou marinado em frasco de azeite com ervas aromáticas frescas e alho.
Eslováquia	<i>Bryndza</i>	Ovino Caprino Bovino	45	Branco, de diferentes consistências: macio, cremoso, firme ou esfarelento.
Espanha	<i>Cuajada</i>	Ovino		Cardo como coagulante ⇒ consistência única e mais gelatinosa quando comparado à versão moderna feita com renina.
	<i>Mato</i>	Caprino Bovino		Sabor a erva e citronado, servido com mel, sementes de anis e frutas.
EUA	<i>Cream Cheese</i>	Bovino	60	Fresco, de textura suave e aveludada, sabor citronado e forte, rico em nata.
França	<i>Fromage Frais</i>	Bovino	Magro Creme duplo Creme triplo	Cremoso, muito úmido e de sabor citronado.
	<i>Le Rolé</i>	Bovino		Condimentado e de textura suave
	<i>Petit-Suisse</i>	Bovino	10 - 25	Textura leve e cremosa, tipo <i>mousse</i> , base para diversos tipos de doces franceses.
Hungria	<i>Liptauer</i>	Ovino Bovino	50	Condimentado: cebola, sementes de alcaravia, alcaparras, anchovas, etc. + <i>paprika</i> .
	<i>Liptoi</i>	Ovino		Branco, tipo <i>mousse</i> , sutil sabor doce, condimentado com várias especiarias e ervas aromáticas. Base para o <i>Liptauer</i> .
Inglaterra	<i>Button/Innes</i>	Caprino	45	Mole e frágil como <i>mousse</i> , condimentado (cinzas, pimenta vermelha, nozes raladas ou ervas finas), sabor residual de amêndoas, mel, limão, vinho branco e tangerina.
	<i>Cornish Pepper</i>	Bovino	45	Massa mole, revestido de grãos de pimenta esmagados, de alto teor de umidade, tem sabor a cabra, límpido e levemente amendoado, de textura aveludada.
	<i>Sussex Slipcote</i>	Ovino	45	Branco, textura leve como <i>mousse</i> , de refrescante acidez citronada, cremoso e com sabor sugestivo de doce de leite de ovelha, vendido em três variedades: simples; alho e ervas; pimenta moída.
Itália	<i>Crescenza</i>	Bovino	48-50	Branco, textura macia e flexível, gostoso, boa viscosidade, acidez semelhante à do iogurte.
	<i>Murazzano</i>	Bovino + Caprino	45	Macio, de textura delicada e flexível, leitoso, sabor residual de caramelo
Nova Zelândia (Masterton)	<i>Saratoga</i>	Caprino		Fresco, textura úmida (tipo <i>mousse</i>), sabor citronado com leve sugestão a amêndoas, estragão e vinho branco, característicos de um bom leite de cabra.
Oeste da Austrália	<i>Kervella Chèvre Frais</i>	Caprino		Fresco, textura leve como <i>mousse</i> , sabor citronado, com um leve toque a amêndoas e uma leve sugestão a leite de cabra.
País de Gales	<i>Pant ys Gawn</i>	Caprino		Mole e úmido, sabor suave e citronado com leve residual de estragão, misturados ou não a ervas aromáticas, pimenta moída, e alho e cebolinha.

Fonte: HARBUTT e DENNY (1999). * Percentual de gordura em extrato seco. ** Versão fresca.

O *Petit-Suisse* é um queijo fresco, de origem francesa, feito a partir de leite bovino em escala industrial ou de forma caseira, obtido pelo processo de coagulação mista, podendo ser adicionado de condimentos doces ou salgados. É um queijo fresco tipo *mousse*, de textura leve e cremosa, é bastante produzido na França, apesar de haver grandes variações quanto ao seu teor de matéria gorda, divergindo muito da formulação original (HARBUTT e DENNY, 1999). Em sua composição média apresenta um alto teor de umidade, 40% de gordura em base úmida e seu pH varia de 5 a 6,3. Em virtude do alto teor de umidade, pode ser considerado um queijo de reduzida vida de prateleira, 7 dias em média (VEIGA e VIOTTO, 2001).

O *Quark* é um queijo cremoso de origem alemã, bastante difundido na Europa, obtido por técnica avançada (ultrafiltração), podendo ser fabricado em diversos sabores: natural, com frutas ou condimentos. Além disso, pode servir de base para queijos aerados ao ser homogeneizado com creme de leite batido. É considerado um queijo magro, apresentando 18% de gordura em base seca (ALBUQUERQUE *et al.*, 1994).

O emprego de diferentes métodos de fabricação, adição de ácido láctico ou emprego tradicional de fermento, variações de temperatura de coagulação, prensagem, resulta em uma grande variação de consistência, textura, sabor, durabilidade e rendimento dos queijos em geral (MUNK e RODRIGUES, 1997). Novos estudos estão sendo realizados na perspectiva de se adotar a técnica de ultrafiltração, combinada ou não ao emprego do calor e ao controle de pH, oferecendo métodos opcionais para a produção de queijos macios, semi-duros e duros, mantendo as qualidades inerentes a cada tipo de queijo (ERDEM, 2000).

Entre os componentes do leite (lipídeos, proteínas, carboidratos, vitaminas e sais minerais), a fração lipídica é a que apresenta maior variabilidade em sua composição, principalmente devido à alimentação do animal (OLIVEIRA e BRANDÃO, 2002). Antigamente, os criadores selecionavam as vacas que produziam leite com alto teor de gordura devido ao seu valor comercial. Mas, nos dias atuais, são as proteínas que exercem o papel principal dentre os compostos do leite. Então, os criadores passaram a selecionar seu rebanho com base numa maior relação proteína/gordura e maior rendimento protéico (FENNEMA, 2000).

Durante os últimos 30 anos, a demanda por queijos com baixo teor de gordura tem aumentado drasticamente. Contudo, é a gordura do leite que exerce um

papel-chave sobre o sabor, a consistência e a textura dos queijos. Muitos queijos com baixo teor de gordura são pobres em textura e sabor. Pesquisa intensiva na área de tecnologia de queijos tem produzido três estratégias básicas para combater problemas associados à redução da gordura: modificações no procedimento de fabricação; culturas auxiliares e substitutos de gordura (DRAKE e SWANSON, 1995). Por conseguinte, é difícil encontrar substitutos de gordura do leite que forneçam todas as suas funções, especialmente aroma e estabilidade desejáveis (FENNEMA, 2000). Segundo Drake e Swanson (1995), nenhuma dessas estratégias de redução de gordura pode substituir completamente todas as propriedades e funções da gordura. Entretanto, pesquisas avançadas dentro destas três áreas continuam, na tentativa de melhorar o sabor e a textura de queijos com reduzido teor de gordura.

O emprego da ultrafiltração, no entanto, tem sido estabelecido em escala industrial nas mais modernas indústrias de laticínios, possibilitando a incorporação das proteínas do soro e de outros constituintes do leite a uma variedade de queijos. Dentre estes, os queijos frescos cremosos, queijos macios (Ex.: *Camembert* e *Saint-Pauling*), *Feta*, *Pasta Filata* (Ex.: *Mozzarella*), *Cheddar*, *Cottage* e Queijo Manteiga (SABOYA, 2002).

McGregor e White (1990) propuseram o emprego da ultrafiltração na fabricação de queijos com baixo teor de gordura com o objetivo de melhorar o seu sabor através do controle da taxa de acidificação pela redução do teor da lactose disponível no leite, além de melhorias na textura devido ao aumento do teor de proteínas e da atividade de água, em decorrência da incorporação das proteínas do soro.

Shamil, Wyeth e Kilcast (1992) demonstraram, ao reduzir o teor de gordura em queijos Edam, que ocorria um aumento na intensidade de todas as sensações gustativas, com exceção do sabor salgado, sugerindo que as sensações gustativas básicas tornam-se mais intensas com a redução do teor de gordura, mesmo que seja por um curto intervalo de tempo.

Wendim, Langton, Caous e Hall (2000) conseguiram desenvolver queijos com médio teor de gordura com propriedades sensoriais e micro-estruturais similares às dos queijos gordurosos, através da interação de três parâmetros: nível médio de gordura, baixo conteúdo de sal e baixa pressão de homogeneização.

O emprego de duas ou mais tecnologias para a reincorporação das proteínas do soro em queijos frescos durante o processamento foi sugerido por Hinrichs (2001). Uma das alternativas seria a remoção das proteínas do soro por ultrafiltração para poderem ser adicionadas à coalhada por meio de um tratamento térmico especial ou, simplesmente, pela recirculação destas ao leite durante o processo de obtenção da massa.

Cunha, Viotto e Viotto (2003) conseguiram, através da técnica de ultrafiltração, elaborar queijo Minas Frescal com reduzido teor de gordura (7,89%, 9,3% e 10,34%), a partir de retentados de baixo fator de concentração (1,2;1,5;1,8), os quais apresentaram boa aceitabilidade e intenção de compra, além de características organolépticas semelhantes às de um queijo Minas Frescal tradicional.

Diante do atual contexto e da crescente procura por produtos lácteos com menor teor de gordura, alguns estudos recentes estão voltados para um melhor aproveitamento do leite na produção de versões "magras" de queijos, com bom índice de aceitabilidade. A ultrafiltração do leite tem se destacado como um processo eficiente na elaboração de versões magras de queijos frescos e cremosos, em associação ou não com culturas microbianas produtoras de ácido láctico, conferindo-lhes características aromáticas e dispensando a adição de substitutos de gordura (HINRICHS, 2001).

1.3 Bebidas lácteas

O Regulamento Técnico de Qualidade e Identidade de Qualidade de Bebidas Lácteas (BRASIL, 1991) define bebida láctea como o “produto, a partir de leite ou leite reconstituído e/ou derivados de leite, fermentado ou não, com ou sem adição de outros ingredientes, onde a base láctea representa pelos menos 51% (m/m) do total de ingredientes do produto”.

O consumo desse tipo de bebida já era praticado por populações muito antigas. É provável que as tribos nômades da Ásia Central já tivessem descoberto nos sacos de couro uma maneira útil de transportar o leite no lombo dos animais, quando se mudavam de um lugar a outro. Durante a viagem, a fermentação dos açúcares provocava a coagulação do leite e o movimento dos animais cortava a coalhada, fornecendo uma bebida refrescante à base de soro (ALBUQUERQUE, 2002).

Com o advento da microbiologia, Ilya Metchnikoff, pesquisador russo do Instituto Pasteur, em Paris, foi um dos pioneiros na literatura científica a pesquisar sobre leites fermentados. Em 1907, Metchnikoff, ao estudar a longevidade dos búlgaros, analisando o ambiente em que viviam e sua dieta, observou que esses povos alimentavam-se basicamente de leite fermentado. Metchnikoff sugeriu a hipótese de que as bactérias putrefativas do trato intestinal desses habitantes poderiam ser inibidas pela instalação do *Lactobacillus bulgaricus*, microrganismo isolado do leite fermentado. No entanto, outras pesquisas posteriores conseguiram comprovar somente a instalação do *Lactobacillus acidophilus*. Despertou-se, então, o interesse por produtos fermentados, na tentativa de explicar cientificamente os efeitos benéficos advindos do consumo desse tipo de produto (FERREIRA, 2001).

Para receber a denominação de bebida láctea fermentada, o produto deverá ser “fermentado mediante a ação de cultivo de microrganismos específicos, e/ou adicionado de leite fermentado e/ou outros produtos lácteos fermentados, e que não poderá ser submetido a tratamento térmico após a fermentação. A contagem total de bactérias lácticas viáveis deve ser no mínimo de 10^6 UFC.g⁻¹, no produto final, para o(s) cultivo(s) láctico(s) específico(s) empregado(s), durante todo o prazo de validade” (BRASIL, 1991).

As principais regiões consumidoras de bebidas lácteas no Brasil são o Sudeste, Sul e Nordeste. Desde 1994, esses produtos têm mantido posição de destaque no mercado brasileiro e em 1996 representaram 33% da categoria de lácteos fermentados (ALMEIDA, BONASSI e ROÇA, 2001). Segundo o Relatório de Produtos por Unidade Federativa da Secretaria de Defesa Agropecuária de Santa Catarina, a produção estadual de bebidas lácteas atingiu 9,5 milhões de litros no ano de 2003 (DIPOA, 2003).

Bebidas lácteas, caracterizadas por apresentar baixa viscosidade, certamente foram uma grande descoberta. A exemplo disso, uma pesquisa desenvolvida em uma mini-usina de leite e derivados da Universidade do Vale do Rio dos Sinos-USINOS/RS mostrou ser possível produzir bebida láctea utilizando 83% de soro queijeiro bovino (queijo tipo Minas Frescal) e 56% de soro queijeiro caprino (RICHARDS, 2002).

Custódio *et al.* (2002), em um estudo sobre os fatores limitantes do aproveitamento do soro de queijo, advertem quanto ao seu uso indiscriminado na forma de pó ou como bebida Láctea, pois existem possíveis riscos toxicológicos decorrentes de tratamentos inadequados durante a fabricação de alguns tipos de queijos, facilitando a contaminação microbiana e conseqüente formação de aminas biogênicas, além do acúmulo de outras substâncias indesejáveis como nitrato e nitrito, cloreto de sódio em excesso e conservantes como o peróxido de hidrogênio.

O permeado, produto resultante da ultrafiltração do leite, também apresenta potencial tecnológico para o desenvolvimento de bebidas refrescantes e de baixa viscosidade, além de apresentar altas concentrações de eletrólitos e sais minerais importantes na manutenção da saúde humana, como sódio, potássio, cálcio, magnésio e fósforo. Geilman *et al.* (1992) fizeram um estudo sobre a estabilidade de uma bebida eletrolítica obtida a partir de permeado de leite, mostrando a possibilidade de seu uso. Esse subproduto da fabricação de determinados tipos de queijos obtidos pela técnica de ultrafiltração proporciona o total aproveitamento do leite.

1.4 Análise Sensorial

A Análise Sensorial é uma ciência que estuda a interpretação das reações humanas frente às características de alimentos e materiais percebidas pelos órgãos dos sentidos. Esta ciência tem encontrado, nos últimos anos, grande aplicação no setor produtivo em diversos países ibero-americanos. Praticamente, a grande maioria das publicações atuais, relacionadas a investigações de alimentos, incluem a avaliação sensorial. Os métodos sensoriais, classificados em dois grandes grupos, nos permitem apresentar respostas objetivas e subjetivas com a finalidade de qualificar e quantificar um determinado produto alimentício. Os métodos considerados de respostas objetivas nos levam a uma reprodução mais fiel das características sensoriais do produto, como resultado do treinamento dos julgadores, no qual há um maior controle da veracidade e consistência de suas respostas. O outro grupo é constituído de respostas subjetivas em que não há necessidade de treinamento, uma vez que as respostas são resultantes da reação espontânea de cada indivíduo ao degustar ou avaliar um alimento (ALMEIDA *et al.*, 1999).

Os testes subjetivos são comumente empregados para medir o grau de aceitação ou preferência de produtos, de forma individual ou em relação a outros. A preferência, nesse caso, fica restrita à comparação entre dois ou mais produtos, podendo haver preferência entre um produto ou outro, mas não necessariamente os dois possam ter boa aceitabilidade, enquanto que a aceitação abrange a expectativa de seu consumo (CHAVES e SPROESSER, 2002).

Os testes de aceitação requerem um grande número de participantes (≥ 50) que possam representar a população de consumidores atuais ou potenciais do produto. Esse número pode ficar na faixa de 30 a 50 julgadores não-treinados quando se deseja uma triagem inicial ou a avaliação preliminar da aceitação. Não podendo ser inferior a 100 quando se quer uma avaliação mais profunda, ou melhor, representativa. Já em trabalhos de campo, o número de julgamentos deve ser superior a 1.000. Para se medir o grau de aceitação de um produto, são utilizadas várias formas de escalas, destacando-se entre elas a escala hedônica e escala de atitude (ALMEIDA *et al.*, 1999).

O uso de escalas proporciona maiores informações aos testes sensoriais e representam uma forma de registrar a intensidade das percepções. As escalas são compostas de intervalos suficientes para detectar pequenas diferenças entre as

amostras e podem ser classificadas, conforme a ABNT (NBR 14141, 1998), como escalas nominais que especificam classes que não possuem relação quantitativa entre si; escalas ordinais que especificam as categorias como uma série ordenada, sem expressar o tamanho da diferença entre elas; escalas de intervalo que assumem igualdade de distância entre os pontos da escala e origem arbitrária e escalas de proporções que envolvem atribuições de números pelos julgadores para indicar as proporções das intensidades sensoriais em relação a uma referência. A escala hedônica é uma escala de intervalo que expressa o grau de gostar ou desgostar de uma amostra pelo consumidor. Neste caso, a preferência será implícita. Os pontos associados a valores numéricos possibilitarão a análise estatística dos resultados através da aplicação de médias, desvios padrões, análise de variância, teste de Tukey e/ou de Duncan (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002).

Nas fases iniciais de desenvolvimento de um produto, a escala hedônica poderá ser utilizada em nível de laboratório com o objetivo de se obter a sua provável aceitação, ou quando se deseja fazer algumas alterações em um produto já aceito, como alteração / inclusão de ingredientes, ou modificações nos processos, matérias-primas, embalagem, condições de estocagem e tempo de conservação (ALMEIDA *et al.*, 1999).

O sabor e o aroma (*flavour*) dos alimentos são determinantes críticos na sua escolha (seleção) e consumo, além de possuírem potencial para regular a absorção e o metabolismo dos nutrientes. Os mecanismos fisiológicos implícitos que facilitam as interações entre o *flavour* e o metabolismo dos nutrientes são conexões nervosas (neurais) entre a região da orofaringe, o cérebro e os tecidos periféricos. Estudos recentes têm mostrado que o *flavour* de alimentos pode melhorar o metabolismo dos nutrientes em seres humanos. Deste modo, o melhoramento e a intensificação do *flavour* dos alimentos são de interesse principal para a indústria de alimentos. O que pode ser menos visível é que, em adição à contribuição para o valor hedônico de um alimento, o *flavour* tem potencial para influenciar a função fisiológica dos seres humanos (TEFF, 1996).

Grosseiramente, o sabor e o aroma dos alimentos podem ser considerados como os componentes voláteis compreendendo aqueles que são sentidos pelo nariz (aroma) e os componentes não-voláteis que são sentidos pela língua (gosto), juntamente com os compostos e estruturas que são percebidos na boca como a

textura. O ato de comer é um estágio no qual o *flavour* do alimento é liberado, sentido e julgado pelos consumidores. As relações entre os compostos do *flavour* e a percepção sensorial não são ainda completamente claras. A análise da composição do *flavour* total de um alimento não reflete o perfil do *flavour* experimentado durante a refeição. (TAYLOR e LINFORTH, 1996).

A textura da massa de um queijo pode ser definida como sendo a forma em que estão dispostas as partes que a compõem e que, independentemente do seu tamanho, lhe conferem características reológicas particulares (LOURENÇO, 2002) que podem ser percebidas oralmente quando o alimento é mordido, mastigado ou engolido por meio dos órgãos sensoriais localizados na estrutura superficial da boca (palato, língua, etc.), ao redor das raízes dos dentes e nos músculos e tendões que controlam os movimentos da mandíbula (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002).

1.5 Tecnologia de membranas

Os avanços tecnológicos e as pressões econômicas levaram a indústria de laticínios a introduzir novas tecnologias de processamento durante a década passada. As novas tecnologias podem ser divididas em três principais grupos: (a) processos que utilizam novas técnicas de esterilização de produtos já existentes (p. ex.: UHT – *Ultra High Temperature*); (b) processos envolvendo fracionamento de produtos lácteos [p. ex.: separação por membranas – microfiltração (MF), ultrafiltração (UF), nanofiltração (NF) e osmose inversa (OI)]; (c) processos envolvendo reações bioquímicas induzidas que possam alterar a estrutura das ligações de alguns componentes do produto (p. ex.: hidrólise da lactose e fermentação) (ZADOW, 1984).

Os processos de separação por membranas têm vantagens distintas em termos de economia de energia, melhor produção e aumento do valor nutritivo dos produtos, comparativamente aos processos térmicos (OLIVEIRA e BRANDÃO, 2002).

A filtração tangencial é uma tecnologia exclusiva para separar ou fracionar determinadas substâncias como o leite, sucos de frutas, emulsões oleosas, água, óleo vegetal, entre outras. Tem como princípio básico a separação de vários

componentes de um líquido, através de sua passagem sob condições específicas de fluxo e pressão, tendo como meio filtrante membranas com poros de diâmetros específicos para cada solução. É um processo de filtração dinâmica, diferente dos processos tradicionais de filtração (T.I.A., 2001a).

A principal vantagem desta técnica é a minimização de materiais retidos na superfície filtrante, evitando, assim, o acúmulo de partículas e o possível entupimento dos poros. A solução circula paralelamente à membrana e ocorre um arrastamento contínuo do material não permeável, denominado de retentado. Os componentes menores atravessam a membrana semi-permeável e são coletados em uma saída separada, denominado de permeado ou filtrado, conforme ilustra a figura 1.1. O fator volumétrico de concentração (FRV) é obtido pela relação da quantidade de volume inicial (alimentação) e da quantidade final de retentado. Este fator pode ser calculado em unidade de volume ou de massa (T.I.A, 2001b).

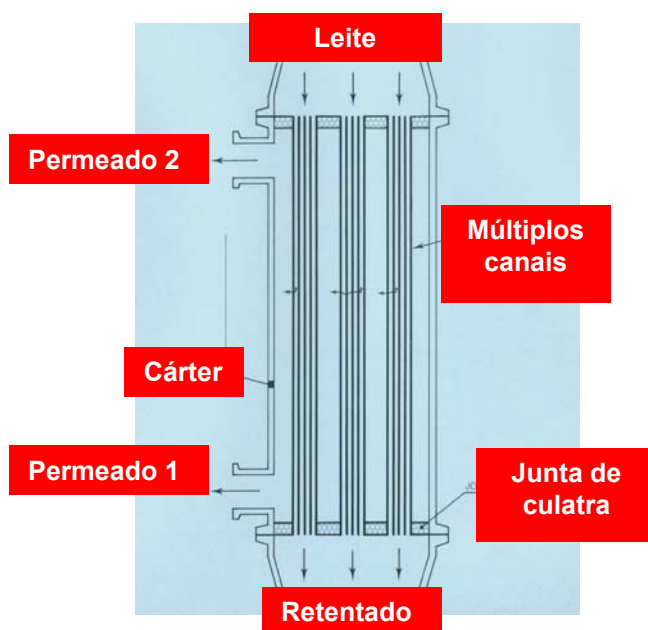


FIGURA 1.1 - Esquema do fluxo de permeado e retentado em um cartucho de membranas minerais. Fonte: T.I.A. (2001a).

A filtração tangencial, propriamente dita, compreende quatro processos específicos: microfiltração (MF), ultrafiltração (UF), nanofiltração (NF) e osmose reversa (OR), representados na figura 1.2. São processos que podem ser diferenciados pelo tipo de membrana e diâmetro de seus poros, e pela pressão aplicada (Tabela 1.3).

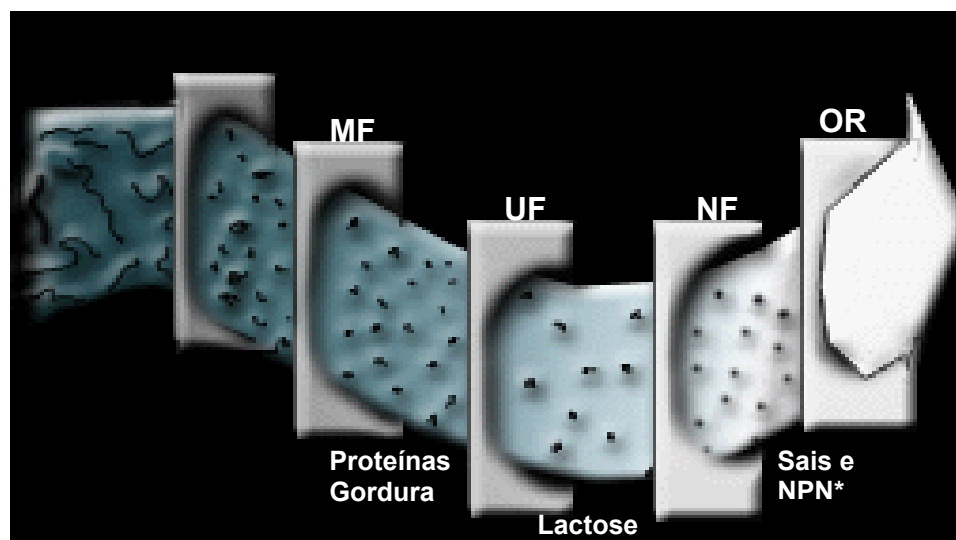


FIGURA 1.2 - Processos de filtração por membranas: microfiltração (MF); ultrafiltração (UF); nanofiltração (NF); osmose reversa (OR). *Nitrogênio não protéico. **Fonte:** T.I.A. (2001a)

TABELA 1.3 - Tipos e aplicações de membranas filtrantes.

Membranas	Campo de aplicação	Diâmetros dos poros	Pressão
Mineral	Microfiltração	0,1 - 5 μ m	0,5 - 3 bars
	Ultrafiltração	*0,01 - 0,1 μ m	2 - 10 bars
	Nanofiltração	150 - 1000 Daltons	10 - 30 bars
Orgânica	Microfiltração	0,1 - 5 μ m	0,5 - 3 bars
	Ultrafiltração	0,01 - 0,1 μ m	2 - 10 bars
	Nanofiltração	150 - 1000 Daltons	10 - 30 bars
	Osmose Reversa	30 - 150 Daltons	10 - 80 bars

Fonte: T.I.A. (2001a). * Correspondem a massas molares de 1.000 a 300.000 Daltons, segundo PETRUS e PASSOS (1993).

A microfiltração pode ser melhor empregada na retenção de partículas com diâmetros entre 0,1 μ m a 5 μ m, conforme mostra a tabela 1.3, estando incluídas as bactérias e materiais em suspensão, sendo de grande interesse para o processamento de alimentos líquidos, tendo em vista a possível eliminação do processo de pasteurização. Ambos os processos podem ser aplicados, em separado ou conjuntamente, para a obtenção de produtos derivados com grande uniformidade e qualidade microbiológica.

A ultrafiltração pode ser aplicada no fracionamento e concentração do soro de leite, do leite integral e desnatado e na elaboração de queijos macios e semi-

macios, segundo trabalhos realizados por Merin e Cheryan (1980); Patel *et al.*(1986); Lawrence (1989), *apud* PATEL *et al.* (1992).

Dentre os processos de filtração dinâmica (ou tangencial), destacam-se a microfiltração e a ultrafiltração, sendo este último o mais utilizado nas indústrias processadoras de produtos lácteos (PETRUS e PASSOS, 1993).

1.5.1 Membranas filtrantes

As membranas filtrantes funcionam como o principal meio utilizado para a separação dos constituintes de uma solução, ou seja, sendo um órgão vital para o objetivo a que se propõem. Em um processo de separação, é muito importante conhecer a massa molecular de corte (*Cut off*) da membrana, que é relativo à massa molecular da menor molécula retida. De acordo com sua funcionalidade, as membranas podem ser classificadas quanto a sua geometria ou configuração, estrutura ou morfologia e a sua natureza química e física (PETRUS e PASSOS, 1993). Algumas membranas possuem intervalos de parâmetros de uso como pressão, temperatura, pH e resistência ao cloro, exemplificados na tabela 1.4 (T.I.A., 2001a).

TABELA 1.4 - Intervalos de alguns parâmetros para uso de membranas.

Parâmetros	Mineral	Orgânica
Pressão em bar	100	5 - 80
Temperatura em °C	< 1000	50
pH	0 - 14	2 - 11
Resistência ao cloro	Excelente	200 ppm p/ MF e UF < 0,1 ppm p/ NF e OI

Fonte: T.I.A. (2001b). MF - microfiltração; UF - ultrafiltração; NF - nanofiltração; OI - osmose inversa.

As membranas orgânicas (Figura 1.3) podem ser fabricadas, principalmente, a partir de acetato de celulose, polissulfona, polietersulfona ou poliamida. São classificadas como membranas de 2ª geração, apresentam um fluxo elevado, suportam temperaturas inferiores a 60°C e faixa de pH nos limites de 2 a 11. Sua maior desvantagem seria sua sensibilidade ao NaOCl, usado como agente de limpeza. A membrana orgânica, na configuração espiral, é constituída de um ou mais

envelopes de membranas bobinados ao redor de um tubo central perfurado. O permeado passa pelas membranas em movimento espiral, dirigindo-se ao tubo central.

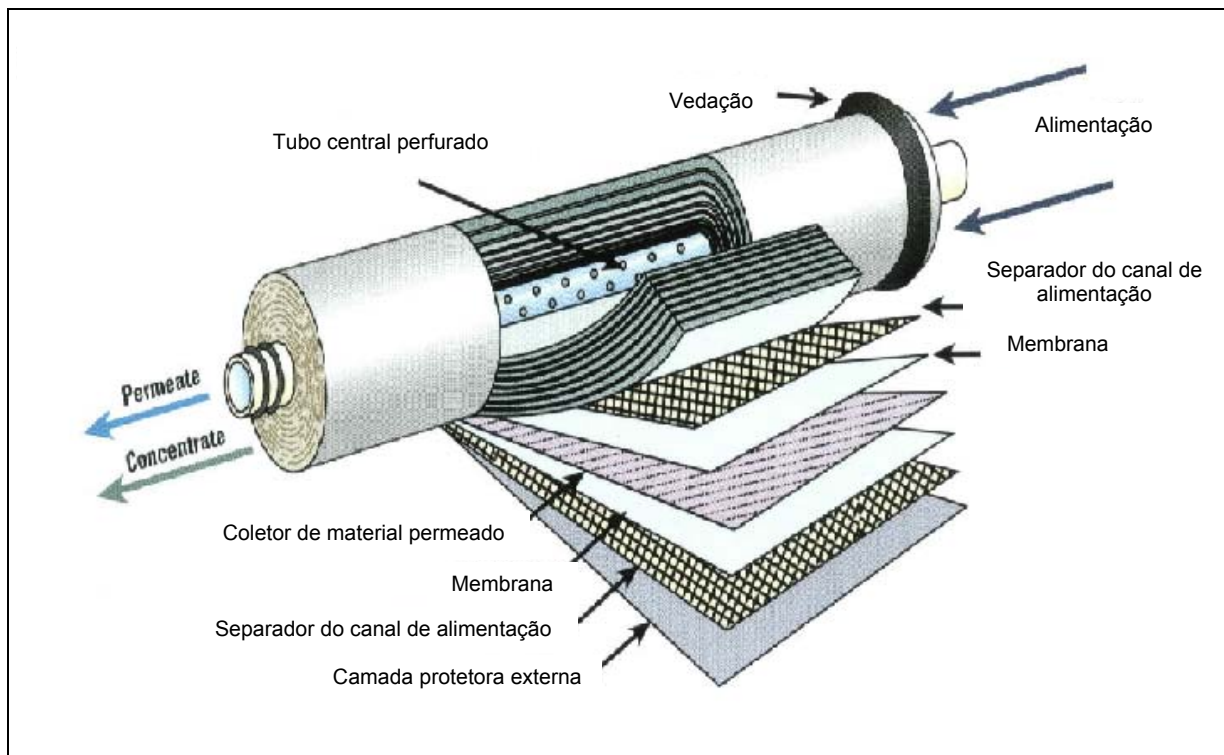


FIGURA 1.3 - Cartucho de membranas orgânicas tipo espiral. **Fonte:** T.I.A. (2001a).

As membranas ditas de 3^a geração são as minerais (Figuras 1.4 e 1.5), que podem ser compostas de ZrO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , acomodadas em suportes de grafite e cerâmica. Essas membranas permitem um fluxo de permeado elevado e suportam temperaturas até $95^\circ C$, numa faixa de pH que varia de 2 a 14. Quando comparadas entre si, as membranas minerais suportam pressão de 100 bar, enquanto que as orgânicas ficam limitadas a uma faixa de 5 a 80 bar. (T.I.A., 2001b).

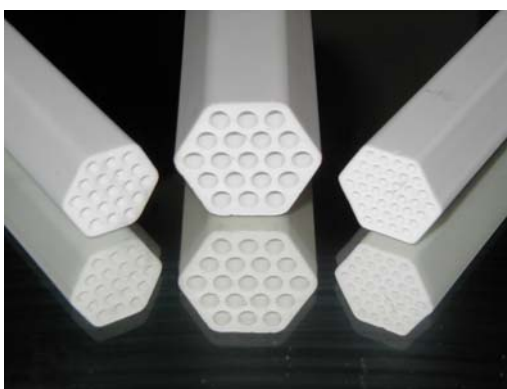


FIGURA 1.4 - Membranas minerais de diâmetros variados. **Fonte:** T.I.A. (2001a).

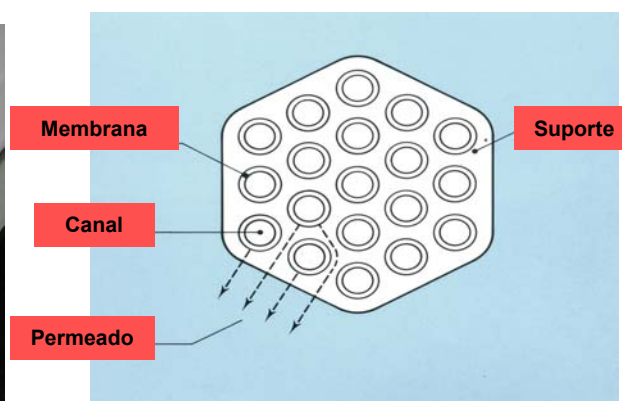


FIGURA 1.5 - Seção de uma membrana mineral. **Fonte:** T.I.A. (2001a).

O desenvolvimento de membranas minerais, que possuem maior resistência mecânica ao cisalhamento elevado, e o conceito hidráulico de pressão uniforme entre membranas, o qual permite reverter o entupimento causado durante o processo de separação, vieram a favorecer o emprego da filtração tangencial nas indústrias de laticínios (SABOYA e MAUBOIS, 2000).

1.5.2 Ultrafiltração

A ultrafiltração é um dos processos de separação por membranas de permeabilidade seletiva, que consiste na passagem da porção líquida de uma solução sob a ação de um gradiente de pressão. Contendo poros ultrafinos, essas membranas têm a capacidade de reter macromoléculas e suspensões coloidais, permeando somente as moléculas pequenas. O líquido a ser tratado é bombeado em alta velocidade através de uma série de membranas, de 2^a e/ou de 3^a gerações, que permitem a penetração de moléculas menores como a da água, de sais minerais e de lactose, no caso do leite, mantendo as proteínas em circulação até um nível de concentração de 20 a 30% (BEATON, 1979). Obtêm-se, então, dois líquidos: uma solução aquosa com moléculas de tamanhos pequenos (lactose, sais minerais, compostos nitrogenados não protéicos e vitaminas); e uma solução contendo teores elevados de proteínas e matéria graxa (SABOYA 2002). Ao se adicionar fermento láctico, coalho e sal ao retentado (solução concentrada), obtém-se, em alguns minutos, queijos com composição adequada e dimensões variadas, prontos para serem comercializados. O retentado poderá ser, opcionalmente, diluído em água e recirculado para a redução de seu teor lactose, numa etapa chamada diafiltração (MAHAUT *et al.*, 1986).

A aplicação da ultrafiltração do leite proposta por Maubois, Mocquot e Vassal (1969), processo MMV, foi pioneira na adoção de técnicas de separação por membranas na obtenção de queijos, abrindo as portas para o desenvolvimento de novos produtos derivados. Na década seguinte, iniciaram-se as principais mudanças no processamento do leite, com o desenvolvimento de métodos alternativos de manufatura de muitas variedades de queijos através da ultrafiltração (ZADOW, 1984), citadas na tabela 1.5.

TABELA 1.5 – Primeiros queijos obtidos por ultrafiltração do leite e produzidos em escala comercial.

Queijo	País
<i>Cast Feta</i>	Dinamarca
<i>Cheddar**</i>	Inglaterra
<i>Feta</i>	Iran
Minas Frescal*	Brasil
<i>Pavé d’Affinois; Camembert; Saint Paulin</i>	França
<i>Quark*</i>	Alemanha
Ricota* e <i>Cream-Cheese*</i>	USA
Suíço**	Suíça
<i>Twarog</i>	Polônia
<i>Teleme</i>	Grécia

Fonte: SABOYA (2002). * Fresco; ** Fabricado a partir do conceito LCR (*low concentration retentate*).

A indústria de laticínios produz, atualmente, uma larga variedade de queijos e bebidas fermentadas, nos quais os microrganismos, aliados a essas novas tecnologias, desempenham um papel fundamental na fabricação destes produtos, conferindo-lhes aroma, sabor, e aparência física apreciáveis (PELCZAR, CHAN e KRIEG, 1993).

A ultrafiltração pode ser, ainda, aplicada na produção de metabólitos (ácidos e aminoácidos), produção de moléculas com atividade biológica (hormônios, enzimas e antibióticos), produção de fermentos (*Lactobacillus acidophillus*), produtos finais espumantes (vinhos e champagne), despoluição biológica (desnitrificação) (T.I.A., 2001b).

O esquema apresentado na figura 1.6 mostra a capacidade de retenção de uma membrana mineral com poros de 50 nm de diâmetro, empregada na obtenção do pré-queijo líquido (ou retentado final), muito utilizado na elaboração de queijos frescos e cremosos. O mesmo não se pode afirmar para os queijos duros, uma vez que o número de sítios hidrofóbicos superficiais, responsáveis pela funcionalidade das proteínas, diminui com o aumento do fator de concentração. Uma das principais razões pela qual a ultrafiltração ainda não está sendo adotada para a fabricação desses tipos de queijos (WOYCHIK, COOKE e LU, 1992; *apud* ERDEM, 2000).

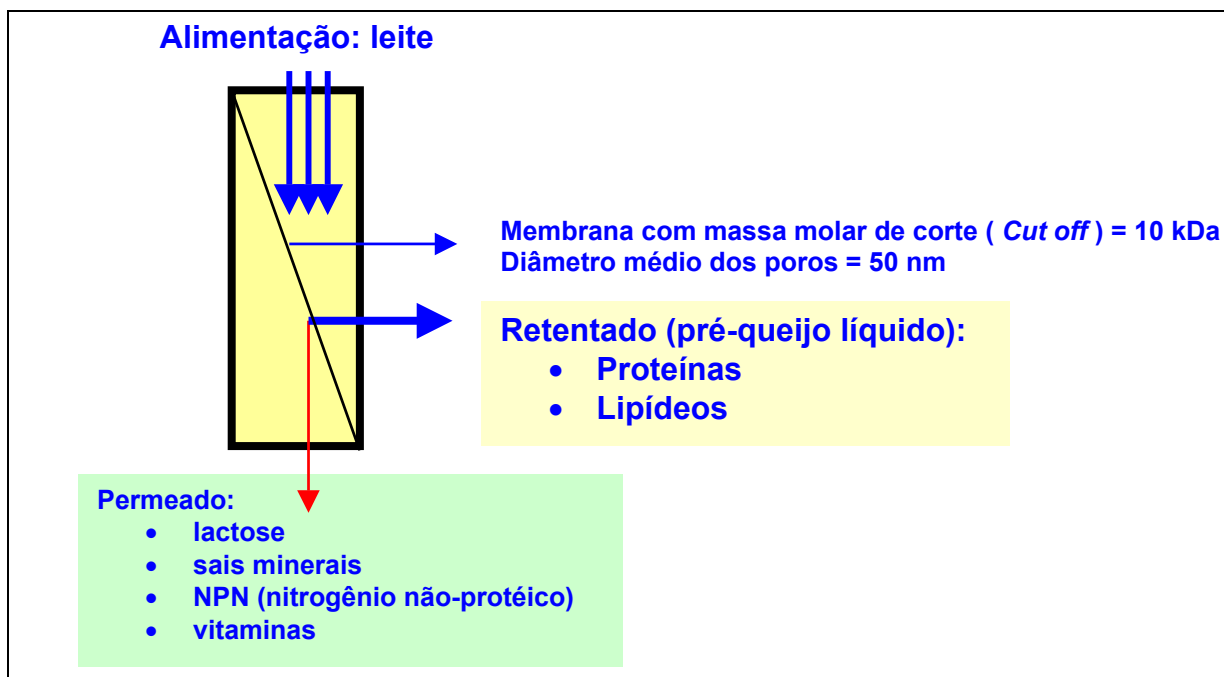


FIGURA 1.6 – Esquema de obtenção do pré-queijo líquido por ultrafiltração. **Fonte:** T.I.A (2001b).

Dessa forma, a aplicação da técnica de ultrafiltração, para a obtenção de queijos cremosos, apresenta-se como uma alternativa viável, tendo em vista a sua capacidade de conferir as características químicas e organolépticas a essa variedade de queijo, além de seu alto rendimento protéico.

1.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, L. C.; CARDOSO, M.; RABELLO, E.; ROSA, M. C. G. O queijo no Brasil: origem e descrição. **Leite & Derivados**, ano III, n. 15, p. 37-54, 1994.

ALBUQUERQUE, L. C. **Queijos no mundo: origem e tecnologia** - Vol. II, Juiz de Fora: Templo Gráfica e Editora, 2002, 130 p.

ALMEIDA, K. L.; BONASSI, I.A.; ROÇA, R. O. Avaliação sensorial de bebida láctea preparada com diferentes teores de soro, utilizando-se dois tipos de cultura láctica. Anais do XVII Congresso Nacional de Laticínios: Juiz de Fora/MG. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, vol. 55, n. 315, p. 7-13, 2000.

ALMEIDA, K. L.; BONAASI, I.A.; ROÇA, R. O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo Minas Frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol. 21, n. 2, p. 187-192, 2001.

ALMEIDA, T. C. A; HOUGH, G; DAMÁSIO, M.H; SILVA, M. A. A. P. **Avanços em análise sensorial** (*Avances em análisis sensorial*), São Paulo: Livraria Varela, 1999, 283p.

AMIOT, J. **Ciencia y tecnologia de la leche**. Zaragoza: Acribia, 1991. 547 p.

ANDERSON, I.; DIBBLE, M. V.; TURKKI, P. R.; MITCHELL, H. S.; RYNBERGEN, H. J. **Nutrição**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara S.A., 1988, 737 p.

ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. Barueri: Manole, 2003, 135p.

BEATON, N.C. Ultrafiltration and reverse osmosis in dairy industry - an introduction to sanitary considerations. **Journal of Food Protection**, vol. 42, n. 8, p. 584-590, 1979.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Coordenação Geral de Inspeção de Produtos de Origem Animal – CIPOA. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas**. Resolução nº 001 de 05 de julho de 1991.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA. **Regulamento Técnico de Indentidade e**

Qualidade de Queijos. Portaria n.146 (1), de 07 de março de 1996, publicado no DOU, de 11 de março de 1996.

CHAVES, J. B. P; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas.** Editora UFV, 2002, 81p.

CUNHA, C.R.; VIOTTO, W.H; VIOTTO, L.A. Procedimento para a fabricação de queijo minas frescal de reduzido teor de gordura a partir de retentados de baixo fator de concentração. In: 4^o Congresso Ibero-americano em Ciência e Tecnologia de Membranas, 2003, Florianópolis. **Anais do 4^o CITEM.** Florianópolis: Imprensa Universitária, Jul/2003. p. 199-204. CD-ROM.

CUSTÓDIO, F. B.; THEODORO, K. H.; SANTOS, M. M. F.; SIQUEIRA, I. M. C.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; SOUZA, M. R. GLÓRIA, M. B. Fatores limitantes do aproveitamento do soro de queijo. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, vol. 57, n. 327, p. 230-232, 2002.

DIPOA – Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Secretaria de Defesa Agropecuária de Santa Catarina. **Relatório de Produtos por Unidade Federativa,** Florianópolis, 2003.

DRAKE, M. A.; SWANSON, B. G. Reduced- and low-fat cheese technology: a review. **Trends in Food Science & Technology**, vol. 6, p. 366-369, 1995.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Produtos Agropecuários: **Produção Brasileira de Queijos sob Inspeção Federal** - 1995/2003. Disponível em: < www.cnpq.embrapa.br/produção/04industrial > Acesso em 06.07.2004 às 13:05h.

ERDEM, Y. K. Influence of ultrafiltration on modification of surface hydrophobic sites of the milk protein system in the course of renneting. **Journal of Food Engineering**, vol. 44, p. 63 – 70, 2000.

FARIA, E. V; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial.** Campinas: ITAL / LAFISE, 2002, 116p.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos.** 2^a edição. Zaragoza: Editorial Acribia, S. A., 2000, 1258p.

FERREIRA, C. L. L. F. **Produtos lácteos fermentados: aspectos tecnológicos**. 2ª edição – Viçosa: Editora UFV, 2001, 383p.

FNP® Consultoria & AgroInformativos. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo, 2003, 400p.

GEILMAN, W. G.; SCHMIDT, DON; HERFURTH-KENNEDY, C.; PATH, J.; CULLOR, J. Production of an electrolyte beverage from milk permeate. **Journal Dairy Science**, vol. 75, n. 9, p. 2364-2369, 1992.

HARBUTT, J.; DENNY, R. **Manual Enciclopédico do Queijo**. Lisboa: Editorial Estampa, 1999, 256p.

HINRICHS, J. Incorporation of whey proteins in cheese. **International Dairy Journal**, vol. 11, p. 495-503, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Quantidade de leite cru ou resfriado adquirido, segundo os meses - Brasil - 4º Trimestre de 2003**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria> > Acesso em 16.06.2004 às 22:30h.

ICEPA/SC - Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2002-2003**, p. 128-136, Florianópolis, 2003.

LOURENÇO, J. P. M. Textura da massa do queijo: fatores que influenciam e parâmetros de controle, **Food Ingredients** ano III, n. 17, p. 34 - 39, 2002.

MCGREGOR, J. L.; WHITE, C. H. Effect of enzyme treatment and ultrafiltration on the quality of low fat cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, vol. 73, n. 3, p. 571-578, 1990.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; PARKER, J. Brock **Biology of Microorganisms**. 9 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2000, 991 p.

MAHAUT, M.; KOROLKZUK, J.; PANNETIER, R. & MAUBOIS, J. L. Eléments de fabrication de fromage de type pâte molle de lait de chèvre à caractère lactique par ultrafiltration de lait acidifié et coagulé. **Technique Laitière & Marketing**, n. 1011, 1011, p. 24-28, 1986.

MAUBOIS, J. L.; MOCQUOT, G.; VASSAL, L. A method for processing milk and dairy products. **French Patent**, 1969. 2.052, 121, Paris.

MUNK, A. V.; RODRIGUES, F.C. **Produção de derivados do leite**. Viçosa: CPT, 1997. 85p.

OLIVEIRA, L. L.; BRANDÃO, S. C. C. Aspectos importantes para o controle do rendimento na fabricação de queijos. *Important aspects for yield control in cheesemaking*. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, vol. 57, n. 327, p. 27-39, 2002.

PATEL, R.T.; GUPTA,V.K., SINGH, S., RETTER, H. Ultrafiltration behaviour of buffalo and cow milk. **Indian Journal of Dairy Science**, vol. 45, n. 6, p. 322-325, 1992.

PELCZAR, J.M.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N. R. **Microbiology: concepts and applications**. New York: McGraw-Hill, 1993. 896p.

PETRUS, J. C. C.; PASSOS, M. H. C. R. **Concentração do soro lácteo por ultrafiltração tangencial**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1993. 62p.

RALPH, W. Profits in whey. **Rural Resarch**, n.116, p.22-27, 1982.

RICHARDS, N. S. P. S. Soro lácteo: perspectivas industriais e proteção ao meio ambiente. **Food Ingredients**, ano III, n. 17, p. 20 - 27, 2002.

SABOYA, L. V. **Lise de *Lactobacillus* sp. e proteólise em queijos fabricados com ultrafiltração e microfiltração**. 2002. 713p. Grau de Doutor, Área de Concentração: Microbiologia Agrícola - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SABOYA, L. V.; MAUBOIS, J.L. Current developments of microfiltration technology in the dairy industry. **Le Lait**, vol. 80, p.541-553, 2000.

SHAMIL, S.; WYETH, L. J.; KILCAST, D. Flavour release and perception in reduced-fat foods. **Food Quality and Preference**, vol. 3, p. 51-60, 1992.

TAYLOR, A. J; LINFORTH, R. S. T. Flavour release in the mouth. **Trends in Food Science & Technology**, vol. 7, p. 444 - 447, 1996.

TEFF, K. L. Physiological effects of flavour perception. **Trends in Food Science & Technology**, vol. 7, p. 448, 1996.

T.I.A. **Techniques Industrielles Appliquées**. 2001a. CD-ROM.

T.I.A. Techniques Industrielles Appliquées, **Dossier Technique: unité ultrafiltration minérale et organique 0,2 m² / 5,8 m²**, 2001b.

WENDIM, K.; LANGTON, M.; CAOUS, L.; HALL, G. Dynamic analyses of sensory and microstructural properties of cream cheese. **Food Chemistry**, vol. 71, p. 363-378, 2000.

ZADOW, J. G. The effect of new technology on the nutritional value of dairy products. **Australian Journal of Dairy Technology**, vol. 39, p. 104 -108,1984.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE QUEIJO FRESCO CREMOSO OBTIDO POR ULTRAFILTRAÇÃO DE LEITE FERMENTADO

(Chemical characterization and sensorial evaluation of a fresh cream cheese obtained from ultrafiltered fermented milk)

Resumo

Leite pasteurizado tipo C foi padronizado nos teores de gordura: $T_1 = 6\%$; $T_2 = 5\%$; $T_3 = 3\%$, que após homogeneizados, foram inoculados com cultura láctica mesofílica e incubados durante 15h a $25 \pm 5^\circ\text{C}$ até pH 4,7. Em seguida, foram submetidos à ultrafiltração (UF), até FRV de 3,5, em uma unidade piloto da *Techniques Industrielles Appliquées* (T.I.A.[®]), tendo como meio filtrante uma membrana mineral de $0,24 \text{ m}^2$ de superfície e poros de 50 nm. As massas-base resultantes dos três tratamentos foram analisadas quimicamente e empregadas na produção de queijos cremosos em quatro sabores: natural (NAT); ervas finas (EF); tomate seco e cebolinha (TSC); alho e orégano (AO). As massas-base dos três tratamentos não apresentaram diferenças entre si quanto às características químicas, exceto quanto ao teor de gordura, que variou diretamente com a quantidade adicionada. Os resultados mostraram que houve diferenças significativas na textura entre o queijo natural e os queijos condimentados nos três tratamentos, porém, não houve efeito do teor de gordura nas notas atribuídas aos diferentes queijos. Quanto aos atributos sabor e textura, todos os queijos tiveram índices de aceitabilidade superior a 70%. Como mostra o perfil eletroforético do retentado do T_3 , os parâmetros de UF por membranas utilizados neste estudo, além do incremento no rendimento, propiciou um aumento do teor protéico pela retenção da quase totalidade das proteínas do leite, e uma conseqüente melhoria de qualidade nutricional. Os queijos frescos cremosos obtidos neste estudo, de acordo com as normas vigentes, podem ser classificados como “queijo fresco cremoso” ou queijo tipo “Petit Suisse”.

Palavras-chaves: leite, ultrafiltração, retentado, fermentação, queijo fresco cremoso, análise sensorial, permeado, eletroforese.

ABSTRACT

Pasteurized 3%-fat milk was submitted to three different treatments of fat milk addition 6% (T₁), 5% (T₂) and 3% (T₃). After being homogenized, milk was inoculated with a mesophilic lactic culture and maintained at 25±5°C during 15 h until pH 4.7 and afterwards submitted to a UF procedure in a *Techniques Industrielles Appliquées* (T.I.A.[®]) pilot unit with a mineral membrane (0,24m² of filtration surface and 50 nm pores diameter) until a VRF of 3.5. Retentates were submitted to chemical analysis and employed to manufacture cream cheeses with four different flavours: natural (NAT), fine herbs (FH), dry tomato plus chive (DTC) and garlic plus oregano (GO). Retentates of the three treatments presented no differences concerning chemical characteristics, except in terms of fat content which was proportional to the amount of fat added originally. Results showed significant differences in terms of texture when natural cheese was compared to those with the addition of flavours. However, no differences were observed in this attribute related to the fat content of cheeses. Concerning the attributes "taste" and "texture", all cheeses had an acceptability index higher than 70%. Besides contributing to increase the productivity of the process, the UF parameters applied in this study contributed to a high protein content and, by consequence, to improve the nutritional quality of the cheeses. The fresh cream cheeses obtained in the present study, according to the present legislation, could be classified as "fresh cream cheese" as well as "Petit Suisse".

Key-words: milk ultrafiltration, retentate, fermentation, fresh cream cheese, sensorial analysis, permeate, electrophoresis.

2.1 Introdução

A Portaria Nº 146, do Ministério da Agricultura define queijo fresco "o que está pronto para consumo logo após sua fabricação". Destacando-se o queijo Minas Frescal, Ricota, Cottage, Quark e queijos cremosos como o Requeijão e o Cream Cheese, caracterizados por apresentarem uma textura macia, muito frágil, alta atividade de água e reduzido tempo de prateleira (OLIVEIRA, 1986).

O princípio geral de fabricação de queijos envolve diversas etapas, como escolha e tratamento do leite, coagulação, tratamento da massa coagulada, dessoragem, enformagem, prensagem, salga e cura (ou maturação). A concentração das proteínas e da gordura do leite é obtida por ação de enzimas coagulantes ou de bactérias ácido-lácticas, promovendo, assim, a separação do soro. Entretanto, a produção de queijos frescos pelo método tradicional dispensa as etapas de prensagem e cura, acarretando uma maior retenção de água na coalhada (OLIVEIRA, 1986).

O emprego de diferentes métodos de fabricação, adição de ácido láctico ou emprego tradicional de fermento, variações de temperatura de coagulação, prensagem, resulta em uma grande variação de consistência, textura, sabor, durabilidade e rendimento dos queijos em geral (MUNK e RODRIGUES, 1997).

A concentração do leite por ultrafiltração é uma das alternativas para aumentar o rendimento dos queijos a teores de sólidos mais elevados, sendo essa técnica a que vem apresentando maior interesse pelas indústrias de laticínios (BENITO, 1980). A ultrafiltração do leite, empregada na fabricação de alguns tipos de queijos, é um processo que apresenta vantagens em relação ao processo tradicional de fabricação, pois melhora consideravelmente a textura e o sabor dos produtos. Esta melhoria ocorre em virtude, principalmente, do decréscimo do teor de lactose, que controla a taxa de acidificação, e à incorporação das proteínas do soro, aumentando o rendimento e a capacidade de retenção de água, tornando o queijo mais macio (McGREGOR e WHITE, 1990).

Com a introdução da técnica de ultrafiltração do leite para a obtenção de queijos frescos, muitos benefícios afloraram na indústria queijeira, como a redução de tempo de fabricação e menor emprego de mão-de-obra, diminuição dos custos,

sincronização das diversas fases do processamento e alterações mínimas no produto final, mantendo sua qualidade nutricional. Sendo o seu maior propósito a retenção das proteínas (caseína e proteínas hidrossolúveis) e/ou gordura do leite, formando uma massa denominada de retentado ou pré-queijo líquido, envolvendo o fracionamento da lactose, sais minerais e vitaminas hidrossolúveis entre o permeado (material ultrafiltrado) e o retentado, separados por um meio filtrante (ZADOW, 1984). As proteínas do soro de leite (proteínas hidrossolúveis), retidas pela membrana de ultrafiltração (UF), conferem ao retentado propriedades nutritivas e funcionais (ANTUNES, 2003).

A ultrafiltração começou a ser empregada na elaboração de diferentes tipos de queijos macios, com elevado rendimento, qualidades nutritivas e organolépticas (MAUBOIS e MOCQUOT, 1974). Ainda assim, muitos estudos continuam em andamento na perspectiva de se intensificar a técnica de ultrafiltração, combinada ao emprego ou não do calor e ao controle de pH, oferecendo métodos opcionais para a produção de queijos macios, semi-macios, semi-duros e duros, mantendo as qualidades inerentes a cada tipo de queijo (ERDEM, 2000).

Essa tecnologia, adotada há cerca de 30 anos nos países desenvolvidos, ganhou terreno no mercado nacional desde 1988 com a comercialização de queijo Minas Frescal produzido a partir do pré-queijo líquido obtido por ultrafiltração, conforme afirmam Cunha, Viotto e Viotto (2003). Outros tipos de queijos produzidos em âmbito nacional podem ser incluídos no rol de produtos obtidos por ultrafiltração, destacando-se queijo *Petit Suisse*, *Quark* e Queijo Cremoso.

Considerando a importância dos produtos lácteos na nutrição humana, torna-se essencial que o processo a ser empregado minimize as perdas nutricionais, além das características sensoriais inerentes a cada tipo de produto.

Embora a gordura exerça papel fundamental sobre o sabor e a textura dos queijos, a demanda por produtos com baixo teor de gordura teve um aumento expressivo, principalmente nesses últimos dez anos, levando as indústrias a desenvolverem produtos desnatados e semi-desnatados

Diante do que foi exposto, o presente trabalho teve como principal objetivo a aplicação da técnica de ultrafiltração na obtenção de queijo fresco e cremoso com características nutritivas e sensoriais próximas ou melhores, quando comparadas às dos queijos cremosos obtidos por métodos convencionais.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Matéria-prima

Leite pasteurizado tipo C com 3% de gordura (Do Vale[®]), creme de leite com 50% de gordura (Tirol[®]), tomate seco (MacTost[®]), cebolinha, ervas finas (MacTost[®]), óleo de alho, orégano (Chelli[®]), sal (Cisne[®]), obtidos no mercado local e cultura liofilizada (R-704 50u), cedida pela Chr. Hansen Ltda., foram utilizados como matérias-primas para a elaboração do queijo cremoso.

2.2.2 Padronização do leite

O leite pasteurizado foi padronizado em diferentes teores de gordura através da adição de creme de leite com 50% de gordura a 35°C, adotando-se 3 tratamentos:

- Tratamento 1 (T₁) = leite com 6% de gordura (com adição de creme);
- Tratamento 2 (T₂) = leite com 5% de gordura (com adição de creme);
- Tratamento 3 (T₃) = leite com 3% de gordura (sem adição de creme).

O leite de cada tratamento (70 litros) foi acondicionado em recipientes plásticos, previamente desinfetados por imersão em água clorada a 25 ppm por 15 minutos e armazenados em câmara fria à temperatura de 2 a 5°C.

2.2.3 Fermentação láctica

O leite dos três tratamentos foi inoculado com uma cultura iniciadora mesofílica homofermentativa (*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* e *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*). O inóculo foi previamente semeado em capela de fluxo laminar, em condições assépticas, adicionando-se 10¹¹ UFC.g⁻¹ de cultura liofilizada (R-704 50u – Chr. Hansen) a 1 L de leite UHT desnatado. A mistura foi, então, homogeneizada e distribuída em frascos de vidro de 10 mL, 20 mL e 40 mL, previamente esterilizados. Em seguida, foram congelados em um congelador de

placas e armazenados em um freezer até o momento de seu uso. O leite foi, então, inoculado com 0,4% do inóculo e deixado em repouso à temperatura ambiente ($25 \pm 5^\circ\text{C}/15\text{h}$). O processo fermentativo foi considerado completo quando o pH da mistura atingiu 4,7. O pH foi determinado a cada 60 min, utilizando-se um peagômetro com compensação automática de temperatura, calibração superior igual a 6,86 e inferior igual a 4,01 (Quimis[®]).

2.2.4 Ultrafiltração

O leite fermentado foi submetido ao processo de ultrafiltração para a obtenção do retentado. Cada partida de leite fermentado, representando cada um dos três tratamentos, foi ultrafiltrada em uma unidade piloto da T.I.A[®] (Figura 2.1) a um fator de redução volumétrica (FRV) igual 3,5. Este fator foi escolhido com base no trabalho de Veiga e Viotto (2001). Foram realizadas 2 corridas experimentais por tratamento, de acordo com o planejamento fatorial 2^3 , utilizando-se uma membrana mineral de configuração tubular (MEMBRALOX[®], porosidade de 50 nm e área filtrante útil de $0,24 \text{ m}^2$), empregando-se pressão transmembrana (p_T) de 1,6 a 3,6 bar, vazão média do permeado (Q_p) em torno de $11 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$, velocidade tangencial (v) igual a $0,28 \text{ m/s}$ e temperatura (θ) de $40 \pm 6^\circ\text{C}$. Os parâmetros utilizados foram definidos durante testes preliminares de ultrafiltração, tendo como base estudos de Mahaut *et al.* (1986) e Patel, Reuther e Procopec (1986), apresentando fluxo médio de permeado (J_p) variado por experimento, melhor descrito na tabela 2.1. Os gráficos das figuras 2.2, 2.3 e 2.4 mostram o comportamento do fluxo para cada corrida experimental.

TABELA 2.1 – Parâmetros de controle da ultrafiltração do leite fermentado.

Experimento	Tempo (min)	Temperatura média ($^\circ\text{C}$)	$\Delta\theta$ ($^\circ\text{C}$)	Pe (bar)	Ps (bar)	p_T (bar)	Qp (L/h)	pH	Fluxo Médio ($\text{L}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$)
T1	1	$45,4 \pm 7,5$	33 - 51	2,0	1,2	1,6	$27,2 \pm 8,6$	$4,66 \pm 0,07$	$7,15 \pm 3,6$
	2	$31,9 \pm 6,6$	19 - 42	4,3	2,3	3,3	$7,4 \pm 2,9$	$4,73 \pm 0,19$	$0,96 \pm 0,33$
T2	3	$40,6 \pm 4,1$	35 - 48	3,5	1,6	2,5	$6,1 \pm 2,2$	$4,94 \pm 0,21$	$0,73 \pm 0,26$
	4	$39,5 \pm 6,8$	32 - 54	4,6	2,6	3,6	$9,5 \pm 3,3$	$5,1 \pm 0,19$	$1,07 \pm 0,36$
T3	5	$41,2 \pm 6,2$	32 - 52	3,8	2,1	2,9	$10,5 \pm 3,1$	$4,5 \pm 0,09$	$33,96 \pm 12,4$
	6	$41,7 \pm 7,4$	30 - 54	4,0	2,0	3,0	$8,1 \pm 2,2$	$4,6 \pm 0,12$	$22,97 \pm 5,58$

Ao final do processo, foram obtidos 20 L de retentado e 50 L de permeado. O retentado fermentado serviu de massa-base para a elaboração do queijo em estudo e o permeado foi congelado e armazenado.

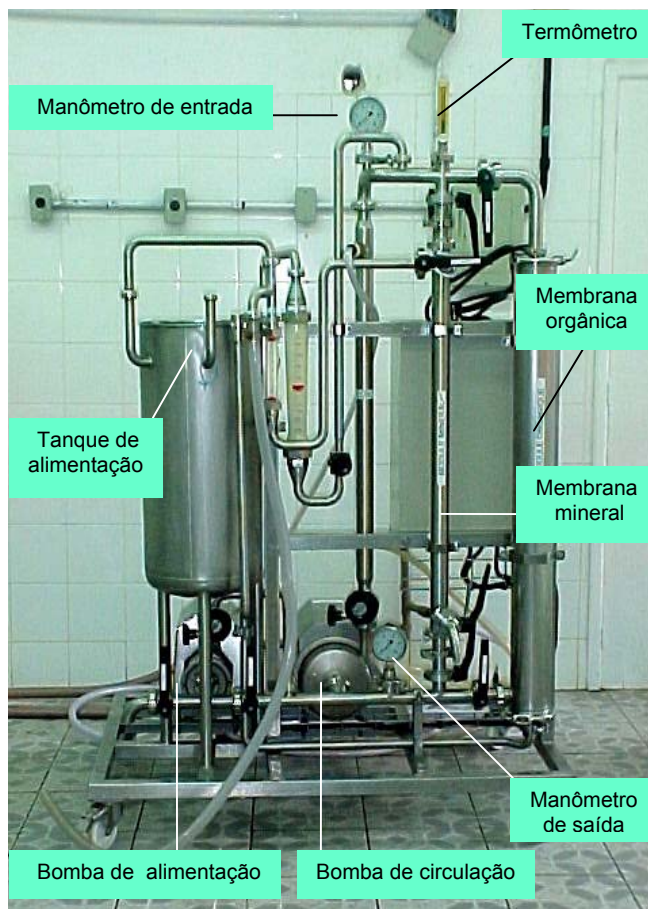


FIGURA 2.1 – Unidade piloto da *Techniques Industrielles Appliquées* (T.I.A.®)
 Fonte: acervo do autor.

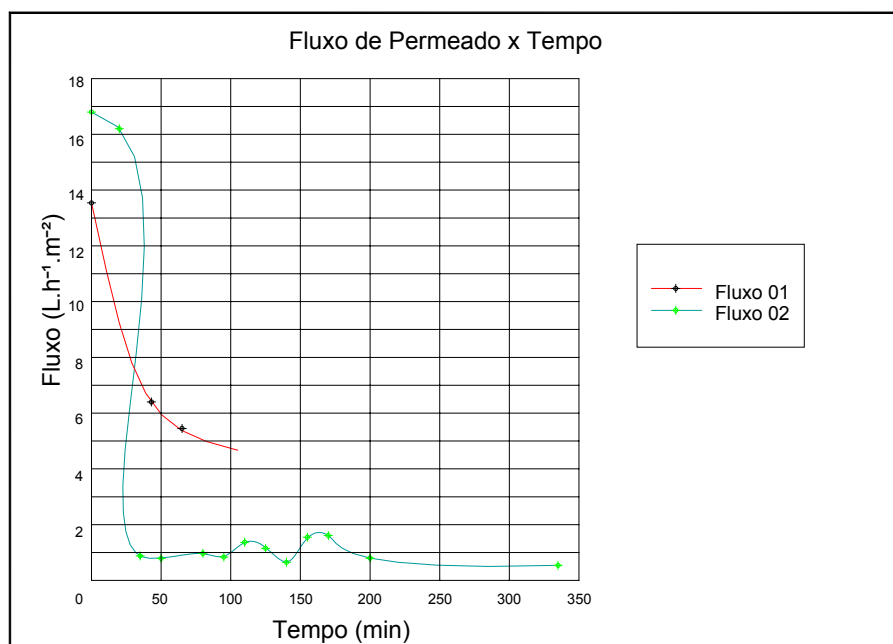


FIGURA 2.2 – Fluxo de permeado em função do tempo necessário para a ultrafiltração de leite fermentado e padronizado a 6% de gordura (T1).

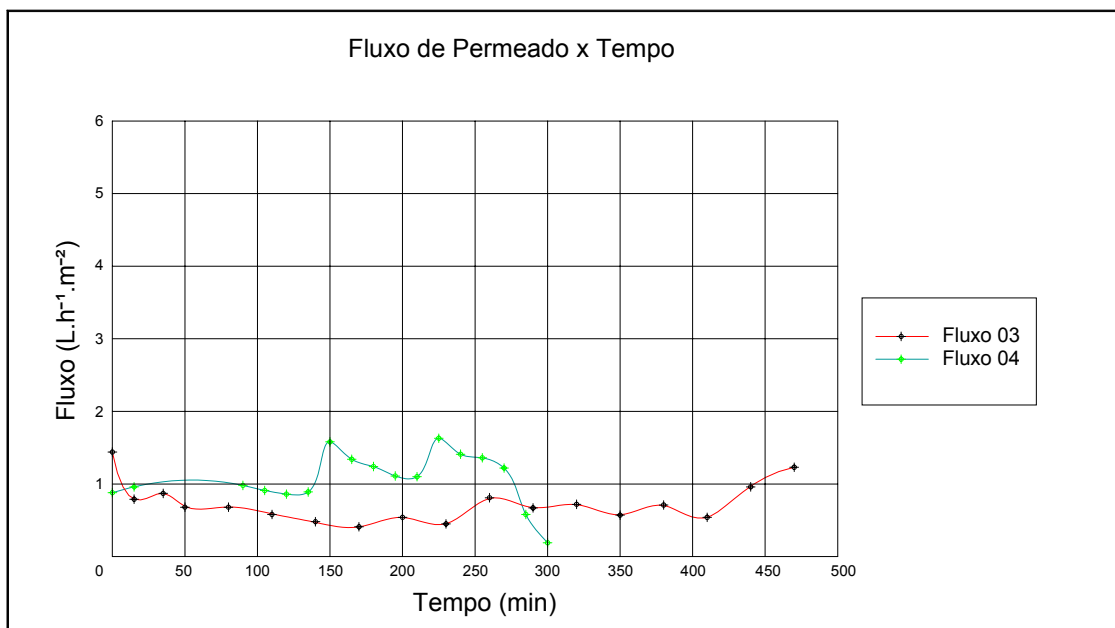


FIGURA 2.3 – Fluxo de permeado em função do tempo necessário para a ultrafiltração de leite fermentado e padronizado a 5% de gordura (T2).

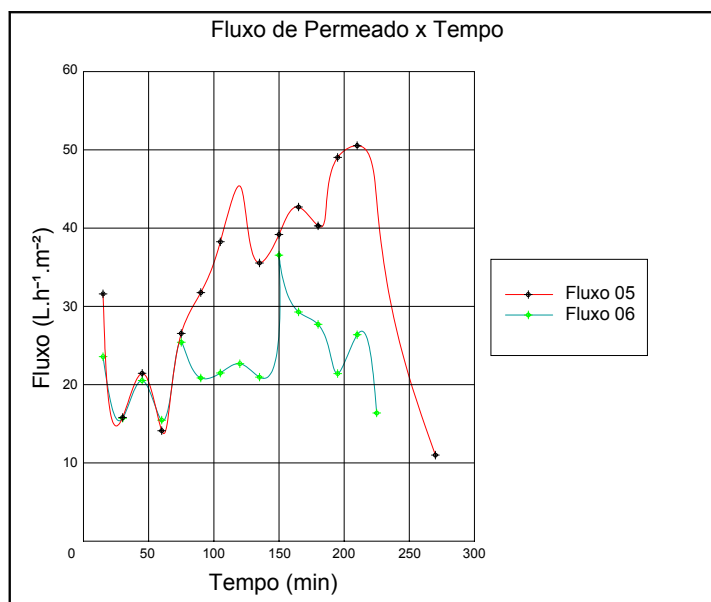


FIGURA 2.4 – Fluxo de permeado em função do tempo necessário para a ultrafiltração de leite fermentado e padronizado a 3% de gordura (T3).

2.2.5 Elaboração do queijo fresco cremoso

Queijos em quatro sabores foram elaborados para cada tratamento a partir do retentado fermentado: 3 x natural (NAT); 3 x ervas finas (EF); 3 x tomate seco e cebolinha (TSC); 3 x alho e orégano (AO) (ANEXO 1). O procedimento de fabricação dos queijos está ilustrado na figura 2.5. A massa-base foi pesada em balança digital com capacidade máxima de 5.000 g e os condimentos, em balança analítica. Após a etapa de adição dos ingredientes, procedeu-se à homogeneização da massa com auxílio de um homogeneizador elétrico, seguido de acondicionamento imediato em potes de polietileno de 500 g e armazenamento sob refrigeração (2 a 5°C).

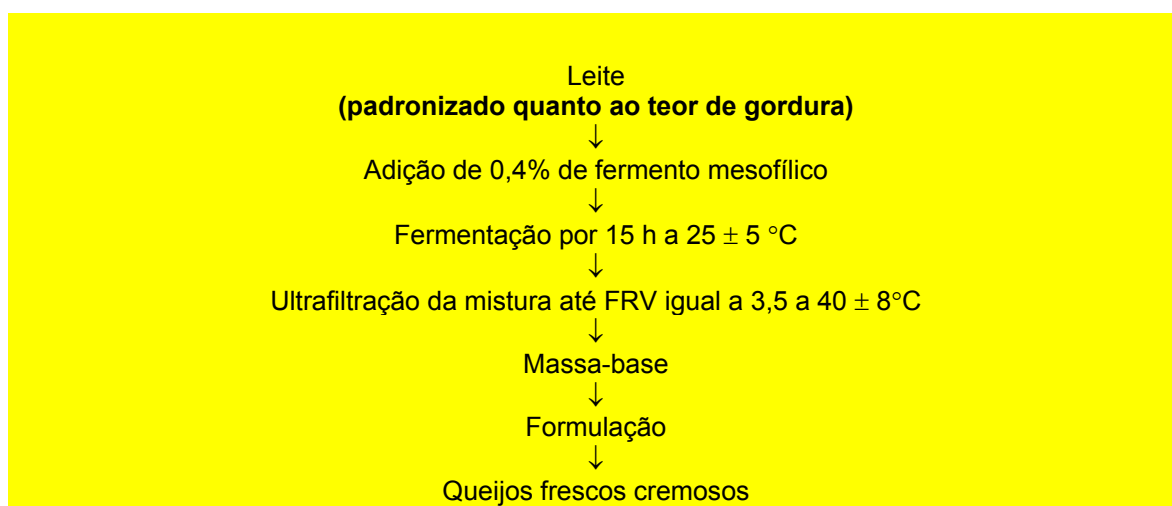


FIGURA 2.5 – Fluxograma de obtenção dos queijos frescos cremosos.

A porcentagem de cada condimento adicionado foi calculada em relação à quantidade de massa-base empregada, conforme mostra a tabela 2.2. A goma xantana foi adicionada para estabilizar os condimentos na massa dos queijos.

TABELA 2.2 – Formulação dos queijos elaborados com massa-base obtida por ultrafiltração de leite fermentado, em valores percentuais para cada tratamento.

Sabor	NAT ₁	EF ₂	TSC ₃	AO ₄
Retentado fermentado (kg)	2,000	2,000	2,000	2
Goma xantana (%)	-	0,065	0,065	0,065
NaCl (%)	1,000	1,000	1,000	1,000
Ervas finas (%)	-	0,080	-	-
Tomate seco (%)	-	-	0,750	-
Cebolinha (%)	-	-	0,081	-
Óleo de alho (%)	-	-	-	0,500
Orégano (%)	-	-	-	0,060

1 – Natural; 2 – Ervas finas; 3 – Tomate seco e cebolinha; 4 – Alho e orégano.

O percentual de goma xantana adicionado foi fundamentado em testes preliminares com base no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos (BRASIL, 1996).

Os queijos elaborados foram armazenados sob temperatura de 2 a 5°C por um período médio de 15 dias. Em seguida, os queijos foram submetidos à análise microbiológica para posterior análise sensorial.

2.2.6 Análise microbiológica

Os queijos elaborados foram avaliados microbiologicamente segundo as normas definidas pelo *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (APHA, 2001). Foram realizadas as seguintes avaliações: coliformes a 35° e 45°C, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* spp. A análise microbiológica foi realizada no Laboratório de Análise Microbiológica do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

2.2.7 Análise sensorial

A aceitabilidade sensorial das amostras de queijos dos três tratamentos (T_1 , T_2 e T_3) foi avaliada em relação aos atributos sabor e textura, utilizando-se escala hedônica estruturada de 9 pontos. Sendo o limite superior igual a 9 para a avaliação “gostei muitíssimo” e o limite inferior igual a 1 para a avaliação “desgostei muitíssimo”. O teste de aceitação foi aplicado a uma equipe formada por 60 julgadores não treinados, utilizando-se o modelo experimental de blocos casualizados. O teste foi aplicado em cabines individuais e as amostras foram servidas à temperatura de refrigeração (8°C) em copos de plástico descartáveis, devidamente codificados (numerados com 3 dígitos). As amostras foram individualmente avaliadas com pão de forma sem casca. Foi utilizada água mineral para a remoção de eventual sabor residual entre uma amostra e outra. Cada julgador preencheu uma ficha de avaliação (ANEXO 2) para expressar sua opinião.

2.2.8 Análise química

A análise química da massa-base T₃ e dos queijos frescos cremosos elaborados a partir desta, foi realizada segundo normas definidas pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2002), compreendendo as seguintes determinações: % sólidos totais (33.3.07); % resíduo mineral fixo (33.7.07); % proteínas (método 2001.14); % gordura (33.2.27A); % umidade (33.7.04); % de carboidratos (por diferença). Os dados foram expressos em base úmida (m/m). As determinações químicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFSC.

2.2.9 Eletroforese em Gel de Poliacrilamida (SDS-PAGE)

As proteínas dos retentados e permeados obtidos por ultrafiltração do leite fermentado sem adição de creme (T₃) foram identificadas por eletroforese em gel de poliacrilamida (SDS-PAGE), realizada no Laboratório de Expressão Gênica do Departamento de Bioquímica do Centro de Ciências Biológicas da UFSC. A amostra foi diluída na proporção 1:1 com tampão da amostra (Tris 100 mM 20% de glicerol, 7% SDS, 2% de β -mercaptoetanol e 0,025% de azul de bromofenol, pH 6,8) e aquecido em banho-maria a 100°C por 3-5 min. Para a eletroforese de proteínas em gel de poliacrilamida (SDS-PAGE), foi utilizado o sistema descontínuo composto por um gel de empacotamento (4%) e por um gel de separação (15%), como descrito por LAEMLLI (1970). O padrão de massa molar utilizado foi o *Low Molecular Weight Calibration Kit for SDS Electrophoresis*, da Pharmacia Biotech[®], com faixa de massa molar entre 14,4 e 97,0 kDa. Foram aplicados no gel 2 μ g de cada amostra de retentado e 8 μ g de cada amostra de permeado e a eletroforese foi conduzida utilizando-se um tampão de corrida composto por Tris 25 mM, glicina 192 mM, 0,1% SDS, pH 8,3 a corrente constante, 15 mA inicialmente e após a frente de corrida atingir o gel de separação, aumentou-se para 25mA. Os géis foram corados com solução de *Commassie Brilliant Blue R-250* (SIGMA) a 0,2% e fotodocumentados e as imagens obtidas analisadas com o Software UVP (UVP Inc., Cambridge, UK).

2.2.10 Análise estatística

Os resultados obtidos das análises química e sensorial foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com auxílio do Software *Statgraphic for Windows* (Manugistics®).

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Composição do leite

A composição centesimal do leite utilizado para a obtenção dos queijos está apresentada na tabela 2.3.

TABELA 2.3 - Composição química média (n = 3) do leite destinado à obtenção dos queijos.

Parâmetros analisados	g / 100 mL
Umidade	88,71
Extrato Seco Total	11,29
Extrato Seco Desengordurado	8,29
Carboidratos	4,24
Proteínas Totais	3,28
Gorduras Totais	3,00
Resíduo Mineral Fixo	0,77
Lactose	4,56

n = a média de 3 repetições.

Os resultados da análise química do leite corresponderam aos requisitos mínimos exigidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado Tipo C (BRASIL, 2002).

2.3.2 Composição química da massa-base dos três tratamentos

Como pôde ser observado os resultados da análise das massas-base obtidas dos três tratamentos (Tabela 2.4), a umidade, o extrato seco, os carboidratos e o resíduo mineral fixo não apresentaram diferenças significativas. Houve, no entanto, diferenças significativas com relação ao teor de gordura dos três

tratamentos, o que é plenamente justificável uma vez que ela foi a única variável nos respectivos tratamentos.

TABELA 2.4 – Caracterização química da massa-base em função do teor de gordura.

Tratamento	% Umidade	% EST*	% Gordura	% Proteína	% Carboidratos	% RMF**
T ₁	72,34 a	27,67 a	16,54 c	6,04 a	4,43 a	0,64 a
T ₂	76,05 a	23,95 a	11,26 b	6,32 a	5,61 a	0,74 a
T ₃	76,57 a	23,42 a	9,64 a	8,63 a	4,60 a	0,70 a

Os valores representam a média de seis repetições (n = 6) por tratamento. Médias, na mesma coluna, seguidos por letras iguais, não diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). * Extrato Seco Total; ** Resíduo Mineral Fixo.

2.3.3 Avaliação microbiológica

Os queijos obtidos dos três tratamentos foram avaliados microbiologicamente. Os resultados obtidos revelaram que as contagens dos microrganismos pesquisados estavam dentro dos valores preconizados pelos Padrões Microbiológicos Sanitários para Alimentos (BRASIL, 1999).

2.3.4 Avaliação sensorial dos queijos frescos cremosos

Os queijos cremosos contêm, em média, cerca de 45% de gordura na sua composição, visando melhorar suas características sensoriais (HARBUTT e DENNY, 1999). Porém, na atualidade, é grande o apelo de boa parcela de consumidores por alimentos com baixo teor de gordura, saborosos e nutritivos. Daí o interesse em verificar a influência da gordura com relação à aceitabilidade do queijo fresco cremoso resultante deste estudo.

As tabelas 2.5 e 2.6 mostram a aceitação das amostras em relação aos atributos sensoriais, sabor e textura. A tabela 2.4 mostra que os diferentes teores de gordura influenciaram na aceitabilidade sensorial dos queijos de diferentes sabores. Houve uma diminuição na aceitabilidade do queijo natural elaborado com leite padronizado a 6% de gordura (T₁), apresentando diferença significativa em relação aos obtidos dos tratamentos T₂ e T₃.

TABELA 2.5 – Efeito da adição de gordura e de condimentos na aceitabilidade dos queijos cremosos quanto ao atributo “sabor”.

Amostra	T ₁ = 6 % de gordura		T ₂ = 5% de gordura		T ₃ = 3 % de gordura	
	Notas Médias	Índice de aceitabilidade	Notas Médias	Índice de aceitabilidade	Notas Médias	Índice de aceitabilidade
NAT ¹	6,55 b B	72,8 %	7,29 a A	81,0 %	7,13 a A	79,2 %
EF ²	7,14 ab A	79,3 %	7,26 a A	80,7 %	6,82 a A	75,8 %
TSC ³	7,53 a A	83,6 %	6,87 a B	76,3 %	7,38 a AB	82,0 %
AO ⁴	6,91 ab A	76,8 %	6,98 a A	77,5 %	7,37 a A	81,9 %

Os valores representam a média de 62 julgamentos. Médias, na mesma coluna, seguidos por letras minúsculas iguais, e na mesma linha, seguidos por letras maiúsculas iguais, não diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

1 – Natural; 2 – Ervas finas; 3 – Tomate seco e cebolinha; 4 – Alho e orégano.

Com relação aos queijos adicionados de tomate seco e cebolinha, o obtido do T₁ obteve índice de aceitabilidade maior do que aquele do T₂ apresentando diferença significativa entre si. Por outro lado, não houve diferença significativa entre os queijos dos tratamentos T₂ e T₃ com este mesmo sabor. Os queijos com ervas finas e com alho e orégano não apresentaram diferenças significativas entre si, independente do teor de gordura, de acordo com o nível de significância analisado. Fazendo-se uma avaliação geral da tabela 2.4, verifica-se que os três tratamentos apresentaram aceitabilidade superior a 70%, indicando a utilização de qualquer um deles na produção dos queijos. Sob o ponto de vista econômico, sugere-se a adoção do tratamento T₃ por ter menor teor de gordura, fator este de grande relevância econômica para a indústria.

Ainda na Tabela 2.4, analisando-se o índice de aceitabilidade em relação à adição de condimentos no tratamento T₁, observou-se diferença significativa entre o sabor natural e o queijo TSC, o que não ocorreu com relação aos queijos EF e AO. Entre os queijos condimentados dos T₁ e T₂ não houve diferença significativa em relação à aceitabilidade. Por outro lado, os queijos elaborados a partir de T₃ (com leite padronizado a 3% de gordura), além de apresentarem aceitabilidade superior a 70%, também não diferiram significativamente entre si com relação aos condimentos adicionados. Embora os sabores dos queijos de todos os tratamentos tenham sido bem aceitos, os resultados relativos aos tratamentos T₂ e T₃ foram mais homogêneos. A aceitabilidade dos queijos obtidos dos tratamentos T₁, T₂ e T₃, quanto ao atributo “textura” é mostrada na Tabela 2.5.

TABELA 2.6 – Efeito da adição de gordura e de condimentos na aceitabilidade dos queijos cremosos quanto ao atributo “textura”.

Amostra	Tratamento 1 (T ₁)		Tratamento 2 (T ₂)		Tratamento 3 (T ₃)	
	Notas Médias	Índice de aceitabilidade	Notas Médias	Índice de aceitabilidade	Notas Médias	Índice de aceitabilidade
NAT ¹	7,10 b A	78,9 %	6,77 b A	75,2 %	6,67 b A	74,1 %
EF ²	7,66 a A	85,1 %	7,74 a A	86,0 %	7,57 a A	84,1 %
TSC ³	7,73 a A	85,9 %	7,74 a A	86,0 %	7,91 a A	87,9 %
AO ⁴	7,67 a A	85,2 %	8,03 a A	89,2 %	8,06 a A	89,5 %

Os valores representam a média de 62 julgamentos. Médias na mesma coluna, seguidas por letras minúsculas iguais, e na mesma linha, seguidas por letras maiúsculas iguais, não diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

1 – Natural; 2 – Ervas finas; 3 – Tomate seco e cebolinha; 4 – Alho e orégano.

Os resultados obtidos mostram que houve diferenças significativas entre o queijo natural e os queijos condimentados nos três tratamentos, como pode-se ver pelas notas médias atribuídas. Tal efeito deveu-se, principalmente, à adição de goma xantana, com o intuito de conferir a esses queijos a homogeneização dos condimentos. Mesmo assim, o índice de aceitabilidade foi superior a 70% para todos queijos. Quanto ao efeito do teor de gordura sobre a textura, a tabela 2.5 evidencia que não houve diferença significativa na aceitabilidade dos mesmos.

Segundo Lourenço (2002), a gordura exerce um papel fundamental na produção de queijos macios, uma vez que irá impedir a formação de uma rede contínua de proteína, reduzindo as interações proteína-proteína, responsáveis pela firmeza e elasticidade do grão de coalhada.

Cunha *et al.* (2003), em trabalho que estudou procedimentos de fabricação de queijo minas frescal de baixo teor de gordura a partir de retentados de leite, reportam que o alto teor de umidade dos queijos deve ter contribuído para melhorar a textura e a aceitação sensorial, já que a água substitui em certo grau o papel da gordura, atuando como lubrificante entre agregados de caseína. Este fator deve ter contribuído bastante para a boa aceitabilidade dos queijos produzidos neste experimento uma vez que possuem elevado teor de umidade, sugerindo que este tipo de queijo fresco cremoso pode ser produzido a partir de massa-base obtida de qualquer um dos tratamentos estudados.

De acordo com o estudo de Wendin *et al.* (2000), o conteúdo de gordura, de sal, bem como a pressão de homogeneização afetou tanto a microestrutura como as

propriedades sensoriais do queijo cremoso, tendo sido a gordura o único parâmetro que influenciou no sabor, aroma e textura. Drake e Swanson (1995) e Tepper e Kuang (1996), também obtiveram sucesso em melhorar a textura de cremes e queijo por homogeneização. Embora não seja possível que, durante o processo de ultrafiltração do leite, tenha ocorrido uma homogeneização devido à pressão de trabalho utilizada, bem inferior à pressão comumente empregada, houve, porém, uma distribuição uniforme da gordura no retentado, contribuindo, desta forma, para a boa aceitabilidade dos queijos com relação ao atributo textura.

Por fim, os resultados de aceitabilidade sensorial do T₃ quanto aos atributos “sabor” e “textura” vêm de encontro a uma demanda por alimentos diversificados, nutritivos e com baixo teor de gordura ($\cong 10\%$), fornecendo à indústria queijeira mais uma alternativa de produção racional, direcionando o excedente de gordura para a produção de outros derivados como creme de leite, creme chantilly, manteiga, etc., aumentando, desta maneira, sua receita.

2.3.5 Avaliação química dos queijos obtidos do tratamento T₃

A tabela 2.7 mostra os valores de umidade, extrato seco, gordura, proteínas, carboidratos e cinzas, dos queijos natural e condimentados, obtidos do leite com 3% de gordura (T₃).

TABELA 2.7 – Caracterização química dos queijos elaborados com massa-base obtida de leite padronizado a 3% de gordura (T₃).

Sabor	% Umidade	% EST*	% Gordura	% Proteínas	% Carboidratos	% RMF**
NAT ¹	76,09 a	23,91 a	12,00 bc	8,45 a	2,66 a	1,50 b
EF ²	75,70 a	24,30 a	12,33 c	7,81 a	3,96 a	1,39 bc
TSC ³	75,80 a	24,20 a	10,00 a	8,59 a	3,93 a	1,67 bc
AO ⁴	76,01 a	23,99 a	10,83 abc	7,98 a	2,66 a	1,73 c

Os valores representam a média de três repetições (n = 3) por sabor. Médias, na mesma coluna, seguidos por letras iguais, não diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Tukey (p $\leq 0,05$). * Extrato Seco Total; ** Resíduo Mineral Fixo; 1 – Natural; 2 – Ervas finas; 3 – Tomate seco e cebolinha; 4 – Alho e orégano.

Como podemos observar, não houve diferenças significativas entre o percentual de umidade, extrato seco total, proteínas e carboidratos dos queijos estudados. Com relação ao teor de umidade, todos apresentaram conteúdo maior ao

de um queijo Minas Frescal tradicional, o qual varia de 55 a 58%. Esse resultado é função da incorporação de proteínas do soro pela ultrafiltração, o que aumenta a capacidade de retenção de água do queijo (McGREGOR e WHITE, 1990).

Com relação ao conteúdo de gordura, o queijo TSC apresentou diferença significativa em relação aos sabores NAT e EF, porém, isto não ocorreu quando foi comparado com o de sabor AO. Quanto ao teor de resíduo mineral fixo, o queijo NAT apresentou valor inferior ao do queijo AO, provavelmente por não conter condimentos.

Os resultados deste estudo mostraram que é possível desenvolver queijos frescos cremosos com baixo teor de gordura e com atributos sensoriais (sabor e textura) de boa aceitabilidade através do emprego da técnica de ultrafiltração.

2.3.6 Caracterização das proteínas do retentado e do permeado lácticos por eletroforese

Para melhor caracterizar as proteínas dos queijos produzidos, foi realizada análise em SDS-PAGE de amostras de retentado e permeado obtidos por UF a FRV igual a 3,5. O perfil eletroforético das amostras de retentado é mostrado na fig. 2.6.

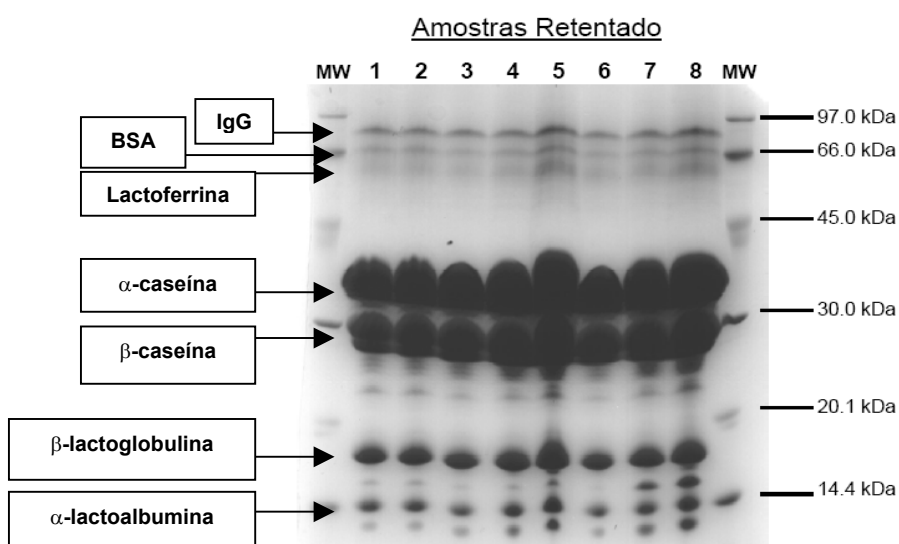


FIGURA 2.6 – Eletroforese (SDS-PAGE) de amostras de retentado.

No perfil eletroforético do retentado as proteínas totais do leite são visíveis. A principal fração protéica do leite, a caseína, aparece como duas grandes bandas, correspondendo 63,6% da fração protéica total analisada. Essas bandas mostram-se com uma massa molar em torno de 35,5 e 27,7 kDa, respectivamente.

As principais proteínas do soro, α -lactoalbumina e β -lactoglobulina são visualizadas nas figura 2.6, de massa molar 14,1 e 17,5 kDa, respectivamente.

As bandas com massa molar em torno de 85,5 kDa, correspondem às proteínas do soro de maior massa molar como a imunoglobulina G (IgG), a soro albumina bovina (BSA), e a lactoferrina, respectivamente, além de outras frações protéicas de massas molares próximas.

O padrão eletroforético do retentado está de acordo com os encontrados por Fairise e Cayot (1998) e por Strange *et al.* (1992), onde é possível a visualização por SDS-PAGE das frações caseínicas e proteínas do soro do leite, mostrando que a ultrafiltração é capaz de reter todas as proteínas do leite, em termos de qualidade. Prova disso, pode-se observar que no perfil eletroforético do permeado, do presente estudo, a fração caseínica não é visível, enquanto todas as outras bandas referentes às proteínas do soro foram visualizadas.

As duas bandas centrais da figura 2.6 foram denominadas de α -caseína e β -caseína, em razão de não se poder distingüir perfeitamente as frações κ -caseína, α -s1 e α -s2, foram . Tal fato, segundo Fairise e Cayot (1998), deve-se à presença nas caseínas de uma porção hidrofóbica extensa, o que dificultaria a separação das diversas frações de caseína com massas molares próximas.

O diâmetro das micelas de caseína varia de 50 a 300 nm (FENNEMA, 2000), sugerindo uma retenção total das mesmas pelo meio filtrante utilizado neste estudo, cujo diâmetro médio dos poros é de 50 nm. Além disso, esta retenção pode ser justificada por Erdem (2000), o qual utilizou a técnica de espectrofluorimetria para demonstrar a influência da ultrafiltração na estrutura das proteínas do leite. O sistema protéico do leite pode ser reorganizado, durante o processo de ultrafiltração, em uma estrutura mais compacta e fortalecida à medida que se aumenta o fator de concentração, resultando em uma diminuição do tamanho das micelas e uma maior agregação entre as mesmas.

No perfil eletroforético do permeado, foi possível a visualização de todas as proteínas do soro de leite (Figura 2.7). A principal fração protéica do permeado foi a

β -lactoglobulina, correspondendo 15,7% da fração protéica total analisada. Esta banda possui massa molar em torno de 17,5kD. Em segundo lugar ficou a α -lactoalbumina, equivalendo a 5,1% da fração protéica total analisada e apresentando massa molar próxima a 14,1 kD.

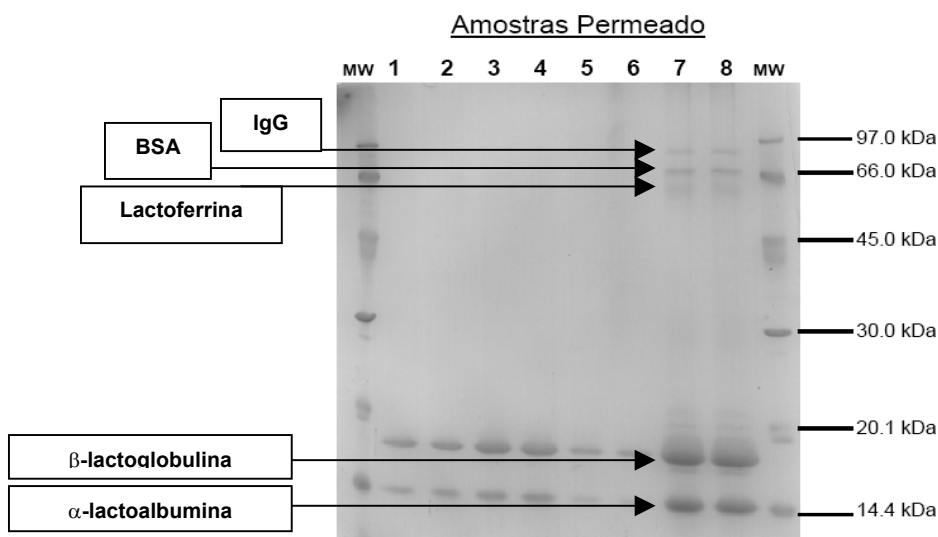


FIGURA 2.7 – Eletroforese (SDS-PAGE) de amostras de permeado.

Os resultados divergiram daqueles observados por Barbano *et al.* (1988) no que concerne à proporção relativa das proteínas do permeado. Esses autores encontraram maior proporção de α -lactoalbumina (90%) que de β -lactoglobulina (10%), em permeado de leite UF. É possível que tais diferenças sejam devidas às características dos sistemas de UF utilizados em cada caso, como a natureza das membranas filtrantes (orgânica x mineral), o fator de concentração (1,3 x 3,5) e o tamanho médio dos poros (10kDa x 50nm). Além disso, observou-se no presente estudo a presença de todas as proteínas do soro, o que pode indicar uma melhor eficiência do sistema de extração das proteínas quando comparado ao perfil eletroforético apresentado por esses autores.

2.4 Conclusões

- Os queijos frescos cremosos, independente do teor de gordura e condimentos utilizados, obtiveram índices de aceitabilidade superior a 70% para os atributos “sabor” e “textura”, indicando que os mesmos podem ser produzidos industrialmente.
- Por suas características organolépticas e químicas, o produto desenvolvido neste estudo pode, segundo a Portaria nº 146, de 07 de março de 1996, do Ministério da Agricultura, ser classificado como queijo fresco cremoso e magro, de muito alta umidade.
- O queijo resultante deste estudo, de acordo com a Portaria nº 574, de 8 de dezembro de 1998, do Ministério da Agricultura, apresenta características químicas semelhantes às do Queijo “Petit Suisse”.
- Como mostra o perfil eletroforético do retentado, os parâmetros de UF por membranas utilizados neste estudo, além do incremento no rendimento, propiciaram um aumento do teor protéico pela retenção da quase totalidade das proteínas do leite, e uma conseqüente melhoria de qualidade nutricional.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. Barueri: Manole, 2003, 135p.

AOAC - **Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17^a ed. USA: AOAC International, 2002.

APHA - **American Public Health Association**. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4^a ed. Washington DC., 2001.

BENITO, J. J. S. Processamento de leite desnatado por ultrafiltração e hiperfiltração. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, vol. 35, n. 212, p. 41 – 47, 1980.

BARBANO, D. M.; SCIANCALEPORE, V.; RUDAN, M. A. Characterization of Milk Proteins in Ultrafiltration Permeate. **Journal of Dairy Science**. Vol. 71, n° 10, 1988.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado Tipo C. **Instrução Normativa nº 51** de 18 de setembro de 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos. **Portaria nº 146**. Decreto nº 1.812 de 08 de fevereiro de 1996.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12/2001**. Decreto nº 3.029 de 16 de abril de 1999.

CUNHA, C.R.; VIOTTO, W.H; VIOTTO, L.A. Procedimento para a fabricação de queijo minas frescal de reduzido teor de gordura a partir de retentados de baixo fator de concentração. In: 4^o Congresso Ibero-americano em Ciência e Tecnologia de Membranas, 2003, Florianópolis. **Anais do 4^o CITEM**. Florianópolis: Imprensa Universitária, Jul/2003. p. 199-204. CD-ROM.

DRAKE, M.; SWANSON, B. Reduced and low-fat cheese technology: a review. **Trends in Food Science and Technology**. Vol. 6, p.366-369, 1995.

ERDEM, Y. K. Influence of ultrafiltration on modification of surface hydrophobic sites of the milk protein system in the course of renneting. **Journal of Food Engineering**, vol. 44, p. 63 – 70, 2000.

FAIRISE, J. F.; CAYOT, P. New ultrarapid method for the separation of milk proteins by capillary electrophoresis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 46, p.2628-2633, 1998.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2ª edição. Zaragoza: Editorial Acribia, 2000, 1258p.

HARBUTT, J.; DENNY, R. **Manual Enciclopédico do Queijo**. Lisboa: Editorial Estampa, 1999, 256p.

LAEMLLI, U. K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. **Nature**, vol. 227, n. 259, p. 680-685, 1970.

LOURENÇO, J. P. M. Textura da massa do queijo: fatores que influenciam e parâmetros de controle, **Food Ingredients** ano III, n. 17, p. 34 - 39, 2002.

MAHAUT, M.; KOROLKCZUK, J.; PANNETIER, R. & MAUBOIS, J. L. Eléments de fabrication de fromage de type pâte molle de lait de chèvre à caractère lactique par ultrafiltration de lait acidifié et coagulé. **Technique Laitière & Marketing**, n. 1011. p. 24-28, 1986.

MAUBOIS, J. L.; MOCQUOT, G. Application of membrane ultrafiltration to preparation of various types do cheese. **Journal of Dairy Science**, vol. 58, n.7, p. 1001-1007, 1974.

Mc GREGOR, J. U.; WHITE, C. H. Effect of enzyme treatment and ultrafiltration on the quality of low-fat cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, vol. 73, p. 571-578, 1990.

MUNK, A. V.; RODRIGUES, F.C. **Produção de derivados do leite**. Viçosa: CPT, 1997. 85p.

OLIVEIRA, J. S. **Queijo: fundamentos tecnológicos**. 2ª edição, São Paulo: Ícone, 1986, 145p.

PATEL, R. R.; REUTER, H.; PROKOPEC, D. Production of quark by ultrafiltration. **Journal of the Society of Dairy Technology**, vol. 39, n. 1. p. 27-31. 1986.

STRANGE, E. D.; MALIN, E. L.; HEKKEN, D. L. V.; BASCH J. J. Review: Chromatographic and electrophoretic methods used for analysis of milk proteins. **Journal of Chromatography**, vol. 624, p. 81-102, 1992.

TEPPER, B.; KUANG, T. Perception of fat in a milk model system using multidimensional scaling. **Journal of Sensory Studies**. Vol. 11, p. 175-190, 1996.

VEIGA, P. G.; VIOTTO, W. H. Fabricação de queijo petit suisse por ultrafiltração de leite coagulado. Efeito do tratamento térmico do leite no desempenho da membrana. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol. 21, n. 3, 2001.

WENDIN, K.; LANGTON, M.; CAOUS, L.; HALL, H. Dynamic analyses of sensory and microstructural properties of cream cheese. **Food Chemistry**, vol. 71, p. 363-378, 2000.

ZADOW, J. G. The effect of new technology on the nutritional value of dairy products. **Australian Journal of Dairy Technology**, vol. 39, p. 104 -108, 1984.

ANEXO 1

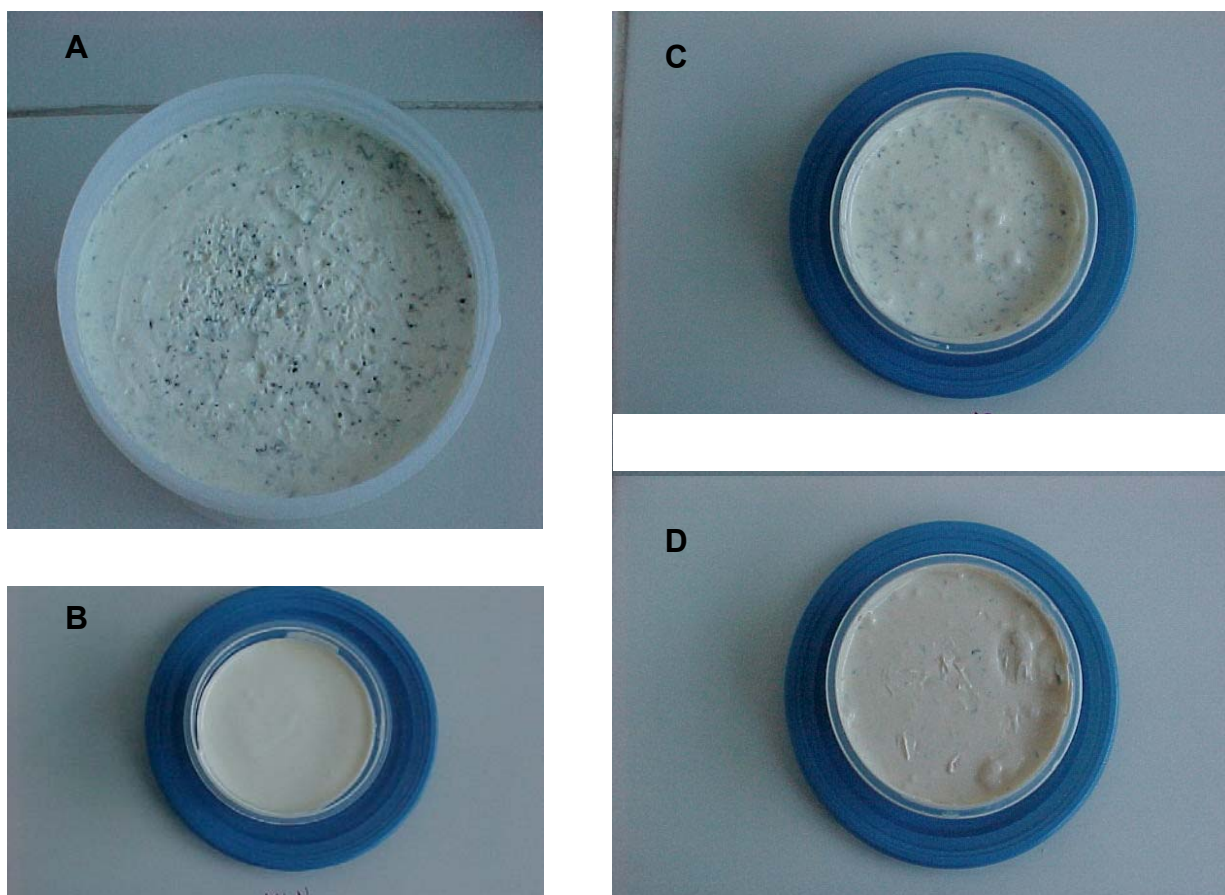


Figura A.1 - Aspecto dos queijos frescos cremosos produzidos: ervas finas (A), natural (B), alho e orégano (C) e tomate seco e cebolinha (D) (Acervo do autor)

ANEXO 2

ESCALA HEDÔNICA

Nome: _____ Data: ____/____/____

Instruções – Deguste cuidadosamente cada uma das 4 (quatro) amostras de QUEIJO e utilize a escala abaixo para expressar o quanto você gostou ou degostou do produto quanto aos quesitos SABOR e TEXTURA.

- 1 = desgostei muitíssimo
- 2 = desgostei muito
- 3 = desgostei moderadamente
- 4 = desgostei ligeiramente
- 5 = indiferente
- 6 = gostei ligeiramente
- 7 = gostei moderadamente
- 8 = gostei muito
- 9 = gostei muitíssimo

Código da amostra	Valor atribuído ao SABOR	Valor atribuído à TEXTURA
263		
638		
872		
437		

Comentários:

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA OBTIDA A PARTIR DE PERMEADO (*Chemical characterization and sensorial evaluation of a fermented lactic beverage obtained from permeate*)

Resumo

Permeado, obtido a partir da ultrafiltração de leite, foi usado para a elaboração de uma bebida fermentada, na tentativa de oferecer mais uma alternativa de aproveitamento do permeado, rico em lactose, vitaminas e sais minerais. A filtração foi realizada em uma unidade piloto da T.I.A.[®] (*Techniques Industrielles Appliquées*) até fator volumétrico de redução igual a 1,2, utilizando-se como meio filtrante uma membrana mineral de conformação tubular (MEMBRALOX[®], porosidade de 50 nm e área filtrante útil de 0,24 m²). Empregou-se pressão transmembrana (p_T), vazão média do permeado (Q_p), e temperatura (θ) iguais a 2 bar, 6 L.h⁻¹ e 35,5 ± 0,7°C, respectivamente. Fluxo de permeado (J_p) igual a 27 L.h⁻¹.m². O permeado foi dividido em dois tratamentos (T_1 = permeado + 6% de sacarose e T_2 = permeado + 10% de leite tipo C + 6% de sacarose). O produto de cada tratamento foi pasteurizado a 65°C / 30', acondicionado em garrafas de vidro de 500 mL, previamente esterilizadas e codificadas, inoculado com cultura probiótica (*Lactobacillus casei* subsp. *casei*), fechado e incubado até atingir pH \cong 4,5. Após a fermentação, as bebidas foram refrigeradas, coloridas e aromatizadas artificialmente. Para a avaliação sensorial foi adotado o teste de escala hedônica de 1 a 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo e 9 = gostei muitíssimo). Somente a bebida obtida do tratamento T_2 obteve índice de aceitabilidade acima de 70% (84,4%), podendo ser considerada de boa aceitação. Apresentou características químicas relevantes para a saúde humana, como elevado teor de cálcio, magnésio, potássio e sódio, podendo ser considerada um repositivo hidroelétrico. A bebida obtida do tratamento T_1 foi descartada, em função do seu baixo índice de aceitabilidade (inferior a 70%), em decorrência do sabor residual salgado observado pelos julgadores.

Palavras-chaves: leite, permeado, ultrafiltração, fermentação, bebida, repositivo hidroelétrico.

ABSTRACT

Milk permeate, obtained by ultrafiltration (UF), was employed to produce a fermented soft beverage as an alternative to the utilization of this permeate, which presents a high content of lactose, vitamins and mineral salts. The ultrafiltration was performed in a T.I.A.[®] (*Techniques Industrielles Appliquées*) pilot unit up to 1.2 of volumetric reduction factor, with a tubular mineral membrane (MEMBRALOX[®], 50 nm of pore diameter and 0.24 m² filtration area). The permeate flux was (J_p) 27 L.h⁻¹.m⁻² at 35,5 ± 0,7°C, using a transmembrane pressure (p_T) of 2 bar and a permeate flow rate of 6 L.h⁻¹. Two treatments were studied: treatment 1 (T₁) = permeate + 6% sucrose and treatment 2 (T₂) = permeate + 6% sucrose + 10% of milk (3% fat). Each treatment was pasteurized at 65°C/30' and distributed in 500 mL glass bottles previously sterilized and labelled. Afterwards, each volume was inoculated with a probiotic culture (*Lactobacillus casei* subsp. *casei*), closed and incubated up to pH 4.5. After fermentation, beverages were refrigerated and artificially coloured and flavoured. Beverages were then submitted to sensorial evaluation according to a hedonic scale (1 to 9, where: 1 = I disliked it very much and 9 = I liked it very much). Only treatment 2 (T₂) obtained an acceptability index higher than 70% (84,4%), being considered as a good quality beverage. This treatment presented chemical characteristics considered to be important for human health such as: high content of calcium, magnesium, potassium, and sodium. According to these results, this soft beverage may be classified as a hydroelectrolyte replacer. The T₁ beverage was disregarded because of its low acceptability index (less than 70%) due to a residual salty taste as indicated by the judges.

Key-words: milk, permeate, ultrafiltration, fermentation, beverage, hydroelectrolyte replacer.

3.1 Introdução

O fracionamento dos constituintes do leite por ultrafiltração resulta em derivados de grande valor comercial, como o retentado (fração concentrada composta por proteínas e gordura) e o permeado (fração diluída composta por lactose, sais minerais, eletrólitos, compostos nitrogenados e água). A fabricação de queijo pelo processo de ultrafiltração gera um grande volume de permeado (material filtrado), que irá variar com o fator de redução volumétrica (FRV) aplicado, o qual dependerá do tipo de queijo que se deseja fabricar. Por exemplo, em escala piloto, a produção aproximada de 20 kg de queijo obtidos por ultrafiltração de leite a um FRV igual a 3,5 gera 50 L de permeado, que poderá ser integralmente convertido em alguns produtos alimentícios, como bebidas lácteas e geléias.

O soro e o permeado de leite ultrafiltrado são agentes potentes de poluição que podem provocar a destruição da flora e da fauna, devido a sua alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (30.000 a 50.000 mg de oxigênio por litro). Valor esse que é aproximadamente 100 vezes maior do que o de um esgoto doméstico. Uma fábrica com produção média de 10.000 L de soro ou permeado por dia pode poluir o equivalente a uma população de 5.000 habitantes, caso esses materiais sejam descartados sem tratamento (RALPH, 1982).

O permeado de leite ultrafiltrado é uma fonte de macrominerais e eletrólitos como cálcio (Ca^{++}), magnésio (Mg^{++}), cloro (Cl^-), sódio (Na^+) e potássio (K^+), nutrientes necessários ao organismo, além de apresentar teores consideráveis de lactose, vitaminas do complexo B (ex.: riboflavina) e proteínas de alto valor biológico (MAHAN, KRAUSE e KRAUSE, 1998).

Pesquisas recentes estão voltadas para a utilização do permeado de leite ou de soro ultrafiltrado como fonte de nutrientes para o consumo humano, além de outras possibilidades de uso na área da Saúde e da Biotecnologia como repositor hidroeletrólítico e substrato para o crescimento de determinados microrganismos. Dentre essas pesquisas, pode ser citado um estudo feito por Bronstein e Monte Alegre (1998) que mostrou a viabilidade da utilização do permeado de soro de leite como substrato para o crescimento de fermento, em particular, o cultivo de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, suplementado com extrato de levedura e peptona.

Segundo Teixeira, Johnson e Zall (1983), o permeado de leite ultrafiltrado pode ser usado na produção de *molasses extenders*, ração animal, lactose hidrolisada (utilizada como substituto da sacarose), álcool combustível e gás metano. Coton, em 1980, estendeu ainda mais o seu uso sugerindo o emprego do permeado na produção de lactose em pó, *cattle licks*, cerveja e sorvetes. Olsen, em 1988, relatou a possibilidade de se obter derivados químicos a partir da lactose do permeado (lactitol, lactulase, ácido lactobiônico, acetona, butanol, etanol, 2,3-butileno glicol e muitos polissacarídeos). O'Donnell, em 1990, estudou a possibilidade de se converter a lactose em polímeros plásticos (COTON, 1980; OLSEN, 1988; O'DONNELL, 1990; *apud* GEILMAN *et al.*, 1992).

Diante das diversas alternativas de aplicação do processo de ultrafiltração do leite e do soro de leite, novas perspectivas para produção de derivados lácteos vêm aumentando o seu potencial tecnológico. Isso possibilita empreender estudos conjugados para a obtenção de produtos variados a partir de uma mesma matéria-prima. Tal procedimento fornece uma divisão dos constituintes do leite em percentuais adequados a cada produto.

Nesse âmbito, o objetivo principal deste estudo foi avaliar o potencial do permeado, resultante da ultrafiltração do leite a um baixo fator de concentração, para a obtenção de uma bebida láctea fermentada, refrescante e de baixa viscosidade.

3.2 Material e Métodos

As bebidas lácteas fermentadas desenvolvidas neste estudo foram fundamentadas nas pesquisas de Silva *et al.* (2001) e Geilman *et al.* (1992). Silva *et al.* avaliaram bebidas lácteas fermentadas elaboradas à base de soro de leite e Geilman *et al.* (1992) utilizaram permeado de leite ultrafiltrado e acidificado para a obtenção de uma bebida hidroeletrolítica.

3.2.1 Matéria-prima

O permeado resultante da ultrafiltração de leite pasteurizado tipo C com 3% de gordura, proveniente do mercado local, foi utilizado como matéria-prima na elaboração da bebida láctea fermentada.

3.2.2 Ultrafiltração

A ultrafiltração do leite foi realizada em uma unidade piloto da T.I.A.[®] (Figura 3.1), utilizando-se como meio filtrante uma membrana mineral de conformação tubular (MEMBRALOX[®], porosidade de 50 nm e área filtrante útil de 0,24 m²) até fator volumétrico de redução igual a 1,2. Empregou-se pressão transmembrana (pT), vazão de permeado (Q_p) e temperatura (θ) iguais a 2 bar, 6 L/h e 35,5 ± 0,7°C, respectivamente. Fluxo de permeado (J_p) igual a 27 L.h⁻¹.m⁻². A partir de 60 L de leite, obteve-se 10 L de permeado, os quais foram coletados para a elaboração das bebidas, e 50 L de retentado que foram congelados e armazenados em câmara fria (-10°C).

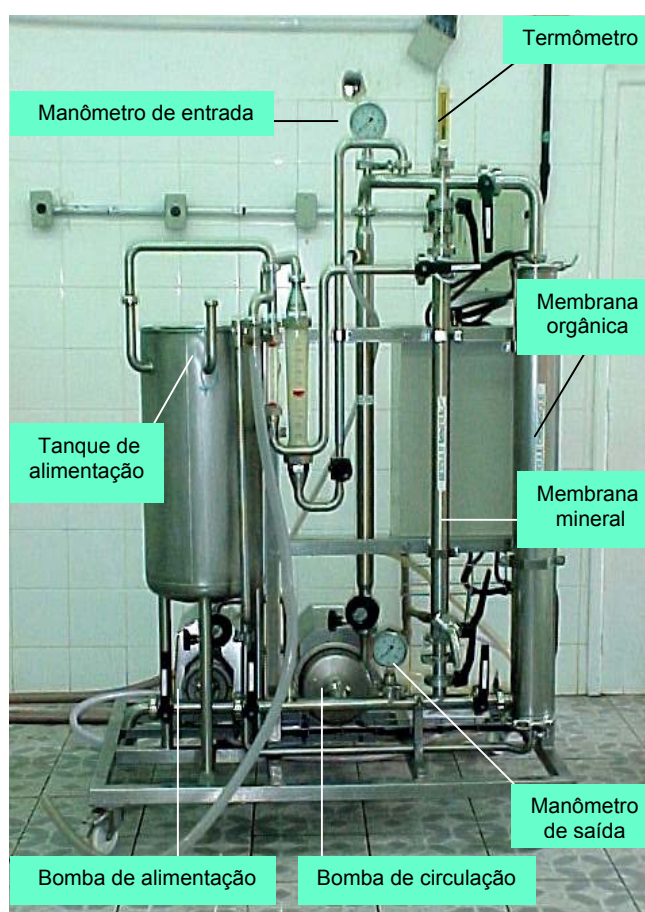


FIGURA 3.1 – Unidade piloto da *Techniques Industrielles Appliquées* (T.I.A.[®])
Fonte: acervo do autor

3.2.3 Elaboração das bebidas lácteas fermentadas

O permeado ultrafiltrado foi submetido a dois tratamentos: T_1 = permeado + 6% de sacarose e T_2 = permeado + 10% de leite tipo C + 6% de sacarose. As misturas foram, então, pasteurizadas a $65^\circ\text{C}/30'$, acondicionadas em garrafas de vidro de 500 mL, previamente esterilizadas e codificadas (12 unidades por tratamento). Após o acondicionamento do produto, cada recipiente foi vedado e submetido a um resfriamento em banho-maria até seu conteúdo atingir 35°C . Em seguida, o volume de cada recipiente foi inoculado com uma cultura probiótica (*Lactobacillus casei* subsp. *casei*), na proporção de 0,2% de fermento e incubado por aproximadamente 24h em estufa bacteriológica à temperatura de $36\pm 1^\circ\text{C}$, até 0,6% de acidez ($\text{pH} \cong 4,5$). O pH foi verificado a cada hora de incubação, usando-se um recipiente-controle por tratamento. Uma vez atingida a acidez desejada, a bebida fermentada foi imediatamente refrigerada para a interrupção do processo fermentativo e posterior adição de saborizante (Duas Rodas[®]). O produto foi armazenado sob refrigeração (5°C) até o momento das análises requeridas (microbiológica, química e sensorial). As bebidas dos dois tratamentos foram coloridas e aromatizadas artificialmente através da adição de saborizante (Duas Rodas[®]), contendo corantes amarelo crepúsculo e tartrazina e aroma artificial de abacaxi. O fluxograma de obtenção das bebidas encontra-se descrito na figura 3.2.

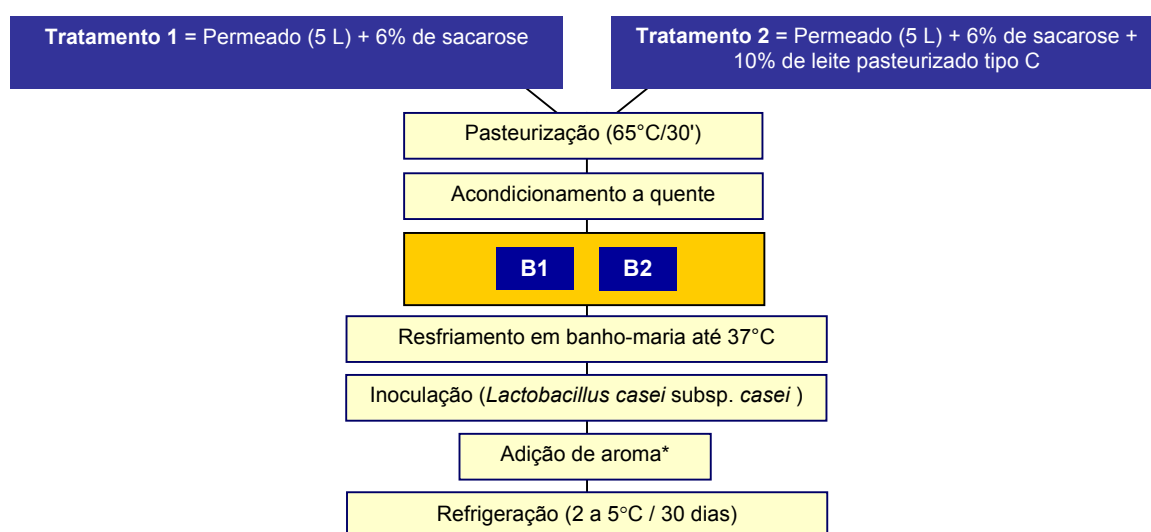


FIGURA 3.2 – Fluxograma de obtenção da bebida fermentada. *Conforme recomendações do fabricante.

3.2.4 Análise microbiológica

Segundo as normas definidas pela APHA (2001), determinou-se: número de coliformes a 35° e 45°C, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* sp. A análise foi realizada no Laboratório de Análises Microbiológicas do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFSC e a contagem total de bactérias lácticas viáveis (*Lactobacillus casei* subsp. *casei*) no Departamento de Microbiologia e Parasitologia da mesma instituição, utilizando-se meio Ágar de Man, Rogosa & Sharpe (MRS) *apud* Silva, Junqueira e Silveira (1997).

3.2.5 Análise sensorial

Amostras da bebida láctea fermentada, obtidas dos dois tratamentos (T₁ e T₂), foram avaliadas sensorialmente quanto ao atributo sabor. Foi utilizado o teste de escala hedônica estruturada de 9 pontos, sendo o limite superior igual a 9 para a avaliação “gostei muitíssimo” e o limite inferior igual a 1 para a avaliação “desgostei muitíssimo”. O teste de aceitação foi aplicado a uma equipe formada por 60 julgadores não treinados, utilizando-se o modelo experimental de blocos casualizados. O teste foi aplicado em cabines individuais e as amostras foram servidas à temperatura de refrigeração (5°C) em copos de plástico descartáveis de 50 mL, devidamente codificados (numerados com 3 dígitos). Foi utilizada água mineral para a remoção de eventual sabor residual entre uma amostra e outra. Cada julgador preencheu uma ficha de avaliação (ANEXO 1) para expressar sua opinião.

3.2.6 Análise química

Leite, permeado e bebida láctea fermentada (T₂) foram submetidos à análise química, segundo normas definidas pela AOAC (2002), compreendendo as seguintes determinações: % umidade (33.7.04), % extrato seco total (33.2.09), % proteínas totais (33.2.11), % lipídeos (33.2.27A), % resíduo mineral fixo (33.2.10), % glicídios redutores em lactose e o teor de carboidratos, calculado por diferença. Foi determinado o percentual de sais minerais da bebida T₂: cloretos (IAL, pg. 36-37; magnésio (AOAC, n.930.34); potássio (AOAC, 969.23) e sódio (AOAC, 969.23). As

determinações de ferro e cálcio foram feitas em espectrofotômetro de absorção atômica em aparelho Perkin Elmer (Analyst 300) pelo Laboratório de Análises Químicas da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina – CIDASC.

3.2.7 Análise estatística

Os resultados da análise sensorial foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com auxílio do Software *Statgraphic for Windows* (Manugistics®).

3.3 Resultados e Discussão

A figura 3.3 mostra o permeado e as bebidas resultantes dos tratamentos T₁ e T₂ após o processo fermentativo. A figura 3.4 mostra a bebida resultante do tratamento T₂, colorida e aromatizada artificialmente.



Figura 3.3 – Amostra de permeado e de bebidas lácteas fermentadas (T₂ e T₁). **Fonte:** acervo do autor.



Figura 3.4 – Bebida láctea fermentada (T₂), colorida e aromatizada artificialmente. **Fonte:** acervo do autor.

3.3.1 Avaliação microbiológica

A bebida produzida satisfaz os padrões de qualidade quanto aos parâmetros analisados (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* sp.). A contagem total de bactérias lácticas viáveis (*Lactobacillus casei* subsp. *casei*) foi igual a 10⁸ UFC.mL⁻¹ no produto final, atendendo às exigências do

Regulamento Técnico de Qualidade e Identidade de Qualidade de Bebidas Lácteas (RIISPOA, 1991) para poder receber a denominação de bebida láctea fermentada.

3.3.2 Avaliação Sensorial

O sabor uniforme característico de um produto lácteo fermentado é o resultado de uma complexa interação entre a matriz do leite e os compostos formados durante a fermentação da lactose e do citrato por parte das culturas lácticas aplicadas (FERREIRA, 2001). Os resultados do teste sensorial aplicado para as bebidas dos tratamentos T₁ e T₂ encontram-se na tabela 3.1.

TABELA 3.1 – Notas médias e índice de aceitabilidade das bebidas obtidas a partir do permeado ultrafiltrado a FRV igual a 1,2.

Tratamento	Nota média	Índice de aceitação (%)
T ₁	5,03 b	55,9
T ₂	7,60 a	84,4

Os valores representam a média de 60 julgamentos por tratamento. Médias, na mesma coluna, seguidas por letras iguais, não diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A bebida resultante do tratamento T₂, contendo 10% de leite tipo C, foi considerada aceitável conforme os resultados do teste de escala hedônica aplicado (Tabela 3.1) e obteve índice de aceitabilidade igual a 84,4%, superior ao índice de aceitabilidade de 79% atribuído ao produto desenvolvido por Silva *et al.* (2001), bebida láctea acidificada com ácido cítrico e elaborada a partir de permeado de leite obtido por ultrafiltração a um FRV = 2.

A bebida resultante do tratamento T₁, sem adição de leite, foi considerada não aceitável, com um índice de aceitabilidade de 55,9%, em decorrência do sabor residual salgado, conforme as observações dos julgadores. Contudo, na bebida obtida do T₂, esse sabor foi praticamente mascarado pela adição de 10% de leite.

Segundo Drake e Swason (1995), além da adição de leite, a ação microbiana pode ter contribuído para a redução do sabor amargo pelo aumento das concentrações de peptídeos e precursores voláteis do *flavour*.

3.3.3 Caracterização e avaliação química

Sob o ponto de vista nutricional, a bebida relativa ao tratamento T₂, apresentou composição química relevante para a saúde humana, por conter quantidades significativas de eletrólitos, minerais e água, responsáveis pela regulação da pressão osmótica da célula, mantendo o equilíbrio hídrico do organismo, além de proteínas de alto valor biológico, conforme mostra a tabela 3.2.

TABELA 3.2 – Composição química da bebida láctea fermentada (T₂) feita a partir de permeado de leite UF + 10% de leite pasteurizado tipo C.

Determinações Químicas	% Médio
Umidade	93,3 g
Gorduras Totais	0,27 g
Proteínas Totais	0,24 g
Carboidratos Totais	5,81 g
Resíduo Mineral Fixo	0,38 g
Glicídios Redutores em Lactose	2,78 g
Cloreto (Cl ⁻)	0,18 mg
Cálcio (Ca ⁺⁺)	16,4 mg
Magnésio (Mg ⁺⁺)	4,78 mg
Potássio (K ⁺)	113,3 mg
Sódio (Na ⁺)	49,7 mg
Ferro (Fe ⁺⁺⁺)	0,03 mg

Geilman *et al.* (1992) desenvolveram uma bebida a partir de permeado ultrafiltrado a um FRV igual a 2 e massa molar de corte igual a 20 kDa, acidificada com ácido cítrico, cujos resultados foram bastante próximos aos da bebida obtida neste estudo, com exceção do teor de sódio que foi 57,5% inferior (Tabela 3.3).

TABELA 3.3 – Comparação da composição química de duas bebidas lácteas elaboradas a partir de permeados obtidos por ultrafiltração de leite: bebida desenvolvida por Geilman et al & bebida obtida do tratamento T₂ em estudo.

Composição química	Bebida láctea acidificada*	Bebida láctea fermentada (T ₂)**
	% Médio	% Médio
Extrato Seco Total	4,59 g	6,70 g
Resíduo Mineral Fixo	0,40 g	0,38 g
Cálcio (Ca ⁺⁺)	15 mg	16,4 mg
Magnésio (Mg ⁺⁺)	4,3 mg	4,78 mg
Potássio (K ⁺)	116,6 mg	113,3 mg
Sódio (Na ⁺)	28,6 mg	49,7 mg

* Geilman *et al.* (1992); ** Produto obtido do presente estudo.

Conforme a Portaria nº 29 do Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Alimentos para Fins Especiais (BRASIL, 1998^a), o produto apresenta características mínimas de qualidade exigidas para alimentos destinados à dietas com restrição de gorduras. Pode, ainda, de acordo com a Portaria nº 222 do Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Alimentos para Praticantes de Atividade Física (BRASIL, 1998^b), ser considerado um repositor hidroeletrólítico, comparada à água de coco verde como mostra a tabela 3.4.

TABELA 3.4 - Composição da água de coco verde e da bebida láctea fermentada do tratamento T₂.

Constituintes	Água de coco anão verde com 7 meses de idade*	Bebida láctea fermentada (T ₂)**
	% Médio	% Médio
Calorias	27,51 kcal	26,63 kcal
Extrato Seco Total	5,84 g	6,70 g
Proteínas	0,37 g	0,24 g
Carboidratos	5,06 g	5,81 g
Lipídios	0,64 g	0,27 g
Sódio	7,05 mg	49,7 mg
Potássio	156,86 mg	113,3 mg
Cálcio	17,1 mg	16,4 mg
Magnésio	4,77 mg	4,78 mg
Ferro	0,04 mg	0,03 mg
Corante	Isento	Contém
Aromatizante	Isento	Contém
Conservante	Isento	Isento

* Fonte: ROSA e ABREU (1999); ** Produto obtido do presente estudo.

Em decorrência de menores teores de carboidratos, proteínas e lipídeos, a bebida em estudo (T₂) apresentou valor calórico um pouco inferior ao da água de coco verde, assim como o teor de cálcio. O percentual de cálcio encontrado na bebida (16,4 mg/100mL) foi similar ao de frutas como maçã (15 mg/100g) e pêra (16 mg/100g), mas foi bem inferior ao do leite comum, que contém em torno de 266 mg/100mL) (ANDERSON *et al.*, 1988), sugerindo uma significativa retenção de cálcio após o processo de ultrafiltração.

Os teores de ferro e magnésio encontrados na bebida do T₂ foram similares aos da água de coco verde. Tanto a água de coco verde como a bebida em estudo

(T₂) podem ser consideradas fontes de Mg⁺⁺, cátion que participa da atividade eletrolítica da célula, desempenhando papel importante no equilíbrio ácido-básico.

A bebida T₂ apresentou uma quantidade de magnésio (4,78 mg/100mL) próxima aos percentuais de magnésio do leite materno e do mel de abelha (5 mg/100mL). O leite bovino contém em média 16 mg/100mL de magnésio e os queijos, em geral, apresentam 45 mg/100g desse mineral em sua composição.

O magnésio desempenha um papel muito importante na Medicina Preventiva como a proteção contra doenças cardiovasculares, o controle da tensão pré-menstrual, prevenção de cálculos renais (quando formados por sais de cálcio), próstata, depressão, eficaz no tratamento de convulsões em gestantes e no controle de doenças nervosas e neuromusculares (estresse). Além desses benefícios, o magnésio tem participação comprovada nas trocas celulares ou metabólicas (assimilação e desassimilação) das proteínas, dos açúcares, lipídeos, etc. e uma reconhecida ação antiinflamatória (SPITZNER, 1999).

Houve uma diferença de 27,8% de potássio a menos para a bebida T₂ em estudo quando comparada com o teor de potássio da água de coco verde analisada por Rosa e Abreu (1999). O percentual de sódio determinado na bebida T₂ indica que houve uma permeabilidade aproximada de 45% do teor de sódio do leite que lhe deu origem. Esse percentual foi equivalente a 49,7 mg/100mL de bebida, 85,81% superior ao da água de coco verde, como pode ser visto na tabela 3.4. Embora os percentuais de sódio e potássio sejam divergentes, ambos os alimentos são fontes desses eletrólitos e podem ser considerados como repositores hidroeletrólíticos.

O percentual de ferro (0,03 mg/100mL) da bebida não foi relevante para a dieta humana, cuja necessidade diária para uma dieta de 2000 Kcal correspondeu somente a 0,2% (ANDERSON *et al.*, 1988).

Analisando de forma mais geral, um frasco de 500 mL da bebida desenvolvida fornece teores razoáveis dos minerais analisados e quantidades significativas de eletrólitos (sódio e potássio) de grande valor nutritivo e funcional (ANEXO 2).

3.4 Conclusões

- Este estudo mostrou que é possível elaborar bebidas fermentadas a partir de permeado ultrafiltrado de leite, obtido a um FRV 1,2, adicionadas de 10% de leite tipo C, com boa aceitabilidade.
- Tendo em vista sua composição química, esta bebida também pode ser considerada um repositor hidroeletrolítico, utilizado com a finalidade de refrescar, repor água, carboidratos, vitaminas e sais minerais eliminados pela transpiração durante atividades físicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, I.; DIBBLE, M. V.; TURKKI, P. R.; MITCHELL, H. S.; RYNBERGEN, H. J. **Nutrição**. Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara S.A., 1988, 737 p.

AOAC - **Association of Official Analytical Chemist**: Official Methods of Analysis of AOAC International. 17^a ed. USA: AOAC International, 2002.

APHA - **American Public Health Association**: Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4^a ed. Washington DC, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Alimentos para Fins Especiais. **Portaria nº 29**, de 13 de janeiro de 1998a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Alimentos para Praticantes de Atividade Física. **Portaria nº 222**, de 24 de março de 1998b.

BRONSTEIN, V.; MONTE ALEGRE, R. Estudo dos parâmetros da ultrafiltração de permeado de soro de queijo fermentado por *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol. 18, n. 1, Jan./Apr., 1998.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2^a edição. Zaragoza (España): Editorial ACRIBIA, S. A., 2000, 1258p.

DRAKE, M. A.; SWANSON, B. G. Reduced- and low-fat cheese technology: a review. **Trends in Food Science & Technology**, vol. 6, p. 366-369, Nov., 1995.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2^a edição. Zaragoza: Editorial Acribia, 2000, 1258p.

FERREIRA, C. L. L. F. **Produtos lácteos fermentados**: aspectos bioquímicos e tecnológicos. Viçosa: Editora UFV, 2001, 112p.

GEILMAN, W. G.; SCHMIDT, DON; HERFURTH-KENNEDY, C.; PATH, J.; CULLOR, J. Production of an electrolyte beverage from milk permeate. **Journal Dairy Science**, vol. 75, n. 9, p. 2364-2369, 1992.

MAHAN; KRAUSE, L.; KRAUSE. **Alimentos, Nutrição & Dietoterapia**, 9ª edição, São Paulo: Roca, 1998.

RALPH, W. Profits in whey. **Rural Research**, n.116, p.22-27, 1982.

RIISPOA - Regulamento da Inspeção Industrial e sanitária de Produtos de Origem Animal. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas**. Resolução nº 001 de 05 de julho de 1991.

ROSA, M. de F.; ABREU, F. A. P. de. **Água de coco: métodos de conservação**. Fortaleza: Embrapa - CNPAT, 1999. 35p. (Embrapa - CNPAT. Documentos,)

SILVA, M. R.; FERREIRA, C. L. L. F.; COSTA, N. M. B.; MAGALHÃES, J. Elaboração e avaliação de uma bebida láctea fermentada à base de soro de leite fortificada com ferro. **Anais do XVIII Congresso Nacional de Laticínios**, vol. 56, nº 321, JUL/AGO de 2001, Juiz de Fora, Minas Gerais.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A; SILVEIRA, N. F. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997.

SPITZNER, R. **O magnésio na saúde**. 2ª ed. Curitiba: Champagnat, 1999.

TEIXEIRA, A. A.; JOHNSON, D. E.; ZALL, R. R. New uses for lactose permeate. **Food Eng.** 55 (5):110, 1983.

ANEXO 1**ESCALA HEDÔNICA**

Nome: _____ Data: ____/____/____

Instruções – Deguste cuidadosamente cada uma das 2 (DUAS) amostras de BEBIDA LÁCTEA e utilize a escala abaixo para expressar o quanto você gostou ou degostou do produto quanto ao quesito SABOR.

- 1 = desgostei muitíssimo
- 2 = desgostei muito
- 3 = desgostei moderadamente
- 4 = desgostei ligeiramente
- 5 = indiferente
- 6 = gostei ligeiramente
- 7 = gostei moderadamente
- 8 = gostei muito
- 9 = gostei muitíssimo

Código da amostra	Valor atribuído ao SABOR
263	
647	

Comentários:

ANEXO 2

INGREDIENTES: Permeado de leite ultrafiltrado, sacarose, cultura probiótica e saborizante (ingredientes: amido modificado, acidulantes ácido fumárico e ácido cítrico, aroma artificial de abacaxi, corantes artificiais amarelo crepúsculo e tartrazina).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Porção de 500 mL

Quantidade por Porção	% VD (*)	
Valr Calórico	184,3 kcal	9,2
Carboidratos	29,0 g	9,7
Glicídios Redutores em Lactose	13,9 g	-
Resíduo Mineral Fixo	1,9 g	-
Proteínas	1,2 g	1,6
Gorduras Totais	1,5 g	2,7
Gord. Saturadas	0,0 g	0
Fibra Alimentar	0,0 g	0
Potássio	566,5 mg	-
Sódio	248,5 mg	10
Cálcio	82,0 mg	8
Magnésio	23,9 mg	9
Cloreto em Cl	0,9 mg	-
Ferro	0,15 mg	1

*Valores Diários de Referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo das necessidades energéticas.