

GERSON RIBEIRO HOMEM

**AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA E  
ANÁLISE LOCACIONAL DE UNIDADE PROCESSADORA  
DE SORO DE QUEIJO EM MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como Parte das Exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2004

GERSON RIBEIRO HOMEM

**AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA E ANÁLISE  
LOCACIONAL DE UNIDADE PROCESSADORA DE SORO DE  
QUEIJO EM MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como Parte das Exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 27 de fevereiro de 2004

---

Prof. José Carlos Gomes, PhD.  
(Conselheiro)

---

Prof. Heleno do Nascimento Santos, D.S.

---

Prof. Ronaldo Perez, D.S.

---

Prof.<sup>a</sup> Eliane Calomino Gonçalves, D.S.

---

Prof. Carlos Arthur Barbosa da Silva, PhD  
(Orientador)

Sou um sonhador, sim eu sou. Espero e desejo que todos alcancem a felicidade, dentro de suas possibilidades econômicas, culturais, étnicas e sociais.

Pois, sei que não sou o único a pensar nesta probabilidade.

O nosso singelo planeta um dia deixará de existir.

Até lá, sonho que os habitantes deste mundo, pratiquem a não existência de fronteiras, e que não haja países, guerras, injustiças e desigualdades.

Sonho que os nossos futuros herdeiros consigam atingir a fraternidade, a igualdade, à seriedade, a liberdade e fundamentalmente, a integração e união.

Pois, caso isso não venha acontecer, seremos extintos, por não deixarmos este maravilhoso planeta que vivemos, sendo portanto, transformados em poeira cósmica.

Porquê não ser bom, justo, fraterno, honesto, verdadeiro, ético, ... , feliz??....

Porquê?? Continuo a SONHAR, pois ainda estou vivo.

Gerson Ribeiro Homem

Obrigado e desejo que você uni-se a nós.

Gostaria de dedicar esta tese a um cidadão Brasileiro.

Nasceu em Ourinhos em 14 de julho de 1913 e a partir dos seus oito anos de idade começou a ajudar seu pai no campo.

Como não havia escola nas redondezas onde morava, não teve condições de estudar quando garoto.

Como era dedicado, aproveitou a oportunidade em uma das vezes que foi a cidade, conseguiu uma cartilha “Caminho Suave” e aprendeu a ler e escrever sozinho.

Trabalhou no campo com sua família até casar-se com Adalgisa com a qual viveu por 60 anos. As suas vidas não foram nada fácil, sempre trabalhando nas fazendas colhendo café, algodão, amendoim, etc. e derrubada de árvores para produzir dormentes, sofreram muito, passaram necessidades, mas nunca se separaram, criaram sete filhos (4 filhas e 3 filhos) sendo eu o caçula.

Ele sempre passou para todos que o conheceram, um exemplo de honestidade, humildade, seriedade e patriotismo, amava seu país. Sofria com as decisões erradas tomadas pelos governantes, ficava muito triste com as desonestidades dos políticos, primava pelo cumprimento do dever, lembro-me dele dizer “Filho, nunca deixe de pagar o que você compra, nunca tire nada de ninguém, consiga com o suor de seu trabalho”, ainda me lembro de suas palavras “Filho, sempre respeite as pessoas, todas as pessoas, tá ouvindo? Você não perde nada por ser bom”.

Viveu 89 anos entre nós e será sempre um exemplo de ser humano, cidadão brasileiro e um pai maravilhoso. Foi, será e continuará sendo um referencial para mim a ponto de chamá-lo de Sr. JOÃO RIBEIRO HOMEM meu **papai herói** (*In memorium*) e minha Mamãe Sra. ADALGISA FÉLIX RIBEIRO. Muito obrigado por tudo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os contribuintes brasileiros que me permitiram estudar na universidade pública ao longo da graduação (Eng. de Alimentos), mestrado (Ciência e Tecnologia de Alimentos – Área de Embalagens de Alimentos) e doutorado (Ciência e Tecnologia de Alimentos – Área de Informática Aplicada à Agroindústria de Alimentos e Bebidas).

A Universidade Federal de Viçosa (U.F.V), onde passei um terço dos melhores anos de minha vida, local em que tive o contato e ensinamentos com os melhores professores do país nas áreas: engenharia, ciência e a tecnologia de alimentos e outras, aproveitando, dentro do possível, todo o potencial tecnológico que a universidade disponibiliza. É e sempre será um marco e referencial em minha vida e para a minha família. Tenho muito amor e carinho e principalmente respeito e orgulho. As três letras que compõe o seu nome (U.F.V) são de peso e não é para qualquer um ostentá-las.

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos que disponibilizou toda sua infraestrutura (laboratórios, técnicos e materiais) para que pudesse desenvolver este trabalho. Ao seu grande quadro de docentes, que não medem esforços para que os acadêmicos tenham o de melhor, realmente, posso sentir muito orgulho de ter sido orientados por todos que o compõe. Não posso esquecer dos funcionários que sempre estiveram prontos para me atender, não citarei nomes, mas todos que me conheceram, posso afirmar que vocês sempre serão lembrados, muito obrigado.

Ao Professor Carlos Arthur Barbosa da Silva, pela oportunidade e a confiança da missão dada a minha pessoa, para estudar o assunto agora publicado nesta tese. Sempre mostrou ser um referencial, como professor, orientador, pesquisador e ser humano. Fico muito agradecido por ser seu orientado.

Fico agradecido pela dedicação e profissionalismo dos professores membros da Banca de Tese Prof. que não pouparam esforços para que eu realizasse esta tese, fico imensamente agradecido.

Aos professores membros da banca de Qualificação Prof. PPhD José Carlos Gomes, Prof. PPhD Sebastião César C. Brandão, Prof. DSc Gilberto Paixão Rosado e Prf. DSc Heleno do Nascimento Santos, que em seus questionamentos muito contribuíram para busca de dados e informações que ajudaram a compor este estudo, fico muito grato.

A minha querida mamãe Adalgisa Félix Ribeiro e irmãs Geni Ribeiro e Éster Ribeiro Pereira que sempre rezaram, torceram e me ajudaram nos momentos difíceis, principalmente nos dois últimos anos, jamais esquecerei. Ao meu sobrinho Marco Aurélio Pereira, a minha sogra Clarita Marcolam Zucolotto, aos cunhados Edésio José Zucolotto e cunhada Marcelina Maria Zucolotto Cazeli.

Agradeço a minha esposa Marta Helena Zucolotto e aos meus filhos Matheus e João Paulo Zucolotto Homem e minha filha Stephanie Zucolotto Ribeiro que me perdoam por ter sido um pai diferente, de não ter dado a devida atenção nestes anos de compromisso a este trabalho que foi uma constante em minha cabeça. Fiquem sabendo que sempre amei e amarei vocês, espero retribuir, pois o tempo dedicado ao estudo foi por uma boa causa, buscar melhoria de vida para todos nós.

Aos meus amigos eternos Orlando Lemos Cardoso (Administrador de Empresas), Olímpio Lemos Cardoso (Economista), Sérgio Carvalho (DSc Químico Industrial), Pedro Lemos de Marco (Advogado) e Luis (Advogado) membros da OLC Consultores Associados e ao meu sobrinho Walter R. Homem Junior que me incentivaram para que eu não fraquejasse, dando toda força para eu terminar este estudo, jamais os esquecerei, muito grato.

Ao meu amigo de sempre Prof. DSc Wagner Campos Otoni (U.F.V) que sempre será uma pessoa que tenho carinho e admiração por estes vinte e quatro anos de amizade, muito grato Franz por tudo.

Agradeço também aos colegas que vivenciaram comigo durante estes anos todos durante a realização do curso tais como: Márcio (Santa Rosa), José Cardoso, Hamilton, Renatinho e a todos que fiz amizade, grato pela ajuda e companheirismo.

Não vou esquecer de agradecer aos proprietários e aos também amigos clientes do Restaurante Cedrus, pela companhia dia-a-dia no horário do almoço durante três anos, muito obrigado, vocês sempre estarão em nossas lembranças.

## **BIOGRAFIA**

GERSON RIBEIRO HOMEM, filho de João Ribeiro Homem e Adalgisa Félix Ribeiro, nasceu em Presidente Epitácio, Estado de São Paulo, no dia 31 de dezembro de 1959.

Iniciou os estudos no Estado de São Paulo, onde cursou o primário, e em 1971 mudou-se para Campo Grande (MS), onde terminou o segundo grau no Colégio Dom Bosco. Em 1980, iniciou o curso de Engenharia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa (MG), graduando-se em 16 de dezembro de 1984.

Em março de 1985, iniciou o curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciência e Tecnologia de Alimentos, na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em 16/12/1987 e titulando-se em julho de 1988. No mesmo ano em novembro/85 casou-se com Marta Helena Zucolotto com que tem três filhos (Stephanie, Matheus e João Paulo) formando uma nova família (Zucolotto Homem).

Nos dez anos após a defesa de tese de Mestrado, participou em várias áreas e setores produtivos como: Professor Universitário, Engenheiro de Alimentos e Consultor em unidades industriais, tentando sempre prestar bons serviços.

Em 1997, candidatou-se para fazer o curso de Doutorado na U.F.V/MG, iniciando em fevereiro de 1998, defendendo a tese na data de 27/02/2004.

Atualmente dedica-se a consultoria agroindustrial na OLC Consultores Associados Ltda. em Campo Grande (MS) e continuará no ensino universitário, pois acredita que é uma das poucas formas de melhoria deste nosso país. Acredita que a Região Centro-Oeste é a mais próspera para o setor agroindustrial do mundo.

Considera-se um UFVeano verdadeiro, pois fez a graduação, mestrado e doutorado na U.F.V/MG.

## CONTEÚDO

	<b>Página</b>
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xi
LISTA DE QUADROS.....	xii
LISTA DE TABELAS.....	xiv
LISTA DE FIGURAS.....	xvi
RESUMO.....	xix
ABSTRACT.....	xxii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos.....	4
1.1.1. Geral.....	4
1.1.2. Específicos.....	4
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Soro lácteo.....	5
2.1.1. Composição química do soro.....	6
2.1.2. Tipos de soro.....	10
2.1.3. Quantificação do soro de leite .....	11
2.1.4. Componentes do soro de leite.....	12
2.1.5. Aspectos nutricionais do soro de leite.....	12
2.1.6. Proteínas do leite e derivados.....	13
2.1.6.1. Proteína do soro do leite de vaca.....	22
2.1.6.2. Principais enzimas do leite.....	33

2.1.7. A relação entre propriedades funcionais e a funcionalidade protéica em produtos alimentícios.....	34
2.1.8. Propriedades funcionais de produtos de soro.....	35
2.1.9. Propriedades funcionais da lactose .....	39
2.1.10. Funcionalidade protéica em produtos alimentícios.....	41
2.1.11. Proteínas do soro como ingrediente essencial para alimentos .....	42
2.1.12. Destino do soro dado pelos laticínios em Minas Gerais .....	43
2.2. Questão ambiental.....	44
2.2.1. Resíduos industriais .....	44
2.2.2. Políticas ambientais.....	46
2.2.3. Alternativas gerenciais .....	49
2.2.4. Prevenção da poluição.....	49
2.2.5. Minimização de resíduos .....	50
2.2.6. Tecnologias limpas.....	52
2.2.7. Produzir sem poluir .....	52
2.2.8. Valorizar o resíduo.....	53
2.2.9. Tratamento e disposição.....	53
2.2.10. Aspectos ambientais na indústria de laticínios.....	54
2.3. Principais processos utilizados no processamento do soro.....	57
2.3.1. Secagem por atomização.....	57
2.3.2. Concentração a vácuo .....	63
2.3.3. Tecnologia de membrana .....	63
2.3.3.1. Tecnologia de membrana na indústria de laticínios.....	67
2.3.4. Osmose reversa e ultrafiltração.....	69
2.3.5. Ultrafiltração e osmose reversa aplicada ao soro de leite .....	70
2.3.6. Microfiltração.....	72
2.3.7. Eletrodialise .....	74
2.3.8. Troca iônica.....	74
2.3.9. Cristalização.....	74
2.4. Importância econômica .....	75
2.5. Aproveitamento do soro de leite .....	76
2.5.1. Principais aplicações dos produtos.....	79
2.6. Importação de lácteos .....	88
2.6.1. Importação de soro de leite.....	89
2.7. Estudo de viabilidade .....	90
2.7.1. Método do <i>pay-back</i> .....	92
2.7.2. Método do valor presente líquido (VPL) .....	93
2.7.3. Método da taxa interna de retorno (TIR) .....	93
2.8. Estudos matemáticos de dimensionamento.....	94

2.8.1. A viabilidade do tamanho .....	95
2.8.2. A escolha do tamanho ótimo.....	95
2.9. Estudos de localização de unidades industriais.....	96
2.9.1. Localização no Brasil.....	100
2.9.2. Localização na indústria de laticínios .....	102
2.10. Modelagem.....	104
2.11. Sistema de informação geográfica (SIG) .....	105
2.11.1. Feição, atributo e valor.....	107
2.11.2. Coleta de dados .....	108
2.11.2.1. Técnicas de coleta de dados .....	108
2.11.3. Fundamentos dos sistemas de informação .....	109
2.11.4. Uso combinado de SIGs e técnicas de pesquisa operacional.....	110
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	114
3.1. Dados e informações .....	114
3.1.1. Definição do problema.....	115
3.2. Estudo de viabilidade .....	116
3.2.1. Estudo de mercado .....	118
3.2.2. Definição dos produtos e fluxo de processo.....	119
3.2.3. Análise de sensibilidade.....	120
3.3. Análise locacional .....	120
3.4. Determinação do volume do soro nas unidades geradoras .....	125
3.4.1. Cálculo dos volumes de soro destinado à bebida láctea, ricota alimentação animal .....	126
3.5. Distribuição das empresas nas doze mesorregiões.....	127
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	128
4.1. Análise dos dados.....	128
4.1.1. Produção de leite em Minas Gerais.....	128
4.1.2. Distribuição geográfica das indústrias de laticínios.....	130
4.1.3. Capacidade de recebimento de leite pelas empresas.....	133
4.1.4. Industrialização de leite no estado de Minas Gerais .....	135
4.1.4.1. Produção de queijo.....	137
4.1.4.2. Produção de queijo por mesorregião do estado de Minas Gerais.	139
4.1.4.3. Estimativa da disponibilidade de soro gerado nas unidades consideradas.....	141

4.1.4.4. Volume do soro utilizado em bebidas lácteas .....	141
4.1.4.5. Volume do soro utilizado para alimentação animal .....	143
4.1.4.6. Volume do soro utilizado na produção de ricota .....	144
4.1.4.7. Produção de soro de queijo em pó .....	144
4.1.4.8. Oportunidades de aproveitamento do excesso de soro .....	145
4.1.4.9. Contribuição dos laticínios em estudo na redução de importação de soro em pó.....	148
4.2. Dimensionamento da unidade processadora .....	148
4.2.1. Principais fornecedores de equipamentos .....	149
4.2.2. Seleção do conjunto de equipamentos .....	151
4.3. Análise da viabilidade técnico-econômica.....	152
4.3.1. Análise dos investimentos.....	153
4.3.1.1. Investimento fixo .....	153
4.3.1.2. Capital de giro .....	153
4.3.2. Análise de custos.....	155
4.3.2.1. Custos fixos.....	155
4.3.2.2. Custos variáveis .....	156
4.3.2.3. Custos totais de produção .....	158
4.3.3. Receitas .....	159
4.3.4. Fluxo de caixa .....	160
4.3.5. Taxa interna de retorno .....	163
4.3.6. Tempo do retorno de capital .....	163
4.3.7. Valor presente líquido .....	164
4.3.8. Ponto de nivelamento.....	164
4.3.9. Análise de sensibilidade.....	165
4.4. Análise locacional .....	170
4.4. Análise dos resultados.....	174
5. CONCLUSÃO .....	180
6. TRABALHOS FUTUROS .....	183
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	184
ANEXOS .....	195

## LISTA DE ABREVIATURAS

CETEC:	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
CIP:	Cleaning in Place
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ETE:	Estação de Tratamento de Esgoto
FAO:	Food and Agricultural Organization
FC:	Fosfato de Cálcio
FOB:	Preço Posto Fábrica (Free on the Board)
GATT:	Acordo Geral de Tarifas e Comércio
IBGE:	Instituto de Geociência Aplicadas
IEP:	Índice de Eficiência Protéica
IRR:	Internal Return Rate
MERCOSUL:	Mercado Comum do Cone Sul
NF:	Nanofiltração
NPV:	Net Present Value
OR:	Osmose Reversa
pI:	pH no Ponto isoelétrico.
pH:	Potencial de Hidrogênio
PIB:	Índice Bruto
PO:	Pesquisa Operacional
Sd:	Sem data
SEBRAE:	Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas de Minas Gerais
SIF:	Serviço de Inspeção Federal
SIG:	Sistema de Informações Geográficas
TMA:	Taxa Mínima Atratividade
TIR:	Taxa Interna de Retorno
UF:	Ultrafiltração
VLP:	Valor Líquido Presente

## LISTA DE QUADROS

	<b>Página</b>
1 Composição química do leite integral, do leite desnatado e do soro.....	7
2 Percentuais de sólidos totais do leite, do queijo tipo Cheddar e soro doce em pó .....	11
3 Composição do leite de várias espécies de mamíferos (% p/v).....	14
4 Principais características físico-químicas das caseínas do leite de vaca .	15
5 Ocorrência de lactoferrina em líquidos biológicos .....	30
6 Características físico-químicas da lactoferrina bovina .....	31
7 Valores de DBO e sólidos orgânicos gerados no processamento de vários produtos de laticínios .....	55
8 Classificação dos processos de membranas em relação ao tipo de força aplicada .....	65
9 Características dos processos de separação por membranas em relação ao tamanho dos poros, substâncias removidas, peso molecular das substâncias e pressão de operação .....	66
10 Uso dos processos de membranas na indústria de laticínios .....	68
11 Composição química característica do soro em pó doce e ácido.....	82
12 Caracterização das proteínas do soro de leite de acordo com o peso molecular .....	83
13 Técnicas de coleta de dados para SIG .....	109

14	Percentuais de volume de soro destinado a alimentação animal, bebida láctea e ricota nos anos de 1998 e 2001.....	126
15	Produção de queijo e estimativa da geração de soro líquido entre 1995 e 2001 nos laticínios do estado de Minas Gerais.....	139
16	Estimativa do volume de soro para produção de bebida láctea nos anos de 1998 e 2001 e o percentual médio utilizado nos laticínios considerados no estudo.....	143
17	Estimativa do volume destinado à alimentação animal nos anos de 1998 e 2001 e o percentual médio utilizado nos laticínios considerados no estudo.....	143
18	Volume de soro utilizado na produção de ricota nos anos de 1998 e 2001.....	144
19	Volume de soro de leite produzido.....	144
20	Volume de soro líquido, estimativa de soro em pó possível de ser produzido nos laticínios do estado de Minas Gerais considerando os volumes destinados à produção de bebidas lácteas, ricota e alimentação animal, nos Anos de 1998 e 2001.....	145
21	Preços de comercialização no mercado interno para soro em pó e derivados praticados por algumas empresas.....	146
22	Disponibilidade estimada do soro de leite líquido, derivados possíveis de soro produzidos, quantidade estimada por ano, valor de mercado dos produtos e ganho possível com sua comercialização.....	147
23	Estimativa de contribuição dos laticínios do Estado na redução de importação de soro de leite em pó.....	148
24	Empresas fornecedoras dos equipamentos de evaporação e secagem, equipamentos fornecidos, volume de processo e custo dos equipamentos.....	150
25	Tipo de produtos possíveis de serem fabricados, equipamentos necessários, investimentos e empresas fornecedoras dos equipamentos para produzir soro e derivados em pó.....	151
26	Investimentos em obras civis, tratamento de efluentes, instalações industriais, maquinaria e montagem.....	152
27	Municípios candidatos para instalação da unidade processadora.....	177

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
1 Composição do extrato seco do soro de queijo.....	7
2 Aminoácidos essenciais em alimentos e proteína de origem animal (mg/g).....	13
3 Importação brasileira de produtos lácteos – 1997 a 2003 (em toneladas)...	88
4 Quantidades importadas de soro de leite em pó por região e países de origem no ano de 1998.....	89
5 Número de laticínios por macrorregião de Minas Gerais.....	131
6 Produção de leite nas mesorregiões e suas respectivas produtividades.....	132
7 Número de empresas e volume de captação de leite.....	132
8 Número de unidades por mesorregião.....	133
9 Volume de leite (milhões de litros) destinado à produção de queijos no Brasil .....	138
10 Produção de queijo nas indústrias de laticínios do Brasil, no período de 1996 a 2001.....	138
11 Produção de queijo estimada e percentual de participação na produção por mesorregião do estado de Minas Gerais, no ano de 2001.....	140
12 Total de municípios, número de unidades, capacidade instalada e volume de soro produzido (litros/dia) por mesorregião.....	142
13 Estimativa dos investimentos fixos.....	154

14	Necessidade de capital de giro (em milhares de reais) .....	155
15	Custos fixos para a unidade (em R\$) .....	156
16	Estimativa do custo variável anual .....	157
17	Despesas tributárias e contribuições.....	158
18	Estimativa do custo anual semivariável .....	158
19	Estimativa dos custos totais anuais de produção .....	159
20	Estimativa da receita anual para a unidade processadora .....	160
21	Fluxo do volume para produção de soro, proteína e lactose em pó e respectivos coeficientes técnicos.....	160
22	Resumo de viabilidade econômico-financeira para implantação de unidade processadora de soro de queijo .....	161
23	Fluxo de caixa (em milhares de R\$) .....	162
24	Resumo de viabilidade econômico-financeira para implantação de unidade processadora de soro de queijo (cenário otimista).....	169
25	Resumo de viabilidade econômico-financeira para implantação de unidade processadora de soro de queijo (cenário pessimista).....	169

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Página</b>
1	Produção de soro no Brasil (em bilhões de litros).....	6
2	Índice de eficiência protéica (IEP) para várias proteínas de origem animal e vegetal .....	8
3	Estrutura primária da caseína $\alpha_{S1}$ (B) com indicação das mutações que ocorrem nas variantes A, C e D .....	16
4	Estrutura primária da caseína $\beta$ ( $A^2$ ) com indicação das mutações para suas variantes .....	17
5	Estrutura primária da $\kappa$ -caseína (variante B) mostrando os pontos de mutação para a variante A e o ponto de clivagem da renina, no processo de coagulação.....	19
6	Modelos sugeridos para as micelas de caseína. A = modelo em roseta com subunidades de $\alpha_{S1}$ ; $\beta$ -caseínas dispostas radialmente e $\kappa$ -caseína periferalmente; B = composição uniforme contendo em todas as subunidades $\alpha_{S1}$ , $\beta$ e $\kappa$ -caseínas .....	21
7	Estrutura primária da $\beta$ -lactoglobulina A, mostrando as mutações para as variantes B e C.....	23
8	Estrutura tridimensional da $\beta$ -lactoglobulina .....	24
9	Estrutura primária da $\alpha$ -lactalbumina B, com indicação da mutação para a variante A e posições das pontes dissulfeto .....	25
10	Estrutura tridimensional da $\alpha$ -lactalbumina .....	26

11	Ilustração da molécula de uma imunoglobulina (monômero) mostrando: duas cadeias pesadas ligadas entre si por uma ponte dissulfeto; por sua vez, cada cadeia pesada se liga a uma cadeia leve por uma ponte dissulfeto; as cadeias leves apresentam ainda duas pontes dissulfeto intramolecular e cada cadeia pesada quatro pontes dissulfeto intramolecular.....	28
12	Ilustração do mecanismo ferro-ligante da lactoferrina .....	32
13	Estrutura tridimensional da lactoferrina (Fe <sup>3+</sup> ).....	32
14	Destino do soro por volume diário nos laticínios em Minas Gerais.....	43
15	Técnicas de minimização de resíduos.....	51
16	Hierarquia de opções no gerenciamento de resíduos.....	51
17	Processos e aplicações do soro de queijo.....	59
18	Tipos de bicos utilizados em atomizadores .....	60
19	Processamento do soro em pó.....	61
20	Fluxograma de produção de soro em pó.....	62
21	Representação dos principais processos de separação de componentes com utilização de membranas.....	64
22	Exemplos de membranas utilizadas no processo de microfiltração	68
23	Recuperação de proteínas e lactose do soro de leite utilizando-se ultrafiltração e osmose reversa .....	71
24	Processo de obtenção da lactose a partir do soro fluido .....	73
25	Escala de preços dos produtos do soro (em US\$).....	76
26	Diagrama demonstrativo de alternativas do aproveitamento do soro de leite.....	79
27	Obtenção de soro de leite em pó a partir do soro fluido .....	82
28	Aplicações para CPS.....	86
29	Aplicações para a lactose .....	87
30	Quantidade importada de soro de leite em pó – 1995 a 2002.....	90
31	Interface mostrando a entrada de dados no programa P-MED.....	124

32	Volume de leite produzido no estado de Minas Gerais no período de 1990 a 2001.....	129
33	Produção brasileira X leite SIF de 1998 a 2001, em milhões de litros....	130
34	Mapa de seleção da mesorregiões produtora de soro .....	134
35	A concentração dos municípios nas mesorregiões com mais zoom .....	135
36	Percentuais médios dos produtos industrializados pelos laticínios cadastrados no SIF .....	136
37	Industrialização de leite em Minas Gerais.....	137
38	Ponto de nivelamento da unidade produtora.....	165
39	Gráfico da sensibilidade para a unidade com capacidade operacional de 500.000 litros de soro/dia – Cenário Otimista (R\$0,00).....	167
40	Gráfico da sensibilidade para a unidade com capacidade operacional de 500.000 litros de soro/dia – Cenário Pessimista (R\$0,10).....	167
41	Gráfico da sensibilidade para a unidade com capacidade operacional de 500.000 litros de soro/dia – Cenário Provável (R\$0.05) .....	168
42	Mapa digitalizado mostrando os possíveis locais de instalar a unidade processadora de soro .....	171
43	Imagem da interface do LogWare com dados em sua tabela .....	172
44	Resultados fornecidos pelo Programa P-MED .....	172
45	Mapa digitalizado mostrando os possíveis locais de instalar a unidade processadora de soro .....	173
46	Unidade Processadora localizada no município de Ibiá, com sua rede de captação de soro de queijo.....	178
47	Modelo proposto para o processamento de soro para as empresas estudadas.....	183

## RESUMO

HOMEM, Gerson Ribeiro, D.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2004.  
**Avaliação técnico-econômica e análise locacional de unidade processadora de soro de queijo em Minas Gerais.** Orientador: Carlos Arthur Barbosa da Silva.  
Conselheiros: José Carlos Gomes e Mauro Mansur Furtado.

Realizou-se uma avaliação técnico-econômica e análise locacional de unidade processadora de soro de queijo em Minas Gerais, verificando-se a viabilidade do investimento proposto e indicando-se locais alternativos para a implantação. Foram utilizadas metodologias convencionais de análise financeira de investimentos e de pesquisa operacional para o estudo de localização, o qual foi complementado pelo emprego de softwares da área de sistemas geográficos de informação. Foram tomadas como referência 371 (trezentas e setenta e uma) empresas cadastradas no Serviço de Inspeção Federal, com suas respectivas capacidades instaladas classificadas como estabelecimentos de leite e derivados e localizadas em 291 (duzentos e noventa e um) municípios distribuídos nas doze mesorregiões do Estado de Minas Gerais. Os resultados mostraram que, para a produção de soro de queijo, não há uma concentração em uma só mesorregião e sim uma predominância de unidades nas mesorregiões Triângulo/Alto Paranaíba, Metropolitana Belo Horizonte, Sul/Sudoeste de Minas e Zona da Mata. A análise técnico-econômica mostrou que há viabilidade econômica para uma unidade dimensionada para processar quinhentos mil litros de soro/dia, com dois fluxos de produção, ou seja: produção de soro em pó, proteína em pó e lactose em pó. Os parâmetros de viabilidade foram os seguintes: a Taxa Interna de Retorno foi de 20,56%, o Valor Presente Líquido igual a R\$ 5.409.756,36 e o Tempo de Recuperação do Capital foi de 4 anos. A análise de sensibilidade do investimento revelou a importância do valor a ser atribuída à matéria-prima (soro de leite). Para valores maiores ou iguais a R\$ 0,10 /litro, o investimento é inviabilizado. Em relação à análise locacional, os resultados apontaram

para a possibilidade de localizar o empreendimento em alguns municípios alternativos, a saber Três Corações (Sul/Sudoeste de Minas), Ibiá (Triângulo/Alto Paranaíba), Muriaé (Zona da Mata) e Contagem (Metropolitana Belo Horizonte). Todos apresentam volumes de soro em suas redes de captação acima de quinhentos mil litros/dia, mas o município de Ibiá é o mais indicado. O trabalho confirma a percepção de que o soro não deve ser tratado como um resíduo, mas sim como uma matéria-prima que apresenta valor nutricional e funcional e principalmente econômico, pois se industrializado utilizando os processos propostos, pode reduzir inclusive os custos intangíveis referentes à questão ambiental, não considerada neste estudo. Os cálculos realizados mostraram que os volumes gerados somente pelas unidades estudadas, caso fossem na sua totalidade processadas, seriam suficientes para reduzir a quantidade de 147% (cento e quarenta e sete por cento) das importações de soro em pó feito pelo nosso país, considerando como base o ano de 2002, proporcionando uma economia de US\$ 24,904 milhões (R\$ 70,330 milhões) na balança comercial do Brasil.

## ABSTRACT

HOMEM, Gerson Ribeiro, D.S., Universidade Federal de Viçosa, february 2004.  
**Technical-economic evaluation and sectional analysis of the processor unit of whey in Minas Gerais.** Adviser: Carlos Arthur Barbosa da Silva. Committee members: José Carlos Gomes and Mauro Mansur Furtado.

A technical-economic evaluation and sectional analysis of a cheese whey processor unit in Minas Gerais were made, verifying the possibility of proposed investments and pointing out alternate places for its implementation. Conventional methodologies of financial investments analysis and operational research for the studies of locality, which was complemented by the use of software from the field of Geographic System Information 371(three hundred and seventy-one) companies assessed at the Serviço de Inspeção Federal, with their installed capacities classified milk and dairy products establishments and situated at 291(two hundred and ninety-one) cities, which were distributed throughout the mesoregions of the State of Minas Gerais were taken as reference. The results showed that, to the production of cheese whey, there are no concentrations at only mesoregion but the predominance of units at the mesoregions Triângulo/ Alto Paranaíba, Belo Horizonte Metropolitan, South/ southwest of Minas and Zona da Mata. The technical-economic analysis presented that there is economic viability for a unit to process five thousand (500.000 l) liters whey/day, with two production flows. In other words, the production of powder whey, powder protein and powder lactose. The viability parameters were the Internal rate of return was 20,56%, the Net Present Value was R\$ 5.409.756,36and the Time for the Recuperation of Capital was 4 years. The analysis of the investments sensibility pointed out the importance of

the value attached to the raw material (whey). To values higher or equals to R\$0,10/liter, the investment is impractical. Related to the sectional analysis, the results showed the possibility of situating the enterprising in some alternate cities like: Três Corações (South/Southwest of Minas Gerais), Ibiá (Triângulo/Alto Paranaíba), Muriaé (Zona da Mata) and Contagem (Belo Horizonte Metropolitan). All of them presented whey volume at their net of collection over five thousand liters/day, Ibiá is the most recommended place. The work confirms the impression that whey should not be treated like residue but like raw material that has nutritional and functional value and mainly economic one, therefore when industrialized using the indicated processes, it can reduce even the intangible costs referring to environmental questions, not considered in these studies. The calculations showed that the volume conceived only by the studied units, in case of being processed altogether, would be enough to reduce the quantity of 147% (a hundred and forty five percent) of the powder whey import made by Brazil, considering as base the year 2002, promoting economies of US\$ 24.904 million (R\$ 70,330 million) in Brazilian balance of trade.

## 1. INTRODUÇÃO

A Cadeia Agroindustrial de Leite no Brasil é uma das mais importantes tanto sob a ótica econômica quanto pela social. A pecuária de leite está presente em todos os estados da federação, empregando mão-de-obra, gerando excedentes comercializáveis e garantindo renda para boa parte da população brasileira.

O Estado de Minas Gerais lidera a produção brasileira de leite, com um total em 2001 de 5,9 bilhões de litros, correspondentes a 30% do total do Brasil. O parque mineiro de laticínios é o mais importante do Brasil, contando com 685 unidades industriais com registro no Serviço de Inspeção Federal e 287 unidades registradas no Instituto Mineiro de Agricultura, que representam 33% dos estabelecimentos industriais desse setor no Brasil (MINAS AMBIENTE, 2000).

As indústrias mineiras são responsáveis pela produção de vários produtos lácteos, dentre os quais destacam-se: leite condensado, com 59,2% da produção brasileira; leite em pó, com 53,8%; doce de leite, com 51,8%; manteiga, com 51% e queijo, com 42% da produção nacional. (BRASIL, 2001)

Até algumas décadas atrás, o processo de transformação de matérias-primas em produtos não considerava os efeitos adversos nos ecossistemas e na própria sociedade, permitindo que emergissem problemas sociais e ambientais que cada vez mais se tornam críticos para o bem estar da sociedade, como a miséria e a pobreza, o desemprego, a devastação de solos produtivos, a poluição das águas e do ar, entre outros (SANCHES, 1997).

A partir da década de 1990, o sistema produtor de leite e derivados sofreu importantes modificações estruturais resultantes da desregulamentação de mercado, com a extinção do controle governamental de preços e do abastecimento no início da década, do processo de estabilização da economia através do Plano Real (1994), e da

abertura comercial via alterações das regras do comércio agrícola implementadas pela Rodada Uruguaí do GATT realizada no ano de 1995.

Com a abertura do mercado mundial e a globalização da economia, as cooperativas e indústrias nacionais de laticínios depararam-se com padrões de concorrência que exigiam tecnologia, escala de produção, de distribuição e vantagens competitivas em termos de custo, qualidade dos produtos e estratégias mercadológicas.

Neste contexto, consolidou-se a concentração industrial no setor laticinista brasileiro, com forte presença de empresas multinacionais mediante fusões, arrendamentos, incorporações, parcerias, aquisições e até fechamento de indústrias nacionais, num processo em franca ocorrência no setor de alimentos (PRIMO, *apud* MEIRELES, 1997).

Ao mesmo tempo, estudos e o desenvolvimento de tecnologias para o aproveitamento industrial do soro de queijo têm despertado grande atenção em centros de pesquisa, indústrias e governo, especialmente nos E.U.A., Europa e Pacífico Sul, onde já é processado e sua utilização em produtos derivados é promovida, representando uma vantagem econômica significativa para as indústrias de laticínios, em razão das propriedades nutricionais e funcionais do soro e de seus componentes.

Contudo, na América Latina, principalmente no Brasil, o soro ainda não recebeu a mesma atenção.

Os dados mais recentes do IBGE (2002), informam que a produção de leite no Brasil vem crescendo a cada ano, tendo atingido 23 bilhões de litros em 2002 (18 bilhões de litros em 1996), que torna o país o sexto maior produtor mundial, fato que ocorre de forma semelhante com as demais economias emergentes como a China e a Índia.

No mesmo ritmo, o crescimento da produção de queijo inspecionado alcançou 393 mil toneladas em 2001 (242 mil toneladas em 1991), segundo a MILKBIZZ (*apud* ABIQ 2002). Se considerarmos o mercado informal, chegamos a 600 mil toneladas/ano (PRIMO, 2001).

Admitindo-se que para a produção de 1 kg de queijo são necessários 11 kg de leite (DUMAIS *et al.*, 1991) e podem ser gerados de 9 a 12 litros de soro (RICHARDS, 1997), e que o Estado de Minas Gerais destina 59% do leite captado para fabricar queijos (primeiro produtor nacional), estima-se uma disponibilidade de soro em Minas Gerais de 3,0 bilhões de litros/ano.

Como em Minas Gerais está localizado um grande número de empresas do setor lácteo, tomou-se como referência para este estudo, o montante de trezentos e setenta e uma unidades cadastradas no Serviço de Inspeção Federal, localizadas em duzentos e dezenove municípios mineiros, para analisar a viabilidade técnico-econômica e locacional de uma processadora de soro, proposta desta tese.

Para a promoção do aproveitamento racional do soro de queijo, é de fundamental importância o estudo de viabilidade técnico-econômica, que determina com a maior segurança, o sucesso do empreendimento a ser instalado, baseando-se em um grande número de aspectos, sendo o locacional (determinante na questão de logística), segundo POIRIER (1996) um dos mais importantes.

Hoje, a viabilidade técnico-econômica é reconhecida como o principal fator a ser considerado na tomada de decisão de um investimento, pois fornece os parâmetros determinantes para a continuidade do projeto a ser implantado. Sua utilização iniciou-se com os estudos de muitos autores na área econômica e somente nas duas últimas décadas que vem sendo aplicada com mais intensidade na gestão industrial.

Em relação à análise locacional, na prática, muito pouco dos conhecimentos já consolidados tem sido aplicados nos projetos de empreendimentos de micro, pequeno e médios porte. Porém, é muito considerada por empresas de grande porte, na grande maioria estrangeira, como uma ferramenta estratégica para fazer a localização ótima, que atenda não somente a necessidade de matéria-prima, como também o mercado consumidor.

Esta tese não tem a pretensão de definir ou modelar a engenharia de processo para uma planta industrial padrão de aproveitamento do soro de queijo e sim demonstrar uma simulação, com uso de metodologias conhecidas, da viabilidade técnico-econômica e locacional de uma unidade processadora de soro em Minas Gerais.

Isto posto, o presente trabalho busca contribuir para o melhor aproveitamento do soro na cadeia agroindustrial do leite, avaliando alternativas tecnológicas de processamento através da viabilidade técnico-econômica e propondo uma orientação locacional para uma unidade processadora de soro de queijo em Minas Gerais.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Geral**

Este trabalho de tese tem como objetivo geral à avaliação técnico-econômica e a análise locacional de uma unidade de processamento de soro de queijo em Minas Gerais.

### **1.1.2. Específico**

- Verificar a importância nutricional e econômica dos componentes do soro de queijo;
- Estudar os processos industriais de separação do soro de queijo;
- Verificar a questão ambiental e o destino dado ao soro de queijo produzido no Estado de Minas Gerais;
- Dimensionar e propor unidade de processamento para o Estado de Minas Gerais e indicar sua localização;
- Avaliar a viabilidade técnico-econômica da implantação de unidade de processadora de soro de queijo;
- Demonstrar a importância de políticas públicas, visando a adoção de ações que fomentem a sustentabilidade da proposta do trabalho.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Soro Lácteo**

Soro de leite é um líquido claro de cor amarelada que se separa da coalhada durante a fabricação de queijo (ROLLAND, 1991).

É definido também como o líquido resultante da coagulação do leite na fabricação de queijo, após separação da maior parte da caseína e gordura (MADRID, 1995).

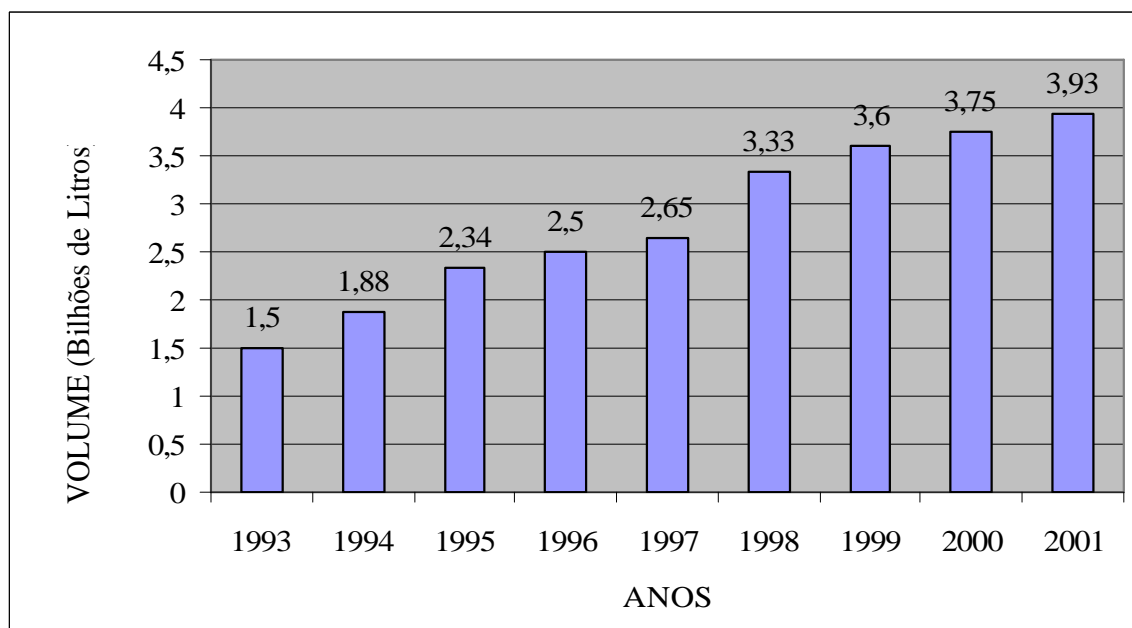
É um subproduto do processamento do queijo, como mostrado, da caseína ou de algum produto de leite dessorado ou acidificado. Na fabricação de queijos, constitui a fase aquosa resultante da dessoragem do coágulo a ser transformada em queijo.

O percentual de água presente é de aproximadamente 93-94%. Os demais componentes presentes no soro são: lactose (4,5-5,0%), proteínas solúveis (0,7-0,8%), lipídios (0,4-0,5%), e sais minerais (0,6-1,0%), contendo ainda quantidades apreciáveis de outros componentes como ácido láctico (0,05%) e ácido cítrico, além de quantidades menores de compostos nitrogenados não protéicos e vitaminas do grupo B (GONZÁLEZ SISO, 1996).

GONZÁLEZ SISO (1996), relata que este subproduto representa aproximadamente 85-95% do volume de leite e retêm aproximadamente 55% dos nutrientes do leite. O extrato seco total do soro de leite é de aproximadamente 7%, onde aproximadamente 4,5% é constituído de lactose, 0,9% de proteína e 0,5% de sais (MOOR, 1989).

Cerca de 85 a 95% do volume de leite utilizado na fabricação de queijos resulta em soro, o qual contém aproximadamente metade dos sólidos totais do leite,

representados por proteínas solúveis, sais, vitaminas e, principalmente, lactose (MELLO, 1989). No leite, aproximadamente 80% do nitrogênio estão na forma de caseína, 20% são perdidos no soro, na forma de proteínas do soro – cerca de 15%, e nitrogênio não-proteico – cerca de 5% (MULLER, 1974). A Figura 1 mostra a produção de soro no Brasil entre 1993 a 2000, verificando-se que está aumentando.



Fonte: Associação Brasileira de Produtores de Queijo (ABIQ, 2001)

Figura 1 – Produção de soro no Brasil

### 2.1.1. Composição química do soro

A natureza e a composição do soro são influenciadas pela tecnologia aplicada à coagulação da caseína e do pH, ocorrendo uma variação no teor de proteínas, gordura e minerais (VRIGNAUD, 1983). Sua composição média aproxima-se da apresentada no Quadro 1.

As proteínas do soro formam uma mistura heterogênea de albumina e globulina. A  $\beta$ -lactoglobulina, que é usada para impulsionar a qualidade de proteínas, representa 45% desses constituintes, os outros componentes são: alfa-lactoalbumina, que é usada como fonte em formulações infantil, albumina sérica, imunoglobulinas e a fração proteose-peptôna, que corresponde a uma mistura de compostos nitrogenados. (CALVIDAL, 1978)

Quadro 1 – Composição química do leite integral, do leite desnatado e do soro

<b>Componentes (%)</b>	<b>Leite Integral</b>	<b>Leite Desnatado</b>	<b>Soro Doce*</b>	<b>Soro Ácido**</b>
Umidade	87,4	90,4	93,4	93,5
Proteína	3,5	3,6	0,8	0,7
Gordura	3,5	0,1	0,5	0,04
Lactose	4,8	5,1	4,9	4,9
Cinzas	0,7	0,7	0,5	0,8

Fonte: MELLO (1989).

\* Soro doce - obtido a partir de coagulação enzimática

\*\* Soro ácido - obtido a partir de coagulação com adição de ácido láctico.

É um produto líquido cujo teor de água varia entre 91 e 95%. Seu extrato seco é reduzido e representa em média 7% do peso total. Este extrato seco, no entanto, é bastante rico e sua composição média está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição do extrato seco do soro de queijo

<b>Composição</b>	<b>Porcentagem</b>
Lactose	70 a 80%
Compostos nitrogenados	10 a 14%
Matérias minerais	1,5 a 4%
Lípides	0,05 a 0,6%
Total	100%

Enquanto 17,4 g de Proteína de ovo integral ou 28,4 g de caseína fornecem o requerimento médio de aminoácidos de um homem adulto de 70 Kg, apenas 14,5 g de alfa-lactoalbumina suprem essa necessidade (COTON, 1994; MELLO, 1989).

As proteínas alimentícias diferem em valor nutricional de acordo com a quantidade de aminoácidos essenciais requerida pelo corpo em relação a um padrão estabelecido pela FAO (PORTER, 1978).

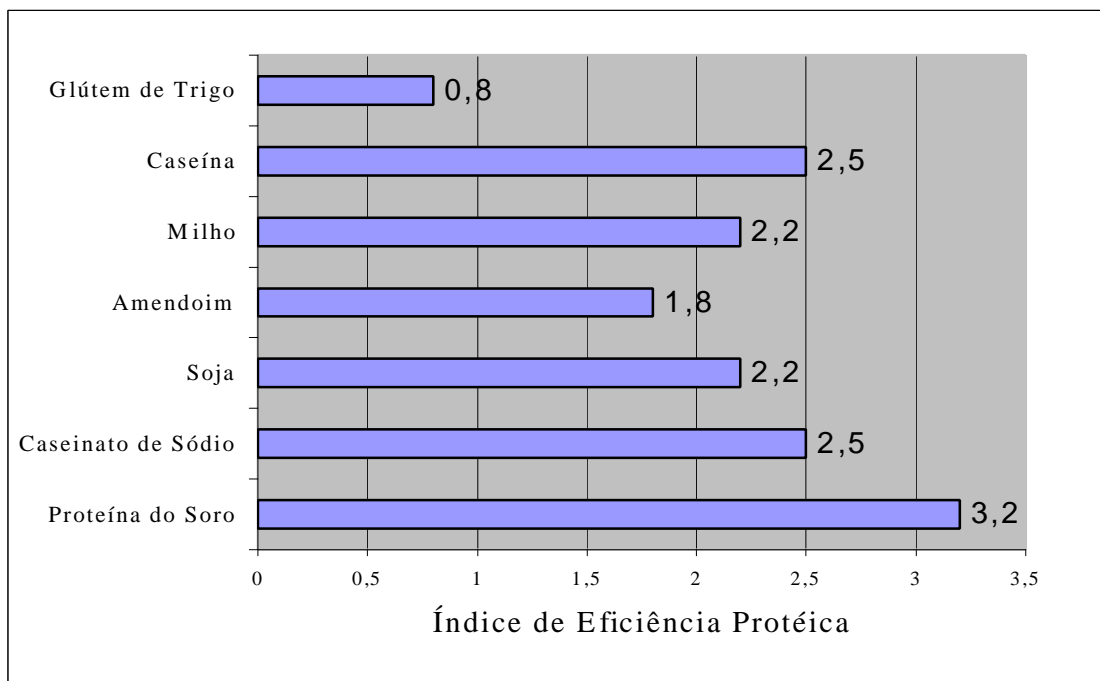
As proteínas do soro ultrapassam os níveis de todos os aminoácidos essenciais da proteína referência da FAO (PORTER, 1978), mostrando claramente o seu grande valor biológico.

As proteínas do soro de queijo são excepcionalmente ricas em lisina e triptofano, bem equilibradas em aminoácidos sulfuradas, graças aos teores elevados de cisteína, que é precursor da metionina. Em termos nutricionais, sua qualidade é superior à caseína ADRIAN (1973).

As proteínas do soro contêm, na maioria das vezes, concentrações mais altas de aminoácidos essenciais que a caseína. A caseína é ligeiramente deficiente em aminoácidos sulfurados, enquanto as proteínas do soro possuem um excedente desses aminoácidos (ADRIAN, 1973).

O Índice de Eficiência de Proteína (IEP) do soro obtém excelente pontuação na escala. Quanto mais elevado o valor IEP, melhor a qualidade de proteína. A caseína, proteína de referência, apresenta valor IEP acima de 2,5. Proteínas com valor IEP acima de 2,5 são consideradas proteínas de alta qualidade. A proteína com valor de IEP maior que 3,0, é considerada uma excelente proteína do ponto de vista nutricional. Quase todos os aminoácidos presentes no soro tipo doce superam as doses diárias mínimas de nutrientes recomendadas pela Organização Mundial de Saúde (FAO/WHO), tanto para crianças entre 2 e 5 anos de idade, quanto para adultos. No caso de adultos, as proteínas do soro oferecem mais que o dobro dos padrões requeridos pelo FAO/WHO.

As proteínas de soro se comparam a muitos outros tipos de proteína com IEP inferior a 2,5, incluindo, soja, amendoim, milho e glúten de trigo, comparada com as proteínas de soro como mostra a Figura 2 a seguir.



Fonte: USDEC, 1998.

Figura 2 – Índice de eficiência protéica (IEP) para várias proteínas de origem animal e vegetal.

Com os dados apresentados na Figura 2 pode-se observar que as proteínas do soro possuem valor biológico superior à caseína, sendo inferior apenas ao ovo de galinha e superior aos demais alimentos considerados.

Devido ao perfil equilibrado de aminoácidos das proteínas de soro, os produtos de soro são excelentes ingredientes para fortificação ou complementação de outras proteínas.

Ao fortificar ou suplementar certas proteínas de origem vegetal com proteínas de soro, cientistas obtiveram valores IEP significativos maiores do que 2,5 e acima da média do IEP das duas proteínas isoladamente. Em todas as combinações a proteína do soro representa no máximo 50% da proteína total.

Funcionalmente, as proteínas de soro de leite são solúveis numa ampla faixa de pH. Sendo muito específicas quanto a sua solubilidade numa faixa de pH de 3.5 a 5.5 e são também estáveis em processamentos a alta temperatura. A desnaturalização e pequena perda de solubilidade ocorre quando as proteínas são submetidas a temperaturas superiores a 60°C e uma solução com valores de pH na faixa de 4,6 a 6,0.

Em produtos como pudins e iogurte, as propriedades de retenção de água ajudam a produzir uma textura mais viscosa e a controlar a separação. A sinérese (isto é, perda de água) em iogurtes fortificados com concentrado protéico de soro (CPS) é bem menor em comparação a iogurte fortificado com leite em pó desnatado.

As proteínas do soro têm desempenho funcional sendo que semelhante aos emulsificantes tradicionais (gema de ovo) em molhos tipo maionese; sendo que seu teor de colesterol é mais baixo. Estabilidade de emulsões de proteína de soro pode ser aumentada com adição de gomas ou por meio do aquecimento do sistema para criar gel protéico.

As matérias minerais mais importantes do soro são: cálcio (500 a 725 mg/100g), sódio (650 a 950 mg/100g), magnésio (880 a 1600 mg/100g), potássio (2400 a 2900 mg/100g) e fósforo (700 a 800 mg/100g).

O soro é também bastante rico em vitaminas hidrossolúveis tais como: riboflavina (1,37 a 1,86 mg), ácido pantotênico (3,85 a 4,26 mg/1), tiamina (0,38 a 0,40 mg/1), piridoxina (0,39 a 0,44 mg/1) e ácido ascórbico (0,20 a 0,26 mg/1).

### 2.1.2 Tipos de soro

A natureza do soro depende do tipo de queijo que lhe dá origem. Basicamente, há três tipos de soro láctico, a saber:

- *soro doce* ( $6 < \text{pH} < 7$ ) - obtido à partir da fabricação de queijos tipo "cheddar", suíço prato e similares;
- *soro ácido* ( $\text{pH} < 5$ ) - obtido à partir da fabricação de queijos tipo "cottage", ricota, minas ou de caseína;
- *soro desproteinado* - obtido à partir da coagulação das proteínas a quente ( $90^{\circ}\text{C}$ ).

O soro ácido é um tanto mais rico em cálcio e fosfato do que o soro doce, devido à ação dissolvente dos íons de hidrogênio sobre o fosfato de cálcio da caseína.

O soro lácteo é sobretudo uma matéria prima nobre e rica, da qual se pode ainda obter muito em termos quantitativos e qualitativos. Tomando como base 1.000.000 t, por exemplo, do soro rejeitado anualmente no Brasil, pode-se extrair 70.000 t de materiais, correspondendo a 50.000 t de lactose e 7.500 t de proteínas.

A utilização do soro na elaboração de produtos lácteos contribui em muito para a redução do custo operacional da produção, bem como preserva o meio ambiente.

Sabendo que o queijo produzido corresponde a 10% do volume de leite usado em sua produção e que os 90% restantes resultam em soro, uma produção estimada de 350 mil toneladas de queijo no Brasil por ano (ABIQ, 1991) resulta em aproximadamente 3,15 milhões de toneladas de soro de queijo.

Esse soro, se descartado, corresponde ao desperdício de mais de 22,1 mil toneladas de proteínas de alto valor nutritivo (considerando-se como 0,7% o teor de proteínas do soro), além de causar sérios problemas de poluição ambiental se lançado diretamente em rios e esgotos.

Considerando que uma criança na faixa etária de 4 a 6 anos necessita de 30 gramas por dia de proteína e que um adulto de 70 Kg necessita de 56 g/dia, (MELLO, 1989), pode-se dizer que 22,1 mil toneladas de proteína de soro seriam suficientes para alimentar aproximadamente 2.000.000 crianças de 4 a 6 anos por um ano ou 1.100.000 adultos de 70 Kg pelo mesmo período de tempo.

A Divisão de Laticínios do USDA elabora padrões oficiais para a classificação de produtos lácteos, os quais constituem a base para o trabalho dos serviços de inspeção

e de classificação. Estes padrões estabelecem parâmetros de qualidade referentes a atributos como sabor e durabilidade, essenciais para fornecedores e compradores. No anexo, está o padrão dos EUA para o Soro em pó.

Ressaltando-se a importância do soro de leite em pó USDEC (1999), apresenta um comparativo entre os percentuais de sólidos totais do leite, queijo *cheddar* em pó e soro doce em pó transcrito no Quadro 2 demonstrando conforme GONZALEZ SISO (1996), a importância da recuperação deste derivado lácteo na fabricação de queijo.

Quadro 2 – Percentuais de sólidos totais do leite, do queijo tipo *cheddar* e soro doce em pó

Componentes	Leite Integral	Queijo Cheddar	Soro Doce
Proteína	26,6	39,4	13,4
Lipídios	29,7	52,4	1,1
Lactose	37,8	2,0	76,9
Cinzas	5,9	6,2	8,6

Fonte: USDEC (1997).

HILL (1982), citado por MELLO (1989), relata que o soro doce provém da manufatura de queijos de coagulação enzimática (queijos tipo: minas frescal, mussarela, prato, *cheddar*, suíço e outros), os quais geram um soro com faixa de pH entre 5,8 e 6,5, enquanto que o soro ácido provém da manufatura de queijos de coagulação ácida (queijos tipo: cottage, quark e requeijão cremoso), cujo pH situa-se na faixa de 4,5 e 4,8.

Em relação ao conteúdo de sais nos dois diferentes tipos de soro HILL (1982), citado por MELLO (1989), relata que no soro ácido é de 0,8% e no soro doce é de 0,5%.

### 2.1.3. Quantificação do soro de leite

A quantidade de soro gerado no processo de fabricação de queijo é função do tipo de queijo produzido e das técnicas de fabricação empregadas e em média 80 a 90% do volume total do leite utilizado é separado como soro relata DUMAIS *et al.* (1991). RICHARDS (1997), destaca que em função das técnicas utilizadas no processo, para se produzir um quilograma de queijo pode ser gerado de 9 a 12 litros de soro.

#### **2.1.4. Componentes do soro de leite**

Dos componentes do soro, as proteínas e a lactose são as mais importantes. As proteínas do soro são um conjunto de substâncias nitrogenadas que não precipitam quando o pH se eleva a 4,6, pH que corresponde ao ponto isoelétrico da caseína durante a coagulação do leite. Por isso as proteínas do soro são também denominadas proteínas solúveis (GONZÁLEZ SISO, 1996 e VOGELAAR, 1996).

As proteínas do soro são divididas em:  $\alpha$ -lactoalbumina,  $\beta$ -lactoglobulina, proteose-peptona, soroalbumina e imunoglobulina e proteínas menores (AURAND *et al.*, 1987).

VOGELAAR (1996), relata que a  $\beta$ -lactoglobulina é a proteína mais abundante no soro do leite, possuindo peso molecular em torno de 18.000 Daltons. A  $\alpha$ -lactoalbumina, proteína de peso molecular 16.300 Daltons, é considerada a típica proteína do soro de leite, muito solúvel em água a pH 6,0 porém pouco solúvel na faixa de pH entre 4,0 e 4,6. As soroalbuminas são proteínas que apresentam peso molecular em torno de 65.000 Daltons e alta solubilidade em água.

As proteos-peptonas representam a fração das proteínas do leite que não precipitam por aquecimento a 95°C durante 30 minutos seguido de acidificação a pH=4,6. Existe ainda um certo número de proteínas que se encontram no leite em pequena quantidade e de difícil classificação. Entre elas se destaca a transferrina, a lactolína, e as proteínas do glóbulo de gordura (VOGELAAR, 1996).

A lactose é o açúcar do leite, sendo o componente que se apresenta em maior quantidade. Quimicamente pode ser definida como um dissacarídeo composto pelos monossacarídeos, glucose e galactose, possuindo dois isômeros a  $\alpha$ -lactose e a  $\beta$ -lactose (VOGELAAR, 1996).

#### **2.1.5. Aspectos nutricionais do soro de leite**

O valor nutricional de uma proteína está relacionado a dois parâmetros: conteúdo de aminoácidos e disponibilidade desses aminoácidos (FERREIRA, 1997).

Na Tabela 2 está apresentado o conteúdo de aminoácidos essenciais em alimentos e proteína de origem animal, na qual é possível comparar a disponibilidade destes aminoácidos à proteína do soro de leite.

Tabela 2 – Aminoácidos essenciais em alimentos e proteína de origem animal (mg/g)

<b>Aminoácido</b>	<b>Leite Desnatado</b>	<b>Caseína</b>	<b>Proteínas do Soro</b>	<b>Leite Humano</b>	<b>Proteína do Ovo (Padrão FAO)</b>
Isoleucina	52	54	76	40	66
Leucina	97	95	118	86	88
Lisina	71	81	113	67	64
Metionina + cisteína	34	32	52	29	29
Fenilalanina + tirosina	96	111	70	66	100
Treonina	41	47	84	44	51
Triptofano	14	16	24	Na*	16
Valina	63	75	72	46	73
<b>Total</b>	<b>468</b>	<b>511</b>	<b>609</b>		<b>513</b>

Fonte: USDEC (1997).

Na\* - Não avaliado.

Segundo VEISSEYRE (1988), as proteínas do soro são de excepcional qualidade, pois tal como as proteínas do ovo não são deficientes em nenhum aminoácido como pode ser observado na Tabela 2.

VEISSEYRE (1988), relatou que o soro de leite é um alimento de grande interesse, não somente pela presença da lactose, mas principalmente por seu conteúdo em proteínas ricas em aminoácidos indispensáveis e pela presença de numerosas vitaminas do grupo B. Por outro lado, seu conteúdo relativamente elevado em sais minerais constitui um inconveniente que limita, em alguns casos, o consumo do produto bruto.

### **2.1.6. Proteínas do leite e derivados**

O leite é o produto de secreção das glândulas mamárias dos mamíferos e constitui uma das principais fontes de proteínas na alimentação de animais jovens e de humanos de todas as idades. O leite é praticamente o único alimento para os animais e humanos na primeira etapa da vida.

O produto de secreção da glândula mamária, nos primeiros dias após o parto, recebe o nome de colostro e tem composição diferente do leite que passa a ser produzido alguns dias mais tarde.

A composição do leite é bastante variável, em espécies diferentes, particularmente no que diz respeito aos teores de proteína, de gordura e de lactose. No Quadro 3, é dada a proporção relativa dos macro-componentes do leite de várias espécies.

Quadro 3 – Composição do leite de várias espécies de mamíferos (% p/v)

<b>Espécie</b>	<b>Água</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Gordura</b>	<b>Lactose</b>	<b>Cinzas</b>
Humana	87,6	1,4	4,0	6,8	0,22
Cabra	84,7	3,9	5,0	4,2	0,81
Búfala	80,8	5,2	9,2	4,3	0,81
Veada	64,6	10,1	21,1	2,5	1,45
Elefanta	67,8	3,1	19,6	8,8	0,65
Cadela	75,4	0,3	10,9	3,2	0,73
Coelha	71,3	11,5	12,9	1,9	2,39
Baleia	62,3	12,0	22,3	1,8	1,70
Vaca					
Leite	87,3	3,3	3,8	4,9	0,72
Colostro (0h)	87,3	2,65* 16,56**	3,5	3,0	1,18
Colostro (72H)	87,3	3,33* 1,03**	4,1	4,1	0,82

Fonte: SGARBIERI (1996).

\* Caseína: \*\* Albumina.

As proteínas do leite podem ser classificadas em quatro grupos, quais sejam: Caseínas, Proteínas de soro, Proteínas das membranas dos glóbulos de gorduras e Outras.

### **- CASEÍNAS**

O leite de vaca tem aproximadamente 3,5% de proteína sendo 2,9% caseína e 0,6% proteínas de soro.

Caseína pode ser definida, de maneira simplificada, como a proteína precipitada por acidificação do leite desnatado a um pH 4,6, a 20°C. As proteínas que permanecem

em solução, nestas condições, podem ser obtidas por precipitação com sulfato de amônio.

Uma porção de caseína submetida à eletroforese em gel de poliacrilamida em presença de uréia e mercaptoetanol, revela a presença de mais de 20 polipeptídios.

Três principais componentes são obtidos a partir da caseína:  $\alpha_{S1}$  (50% do total),  $\beta$  (33%) e  $\kappa$  (15%), existindo ainda quantidades variáveis do componente  $\gamma$ . A análise elementar da caseína (complexo  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$ ), revela a seguinte composição: C, 53%; H, 7,05%; N, 16,65%; S, 0,76%; P, 0,85%. A presença de P nas caseínas permite classificá-las como fosfoproteínas. Não sendo o P um elemento comum nas proteínas, a sua presença nas caseínas auxilia em sua caracterização. A porcentagem de nitrogênio é comumente usada para conversão em porcentagem de proteína, multiplicando pelo fator 6,25 (16% N). Como a caseína contém mais que 16%, o fator de conversão deverá ser 6,0 e não 6,25.

As características físico-químicas das caseínas  $\alpha_{S1}$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$  e  $\gamma$ , são mostradas no Quadro 4.

Quadro 4 – Principais características físico-químicas das caseínas do leite de vaca

Fração Protéica	Porcentagem no Leite Desnatado	PI.	Sedimentação (S <sub>20</sub> )	Peso Molecular	Variantes Genéticas*
Caseína $\alpha_{S1}$ ( $\alpha_{S0}$ , $\alpha_{S2}$ , $\alpha_{S3}$ , $\alpha_{S4}$ , $\alpha_{S5}$ )	45-55	4,1	3,99	23.613	A,B,C,D
Caseína - $\beta$	25-35	4,5	1 ,57	24.000	A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , B, C, D
Caseína - $\kappa$	8-15	4,1	1.4	19.000	A, B
Caseína - $\gamma$	3-7	5,8	1 ,55	21.000	
- $\gamma_1$				20.500	A <sub>1</sub> ,A <sub>2</sub> ,A <sub>3</sub> ,B
- $\gamma_2$				11.800	A <sub>1</sub> ou A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> ,B
- $\gamma_3$				11.500	A <sub>1</sub> ou A <sub>2</sub> ou A <sub>3</sub> , B

Fonte: SGARBIERI (1996).

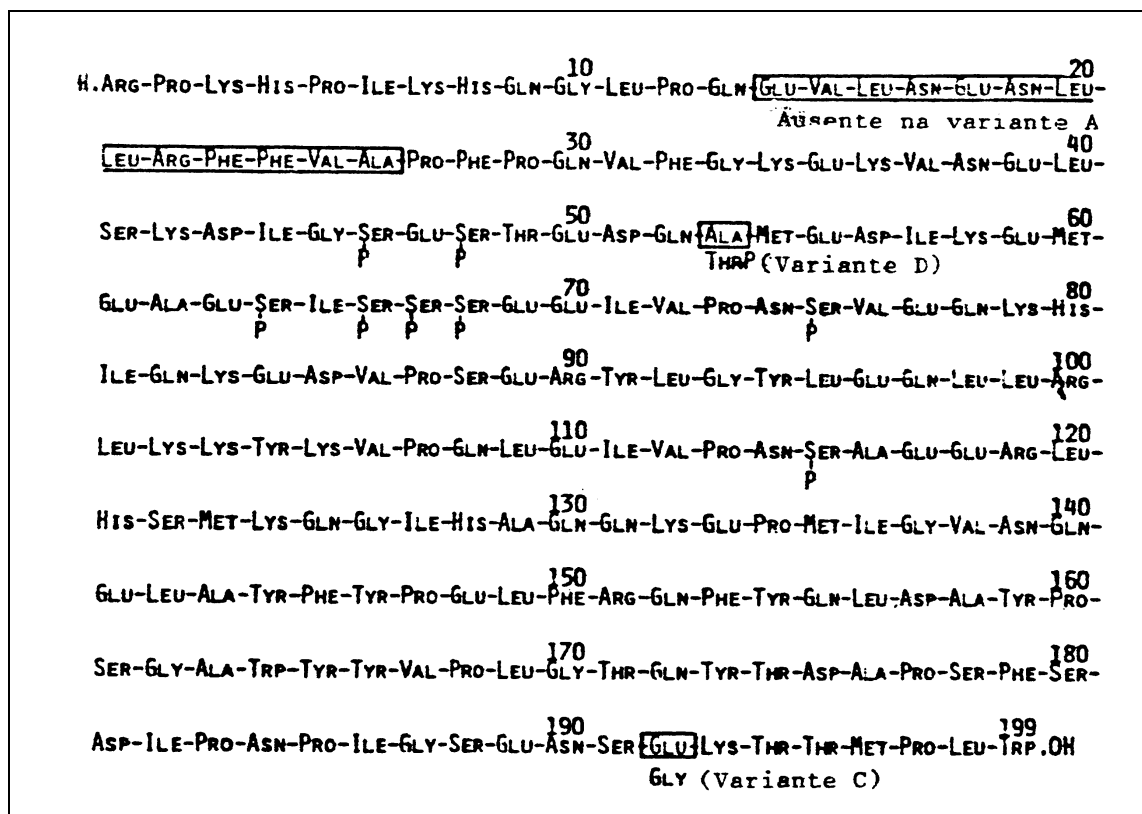
\* Possui pelo menos um resíduo de aminoácido diferente na cadeia polipeptídica; pI = pH no ponto isoelétrico.

Segue uma descrição sucinta das caseínas  $\alpha_{S1}$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$ ,  $\gamma$ .

## - Caseína $\alpha_{S1}$

Formada de 199 resíduos de aminoácidos, apresentando um peso molecular de 23.613 Daltons. Contém um segmento hidrofílico (resíduos 43-70) com elevada densidade de cargas. Os segmentos (1-42) e (80-199) apresentam caráter hidrofóbico e é bastante rica em prolina o que dificulta a formação de estrutura secundária em  $\alpha$ -hélice. A caseína  $\alpha_{S1}$  apresenta uma forte tendência de interação hidrofóbica (endotérmica), o que sugere que essa proteína desempenhe função importante na formação das micelas de caseína.

A estrutura primária da caseína  $\alpha_{S1}$  variante B é mostrada na Figura 3, com indicação de suas variantes A, C e D.

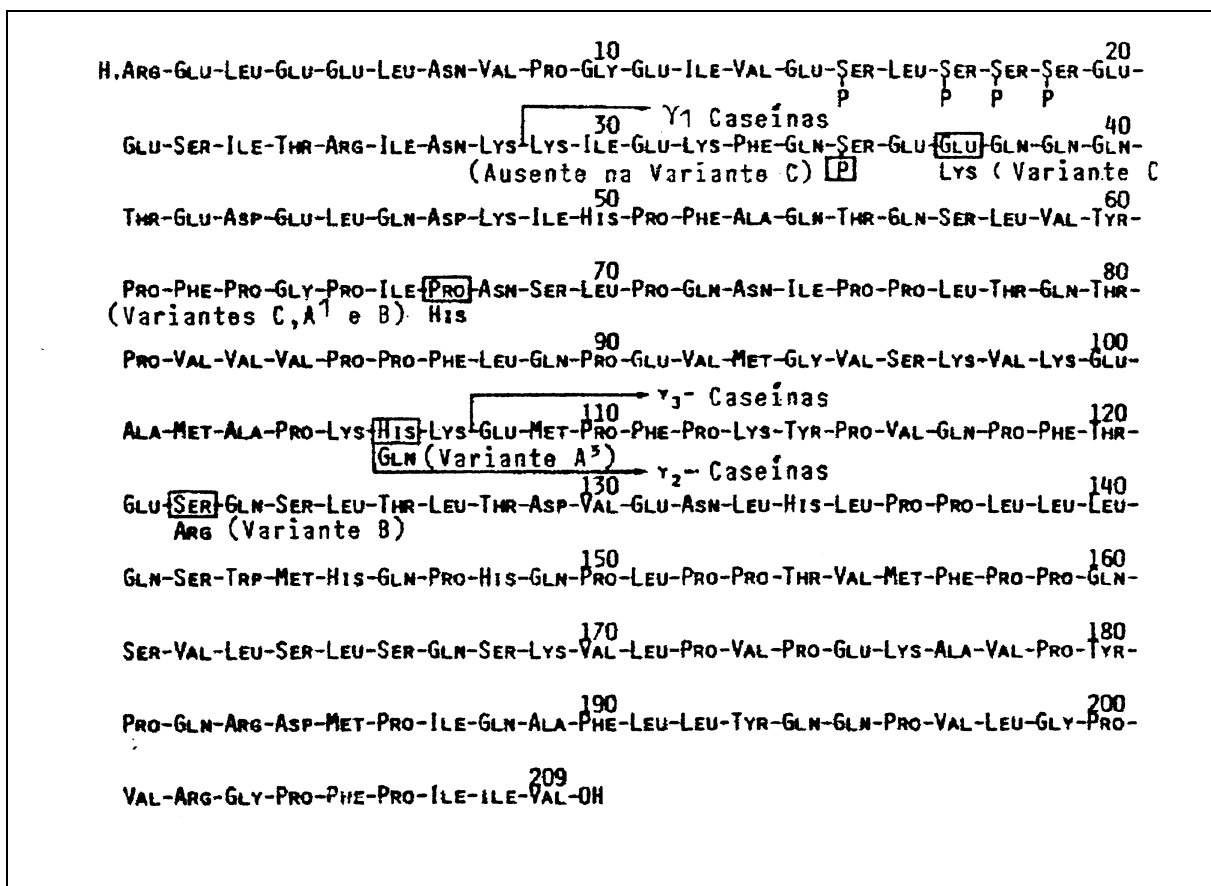


Fonte: SGARBIERI, 1996. Adaptado de Whitaker e Tannenbaum, 1977.

Figura 3 – Estrutura primária da caseína  $\alpha_{S1}$  (B) com indicação das mutações que ocorrem nas variantes A, C e D.

## - Caseína b

As caseínas do grupo  $\beta$  apresentam o fenômeno de associação-dissociação cujo equilíbrio depende da concentração de proteína, da temperatura e do pH. Em temperaturas abaixo de 8°C ou a valores elevados de pH a  $\beta$  caseína se apresenta como monômero. A elevadas temperaturas e pHs próximos da neutralidade as  $\beta$  caseínas formam polímeros em forma de rosário. A  $\beta$  caseína A2 é formada de 209 resíduos de aminoácidos e PM 23.980 Daltons. A seqüência dos aminoácidos revela um segmento N-terminal (1-42) com elevada densidade de carga e bastante hidrofílico, apresentando quatro radicais fosfato no segmento 15-19. O restante do polipetídeo é fortemente hidrofóbico contendo, novamente, elevada concentração de prolina, o que impede a formação de estrutura secundária em  $\alpha$ -hélice. A completa seqüência de aminoácidos (estrutura primária) da caseína  $\beta$  (A<sup>2</sup>) com indicação das mutações para suas variantes é mostrada na Figura 4.



Fonte: SGARBIERI, 1996. Adaptado de Whitaker e Tannenbaum, 1977.

Figura 4 – Estrutura primária da caseína  $\beta$  (A<sup>2</sup>) com indicação das mutações para suas variantes.

## - Caseínas k

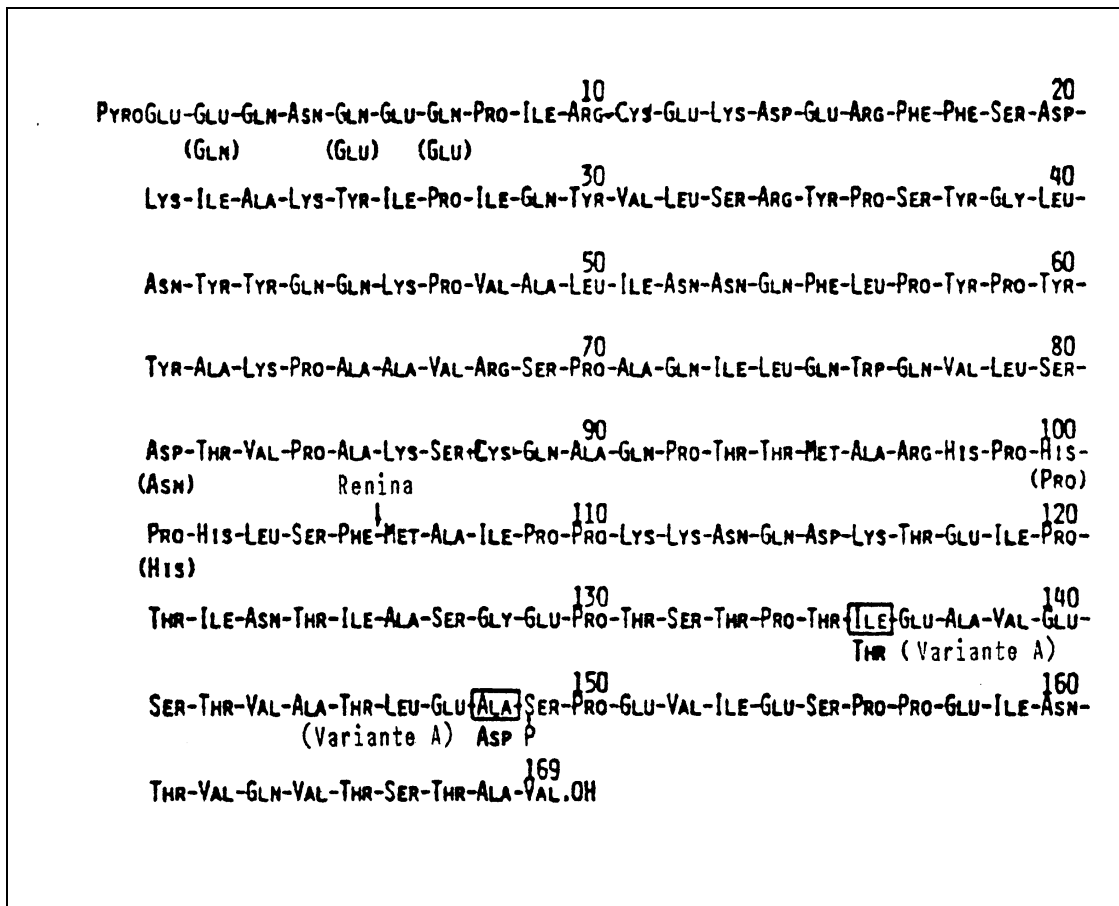
Essas caseínas não reagem com o cálcio mas, na presença de íons  $\text{Ca}^{++}$  reagem com as caseínas  $\alpha_{s1}$  e  $\beta$  para formar micelas termodinamicamente estáveis. A seqüência dos aminoácidos da  $\kappa$ -caseína mostra uma predominância de resíduos apolares na extremidade N-terminal (1-105) enquanto que os resíduos polares predominam na extremidade C-terminal da molécula (106-169). A  $\kappa$ -caseína contém dois resíduos de cisteína/mole, que participam na formação de ligações dissulfídicas intermoleculares, podendo dar origem a uma série de polímeros covalentes de PMs entre 60.000 e 600.000 daltons. No tratamento com mercaptoetanol os polímeros são todos transformados em monômeros. Os dois variantes genéticos A e B apresentam propriedades semelhantes em gel de poliacrilamida contendo uréia e mercaptoetanol. Ambos resíduos de cisteína se localizam na p- $\kappa$ -caseína básica do terminal N da cadeia de  $\kappa$ -caseína. A  $\kappa$ -caseína possui na molécula quantidades variáveis de carboidrato associado à p- $\kappa$ -caseína C-terminal. Um resíduo de carboidrato foi identificado ligado à  $\text{Thr}_{131}$  e corresponde à N-acetilgalactosamina, e o ácido neuramínico é a parte terminal da cadeia. A N-acetilgalactosamina liga-se ao grupo hidroxílico da treonina. Todo o carboidrato presente na molécula da  $\kappa$ -caseína parece se associar à porção C-terminal da molécula que contém 18 dos 28 resíduos de serina e treonina. Os resíduos de carboidrato aumentam a densidade de carga negativa e a hidrofobicidade da  $\kappa$ -caseína.

Ao contrário das séries  $\alpha_{s1}$  e  $\beta$ , as cargas da  $\kappa$ -caseína não são provenientes de fosfato o que provavelmente explica a não reatividade da  $\kappa$ -caseína com o cálcio. As cargas negativas da extremidade C-terminal da molécula são reforçadas pela presença de resíduos de carboidratos.

A  $\kappa$ -caseína constitui o substrato para a ação da enzima proteolítica renina. A clivagem ocorre entre os resíduos  $\text{Phe}_{105}$  -  $\text{Met}_{106}$ , liberando um peptídeo C-terminal de PM 6.800 Daltons que é solúvel e um peptídeo N-terminal de PM 12.271 Daltons que é insolúvel.

A fotoxidação da  $\kappa$ -caseína resulta em destruição da His e do Try, tomando essa proteína um péssimo substrato para a renina. Isto sugere que a  $\text{His}_{102}$  é essencial ao mecanismo de clivagem pela renina. Tem sido sugerido que a seqüência mínima necessária para a ação da renina seja: [ $\text{His}_{102}$ -Leu-Ser-Phe $_{105}$ -Met $_{106}$ -Ala $_{107}$ ...].

A grande hidrofobicidade inerente à p-κ-caseína insolúvel (N-terminal) favorece a agregação das micelas de caseína após ação da renina. O fato de que leite tratado com renina não coagula, quando mantido frio, sugere que a interação hidrofóbica é muito importante na formação das micelas de caseína. A estrutura primária da caseína K (variante B) está representada na Figura 5.



Fonte: SGARBIERI, 1996. Adaptado de Whitaker e Tannenbaum, 1977.

Figura 5 – Estrutura primária da κ-caseína (variante B) mostrando os pontos de mutação para a variante A e o ponto de clivagem da renina, no processo de coagulação

### - Caseína g

Essas caseínas parecem resultar da hidrólise enzimática parcial da β-caseína. A caseína  $\gamma_1$  parece corresponder ao segmento 29-209 da caseína β (PM 20.500). A caseína  $\gamma_2$  corresponde ao segmento 106-209 da caseína β (PM 11.800) e a caseína  $\gamma_3$  corresponde ao segmento 108-209 da caseína β (PM 11.600). As caseínas  $\gamma$  são

altamente hidrofóbicas e se comportam de maneira semelhante às caseínas  $\beta$  em relação à dependência da temperatura e pH, no fenômeno de associação-dissociação.

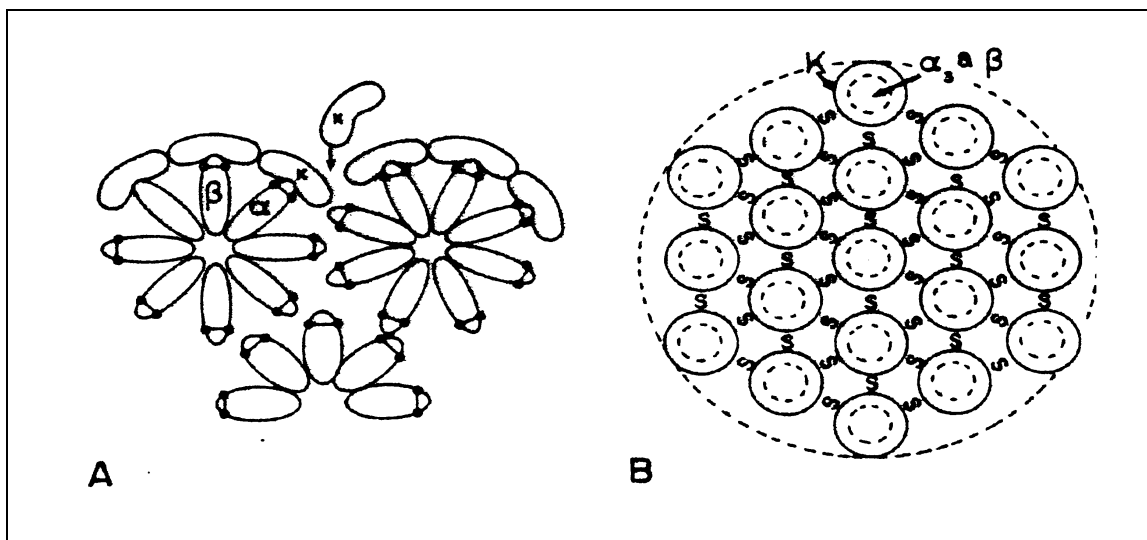
### - Micelas de Caseína

O termo micela tem sido usado para designar as partículas dispersas do leite, formadas de uma mistura complexa de proteínas.

Em 1929, Linderström-Lang sugeriram, como resultado de seus estudos sobre caseína, que o complexo coloidal do leite poderia ser composto por uma mistura de proteínas insolúveis em presença de  $\text{Ca}^{++}$ . Estas proteínas seriam rapidamente separadas pela renina, desestabilizando o colóide e provocando a coagulação. A interação entre  $\alpha_{s1}$  e  $\kappa$ -caseína foi demonstrada por filtração em gel. Também se observou que uma micela sintética de  $\alpha_{s1}$  e  $\kappa$ -caseínas, quando em presença de  $\text{Ca}^{++}$ , mostrava ao microscópio eletrônico as mesmas características das micelas do leite fresco, exceto pelo seu grande volume. O mecanismo preciso de formação das micelas ainda não é conhecido, apesar de diversas teorias terem sido propostas. Dentre as forças necessárias para a manutenção da estabilidade das micelas encontram-se: interações hidrofóbicas, interações eletrostáticas, pontes de hidrogênio, ligações dissulfeto, além do complexo coloidal de fosfato de cálcio.

Estrutura e composição das micelas de caseína: cerca de 80-90% de toda a caseína do leite está na forma de partículas coloidais aproximadamente esféricas denominadas micelas, medindo de 50-200nm de diâmetro de peso equivalente a  $10^7$ -  $10^9$  daltons. As micelas são formadas de sub-unidades de tamanho uniforme (~ 10-20nm de diâmetro) contendo de 25-30 nanômetros de caseína com um peso médio de partícula da ordem de  $6 \times 10^5$ .

As estruturas exatas das sub-unidades e das micelas de caseína ainda não foram determinadas, apenas alguns modelos têm sido sugeridos por diversos autores. Esses modelos recaem basicamente em duas categorias. A primeira, um conceito de "capa-núcleo" em que sub-unidades de  $\alpha_{s1}$  e  $\beta$ -caseínas formariam núcleos termodinamicamente estáveis em roseta cobertos por camadas periféricas de  $\kappa$ -caseína (Figura 6, A). O segundo modelo representado por uma estrutura aberta composta de sub-unidades de tamanho uniforme contendo  $\alpha_{s1}$  e  $\beta$  caseína no centro e  $\kappa$ -caseína na periferia (Figura.6, B). Ambos modelos permitem a associação das sub-unidades através de ligações de cálcio ou fosfato de cálcio coloidal, representado por S no modelo B.



Fonte: SGARBIERI, 1996.

Figura 6 – Modelos sugeridos para as micelas de caseína. A = modelo em roseta com sub-unidades de  $\alpha_{s1}$  e  $\beta$ -caseínas dispostas radialmente e  $\kappa$ -caseína periferalmente; B= composição uniforme contendo em todas as sub-unidades  $\alpha_{s1}$ ,  $\beta$  e  $\kappa$ -caseínas.

Cerca de 10-20% da caseína permanece solúvel, não fazendo parte das micelas. A quantidade e a composição da fração solúvel de caseína irá depender de fatores como temperatura, concentração de íons, cálcio e pH. À temperatura abaixo de 8°C,  $\beta$ -caseína, em particular, e pequenas quantidades do complexo de  $\kappa$ - $\alpha_{s1}$  caseína se dissocia da micela e passa para o soro. Aquecendo-se o leite esses componentes retomam as micelas porém não se sabe se readquirem a mesma estrutura anterior. Da mesma forma, na remoção de cálcio do sistema por agentes quelantes ou diálise verifica-se a dissociação das micelas em suas sub-unidades, que voltam a se reestruturar pela adição de cálcio.

Desfosforilação das caseínas  $\alpha_{s1}$  reprimem a interação estabilizadora da  $\kappa$ -caseína, tornando a micela instável. A adição de ácido, pH 4,6, aumenta a atividade de cálcio, resultando associações intermicelares e subsequente precipitação. A ação específica da renina sobre a  $\kappa$ -caseína destrói a função estabilizadora das micelas promovendo associações hidrofóbicas intermicelares e formação de coágulo.

As micelas de caseína contêm, em média, caseínas  $\alpha_{s1}$ ,  $\beta$  e  $\kappa$  nas proporções de 3:2:1, respectivamente. Contudo, nem todas as micelas têm a mesma composição; micelas menores têm concentrações mais elevadas de  $\kappa$ -caseína. Em média as micelas contém: proteína 93%, cálcio 2,8%; fósforo orgânico 2,3%, fósforo inorgânico 2,9%; citrato 0,4%; além de níveis baixos de Mg, Na e K.

### 2.1.6.1. Proteína do soro do leite de vaca

Quando a caseína é removida do leite desnatado, o líquido remanescente recebe o nome de soro de leite. Se a remoção da caseína é feita pela adição de ácido (pH 4,6) o soro se denomina "soro ácido"; se feito pela ação da enzima renina, teremos o "soro doce" que contém, em geral, maior quantidade de peptídios e aminoácidos livres resultantes da ação da renina sobre as caseínas.

As proteínas do soro representam cerca de 20% das proteínas do leite. As duas principais proteínas do soro  $\alpha$ -lactalbumina e  $\beta$ -lactoglobulina perfazem 70-80% das proteínas totais do soro. Além dessas são encontradas a soralbumina, imunoglobulinas, proteose-peptonas, lactoferrina, transferrina e enzimas. (SGARBIERI, 1996)

#### A - $\beta$ -LACTOGLOBULINA

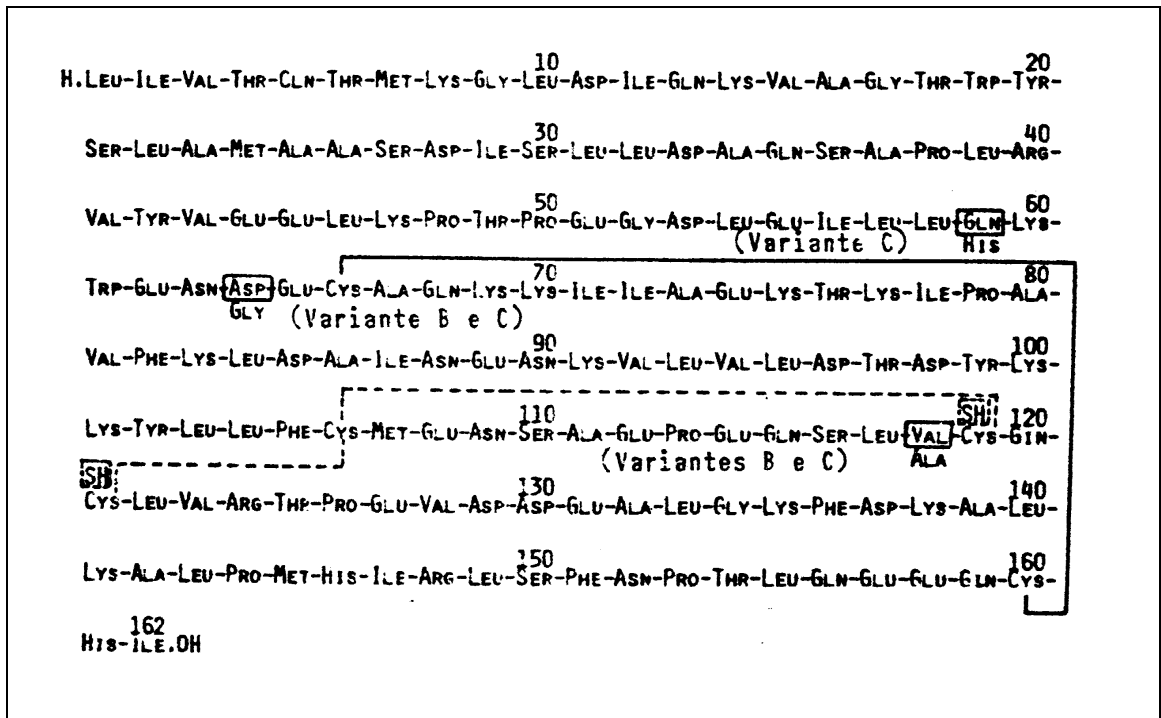
Esta foi a primeira proteína do leite a ser cristalizada e a designação  $\beta$  é derivada do fato de aparecer como segunda banda no perfil de ultracentrifugação do soro de leite. Da mesma forma que as caseínas a  $\beta$ -lactoglobulina também apresenta polimorfismo genético (variantes A, B e C).

Contém 162 resíduos de aminoácidos e pesos moleculares ao redor de 18.000 (A, 18.362; B, 18.276 Daltons). O monômero de  $\beta$ -lactoglobulina contém um grupo sulfidrilo livre (-SH) e duas pontes dissulfeto intramolecular (-S-S-), ligando a Cys-65 a 160 e a Cys-119 à 121. A estrutura primária da  $\beta$ -lactoglobulina A é mostrada na Figura 7.

Em pHs 5,1 e 6,7 a  $\beta$ -lactoglobulina se apresenta como um dímero estável consistindo de duas unidades esféricas. Em pHs menor que 3,0 ou maior que 8,0, os dímeros se dissociam em monômeros. Na faixa de pHs entre 5,1 e 3,8 (abaixo do pI) a  $\beta$ -lactoglobulina tende a formar octâmeros, a baixas temperaturas e elevadas concentrações de proteína. O fenômeno de octamerização é atribuído a ionização de grupos carboxílicos nos pontos de interação. (SGARBIERI, 1996)

Da mesma forma que as demais proteínas do soro de leite, a  $\beta$ -lactoglobulina sofre desnaturação térmica pelo aquecimento por 30 minutos a temperaturas superiores a 60°C. A 95°C se verifica completa desnaturação, sofrendo extensa transformação conformacional com exposição de grupos nucleofílicos (-SH:  $\epsilon$ -NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) altamente

reativos e de áreas hidrofóbicas. Nenhuma função biológica foi demonstrada, até o presente, para essa proteína.



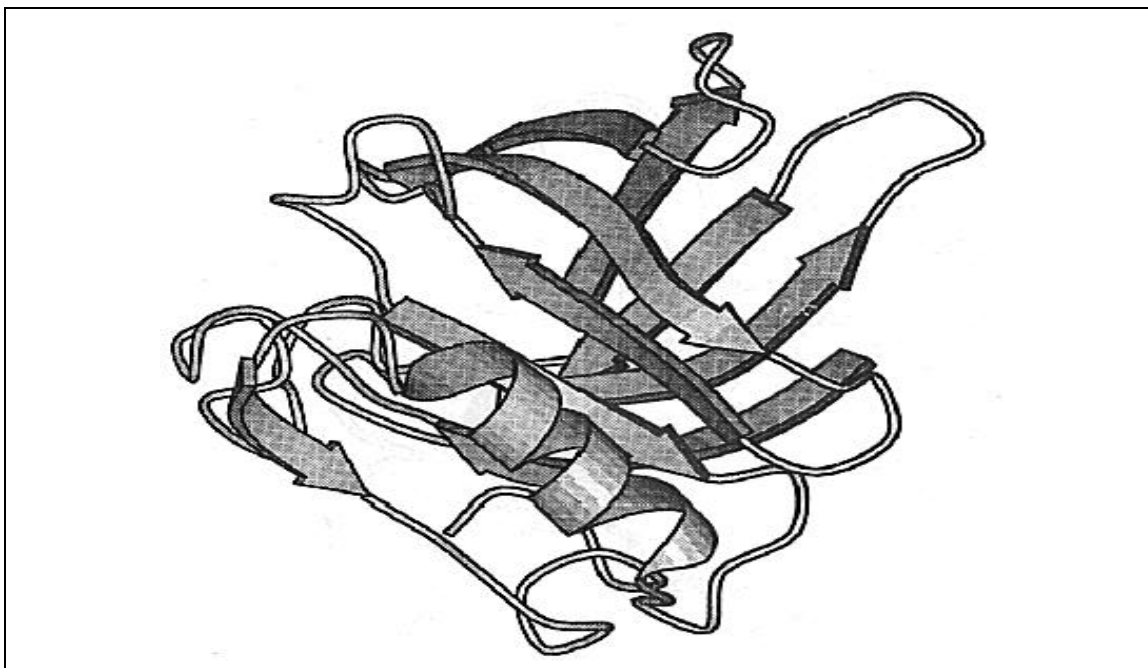
Fonte: SGARBIERI, 1996. Adaptado de Whitaker e Tannenbaum, 1977.

Figura 7 – Estrutura primária da  $\beta$ -lactoglobulina A, mostrando as mutações para as variantes B e C.

Devido à existência de um centro ter característica higroscópica, pode ser envolvido no emperramento de moléculas higroscópicas. A estrutura tridimensional da  $\beta$ -lactoglobulina é apresentado na Figura 8. (SGARBIERI, 1996)

## B - ALFA-LACTALBUMINA

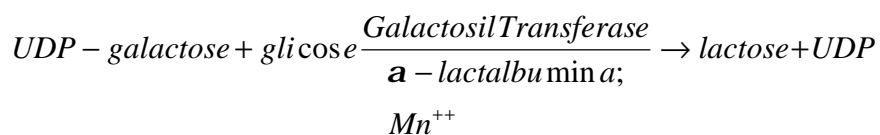
A designação alfa deriva do fato de ser a primeira banda do perfil de ultracentrifugação. Sua propriedade mais característica é a tendência de formar associações em pHs abaixo de seu ponto isoelétrico. No pH natural do leite, pH 6,6 e acima, a  $\alpha$ -lactalbumina aparece como monômero. Desempenha papel importante como proteína modificadora da síntese de lactose pelas glândulas mamárias.



Fonte: SWAISGOOD, 1996.

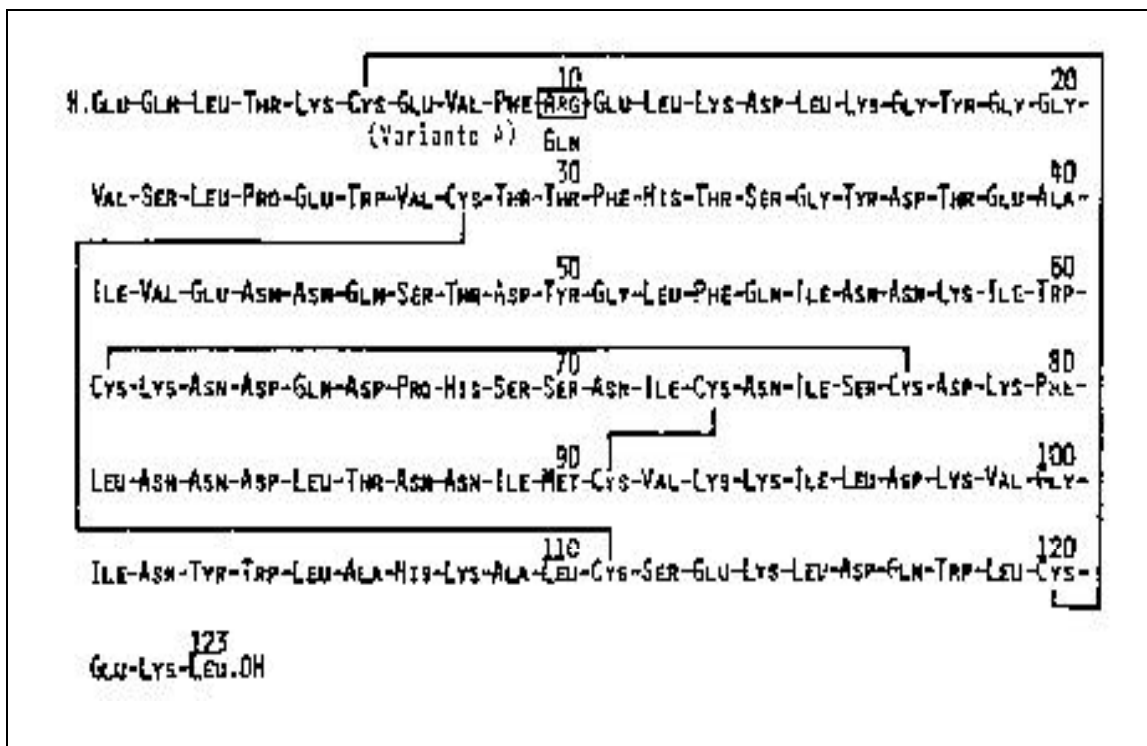
Figura 8 – Estrutura tridimensional da  $\beta$ -lactoglobulina

O leite de todos os mamíferos, em que a lactose é o principal açúcar, contém  $\alpha$ -lactalbumina. Na sua ausência, a enzima galactosil transferase transfere galactose preferencialmente da UDP-galactose para N-acetilglicosaminil-glicoproteína, mesmo na presença de glicose, uma vez que a transferência da galactose para a glicose é muito lenta ( $K_m = 1400\text{mM}$ ). Na presença de  $\alpha$ -lactalbumina, a transferência da galactose para a glicose é rápida ( $K_m = 5\text{mM}$ ) tomando-se a glicose o substrato de preferência desta enzima. A reação de síntese na presença de  $\alpha$ -lactalbumina é a seguinte:



Duas variantes genéticas (A e B) da  $\alpha$ -lactalbumina já foram identificadas mas, somente a variante B tem sido observada em leites das raças bovinas ocidentais.

A variante B contém 123 resíduos de aminoácidos com PM 14,176 e apresenta três pontes dissulfeto intramolecular. A estrutura primária da  $\alpha$ -lactalbumina B aparece na Figura 9.



Fonte: SGARBIERI, 1996. Adaptado de Whitaker e Tannenbaum, 1977.

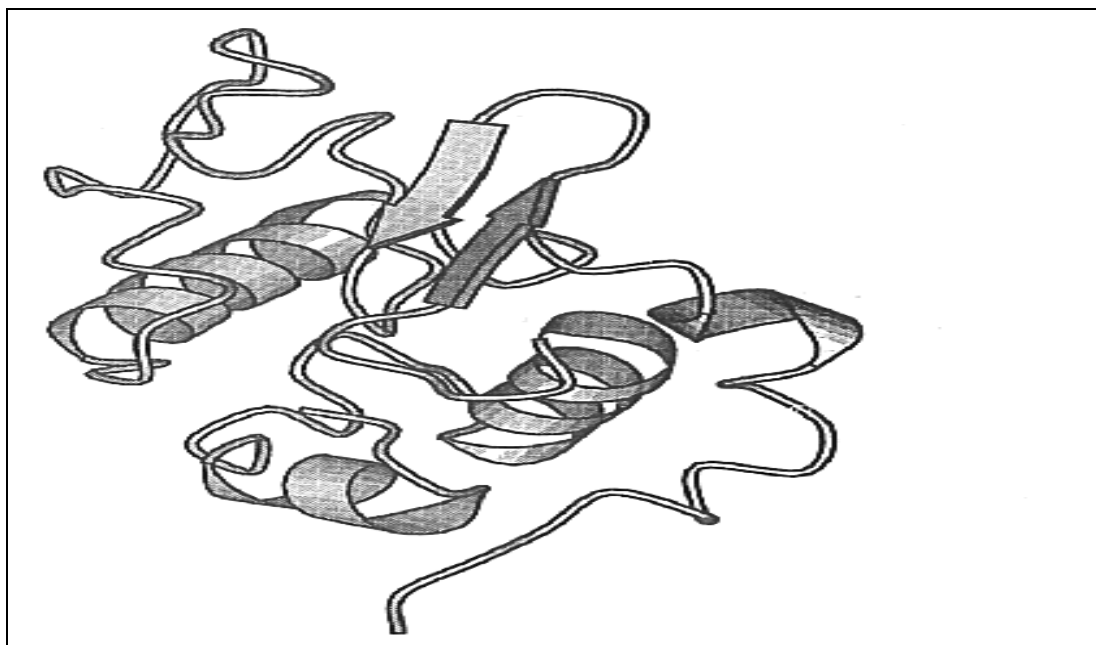
Figura 9 – Estrutura primária da  $\alpha$ -lactalbumina B, com indicação da mutação para a variante A e posições das pontes dissulfeto.

A alfa-lactalbumina, na presença de cálcio forma às ligações iônicas intramolecular que tendem a fazer a molécula resistente ao desdobramento térmico. Sob circunstâncias favoráveis do cálcio e do pH, a  $\alpha$ -lactalbumina pode permanecer solúvel após a exposição a 100° C. A sua estrutura tridimensional é apresentado em Figura 10.

### C - SORALBUMINA BOVINA (SAB)

Essa proteína tem sido isolada na forma cristalina a partir do soro de leite e parece ser idêntica à proteína encontrada no soro sanguíneo. É constituída de uma única cadeia polipeptídica com 582 resíduos de aminoácidos e PM 66.000 Daltons.

Apresenta um grupo sulfidrilo (-SH) livre na posição 34 (N-terminal) e 17 pontes dissulfeto intramolecular. Em pHs baixos ocorrem associações intermoleculares que são aparentes na eletroforese. A soralbumina bovina passa para o leite através do sistema vascular, possivelmente por vias similares às das imunoglobulinas do soro.



Fonte: SWAISGOOD, 1996

Figura 10 – Estrutura tridimensional da  $\alpha$ -Lactalbumina

## D - IMUNOGLOBULINAS

O termo é aplicado para uma família de proteínas de elevado peso molecular, com propriedades físicas, químicas e imunológicas semelhantes.

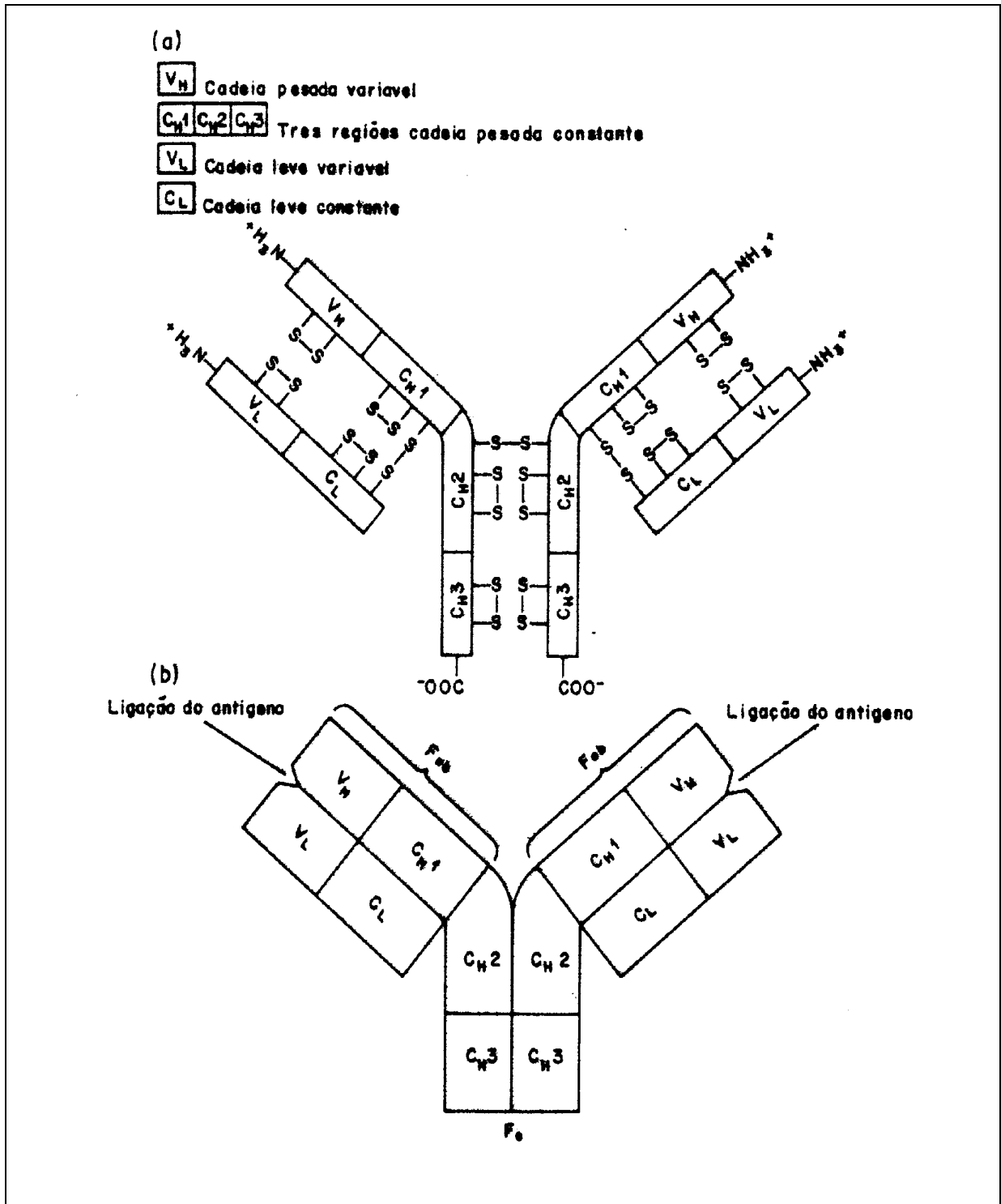
As imunoglobulinas ocorrem no soro sanguíneo e em outros fluidos do organismo. No colostro bovino servem para transferir imunidade passiva aos bezerros, protegendo-os contra doenças até que seu próprio sistema imunológico de defesa seja ativado.

Todas as imunoglobulinas são monômeros ou oligômeros de moléculas constituídas de quatro cadeias polipeptídicas: duas leves (PM 20.000) e duas pesadas (PM 50.000-70.000), que estão ligadas por pontes dissulfeto. A estrutura contém ainda um número variável de pontes dissulfeto, intramolecular. A Figura 11 é uma ilustração esquemática da estrutura de uma imunoglobulina. (SGARBIERI, 1996)

As cadeias curtas apresentam duas regiões diferenciadas: C1, região constante e VL, região variável que vai distinguir os inúmeros anticorpos formados no organismo. Os sítios de ligação antígeno-anticorpo são formados pelas regiões N-terminal das cadeias curtas e longas.

Existem três classes gerais de imunoglobulina: IgG (G1 e G2); IgA e IgM.

- a) **Imunoglobulina G(G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub>)** - Essas duas sub-classes existem no soro de sangue bovino ou em leite como monômeros (PM 160.000 Daltons) contendo 2-4% de carboidrato na molécula.
- b) **Imunoglobulina A(IgA)** - É antigenicamente distinta da IgG e da IgM. A IgA do soro de leite difere da IgA do soro sanguíneo. No leite a IgA aparece ligada a uma glicoproteína conhecida como componente secretor livre (FSC). A FSC aparece também como um componente livre no leite. A IgA se apresenta no soro de leite como um dímero (PM 400.000) e contém de 8-9% de carboidrato na molécula.
- c) **Imunoglobulina M(IgM)** - Trata-se de uma macroglobulina que ocorre no leite em baixa concentração. Ocorre na forma pentâmera (PM 900.000), contendo na molécula cerca de 12% de carboidrato. A resposta imunológica primária em bovinos se deve quase que exclusivamente às imunoglobulinas da classe M. A imunoglobulina M é uma crioglobulina, isto é, forma agregados em baixas temperaturas, além de interagir com a superfície dos glóbulos de gordura do leite. Temperaturas acima de 62°C (30min) e homogeneização destroem essa propriedade das IgM.



Fonte: SGARBIERI, 1998.

Figura 11 – Ilustração da molécula de uma imunoglobulina (monômero) mostrando: duas cadeias pesadas ligadas entre si por uma ponte dissulfeto; por sua vez, cada cadeia pesada se liga a uma cadeia leve por uma ponte dissulfeto; as cadeias leves apresentam ainda duas pontes dissulfeto intramolecular e cada cadeia pesada quatro pontes dissulfeto intramolecular.

## **E - LACTOFERRINA**

A lactoferrina, como um ingrediente do leite da vaca foi consumido por seres humanos por séculos. É consumida também através de outros derivados do leite tais como o queijo, os concentrados de proteína do soro, sorvetes, iogurte, etc..

É uma metaloproteína que liga muito fortemente dois átomos de ferro por mole de proteína (PM 86.100 Daltons). Quando dissolvida em água produz uma coloração vermelho-salmon e livre de ferro (apolactoferrina) apresenta-se incolor. A lactoferrina é uma proteína básica com ponto isoelétrico (pI) ao redor de pH 8,0. Com o conteúdo normal de ferro essa proteína é bastante resistente à desnaturação térmica e química e à ação enzimática.

A função da lactoferrina é semelhante à da transferrina do soro sanguíneo, isto é, fixa o ferro na forma de quelato. Essa proteína exerce no leite uma ação bacteriostática contra microrganismos patógenos que dependem de ferro livre.

Uma proteína versátil do leite, bioativa que realiza um papel importante na resposta e nas ajudas ao sistema imunológico que protege o corpo frente às infecções.

Além da estimulação do sistema imunológico, os estudos científicos revelaram que a lactoferrina também impede o crescimento dos patógenos (provavelmente privando o ferro requerido para o crescimento), exerce propriedades também, ação anti-bacteriana, prevenção de oxidação e antiviral dos controles e os danos do tecido causados pela oxidação (resultando o envelhecimento) e facilita o transporte do ferro. Serve também como um antioxidante natural.

Os agradecimentos a estas propriedades, a lactoferrina pode ser vista como um ingrediente saúde - com uma escala de grandes aplicações.

Por causa de suas elevada qualidade e propriedades bioativas, a lactoferrina é usada extensamente em fórmulas infantis, em suplementos à saúde, em alimentos funcionais, em produtos orais, e em cosméticos.

É uma glicoproteína do leite que ocorre naturalmente em numerosas secreções corporais, incluindo o leite, sangue, saliva, etc. Presente no peito de mulheres e no leite da vaca, com concentrações no leite humano de 5-10 vezes mais elevado do que no leite de bovídeos (REITER, 1985). As concentrações do lactoferrina mudam durante o ciclo de lactação, sendo que a concentração mais elevada encontra-se no colostro, onde é a segunda proteína mais abundante, passando ao recém-nascido, a idéia que a lactoferrina serve como uma proteína protetora que complementa o sistema imunológico de defesa BARTH (1988).

A ocorrência da lactoferrina nos líquidos biológicos sugere um papel na defesa não especificada contra aos invasores patógenos e está representado no Quadro 5.

A lactoferrina dos Bovinos é usada já em um bom número de países para enriquecer fórmulas infantis. As razões para usar o lactoferrina do leite da vaca são sua disponibilidade em quantidades comerciais de custo razoável, sua similaridade na função quando comparadas a lactoferrina humano nativo, e, conseqüentemente, a possibilidade para imitar mais o leite de peito.

Quadro 5 – Ocorrência de lactoferrina em líquidos biológicos

<b>Líquido Biológico</b>	<b>Quantidades</b>
Leite de peito colostro	7 mg/mL
Leite de peito normal	1-2 mg/mL
Plasma seminal	0,4-1,9 mg/mL
Líquido sinovial	10-80 µg/mL
Saliva	7-10 µg/mL
Leite da vaca	20-200 µg/mL

O lactoferrina dos Bovinos é atualmente a única opção de lactoferrina na formulação de alimentos funcionais do elevado-valor adicional.

Os leites de Bovinos contem aproximadamente 200 mg/l de lactoferrina. No colostro dos Bovinos, o índice do lactoferrina é consideravelmente mais elevado, aproximadamente 1 g/l. No leite e no colostro humanos, os níveis relatados são 2-4 g/l e 6-8 g/l respectivamente.

As concentrações elevadas do lactoferrina que estão atuais no colostro passaram à sustentação de recém-nascido a idéia que a lactoferrina serve como uma proteína protetora que complementa o sistema imunológico de defesa. Algumas características físico-químicas da lactoferrina dos Bovinos são como segue no Quadro 6. (HOWARD, 1991).

A seqüência completa do aminoácido da lactoferrina dos Bovinos foi determinada e encontrada e composta por 689 aminoácidos. (MOORE, 1997)

A conformação da estrutura da lactoferrina de 3-D e as estruturas "glycan" do ser humano e da lactoferrina dos Bovinos, é conhecida com grande detalhe. Suas estruturas 3-D são muito similares, mas não exatamente idêntico. A lactoferrina é composta por dois lóbulos homólogos, chamados N e C.

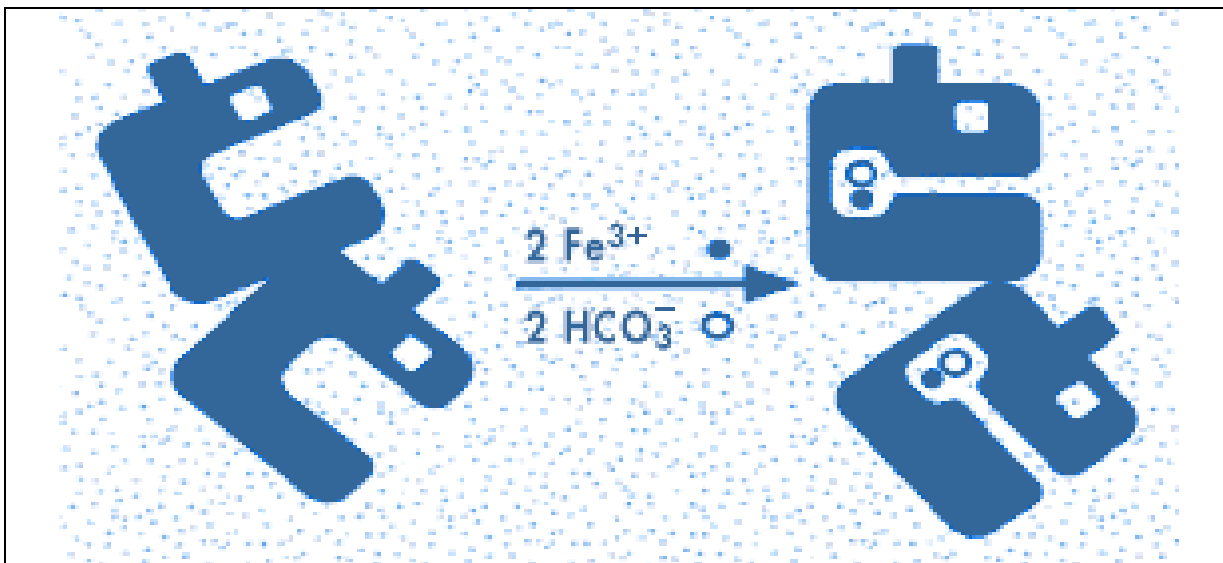
Quadro 6 – Características físico-químicas da lactoferrina bovina

<b>Características</b>	<b>Valores</b>
Peso molecular (D)	80000
Índice de hidrato de carbono (%)	11,2
Índice Max. do ferro (mg/g)	1,4
Ponto Isoelétrico	8,0
Absorbância em 465 nm, solução de 1%	0,58

Cada lóbulo consiste dois lóbulos secundários ou domínios, que dão forma a uma fenda onde o íon férrico ( $Fe^{3+}$ ) é ligado firmemente na cooperação sinérgica com o ânion do bicarbonato. Estes domínios são chamados N1, N2, C1, e C2, respectivamente. Na lactoferrina dos Bovinos, N1 está para as seqüências 1-90 e 251-233, N2 para 91-250, C1 para 345-431 e 593-676, e o C2 para 432-592. A seqüência 334-344 representa a chamada dobradiça, que é uma conformação da hélice com 3 voltas. (MOORE, 1997)

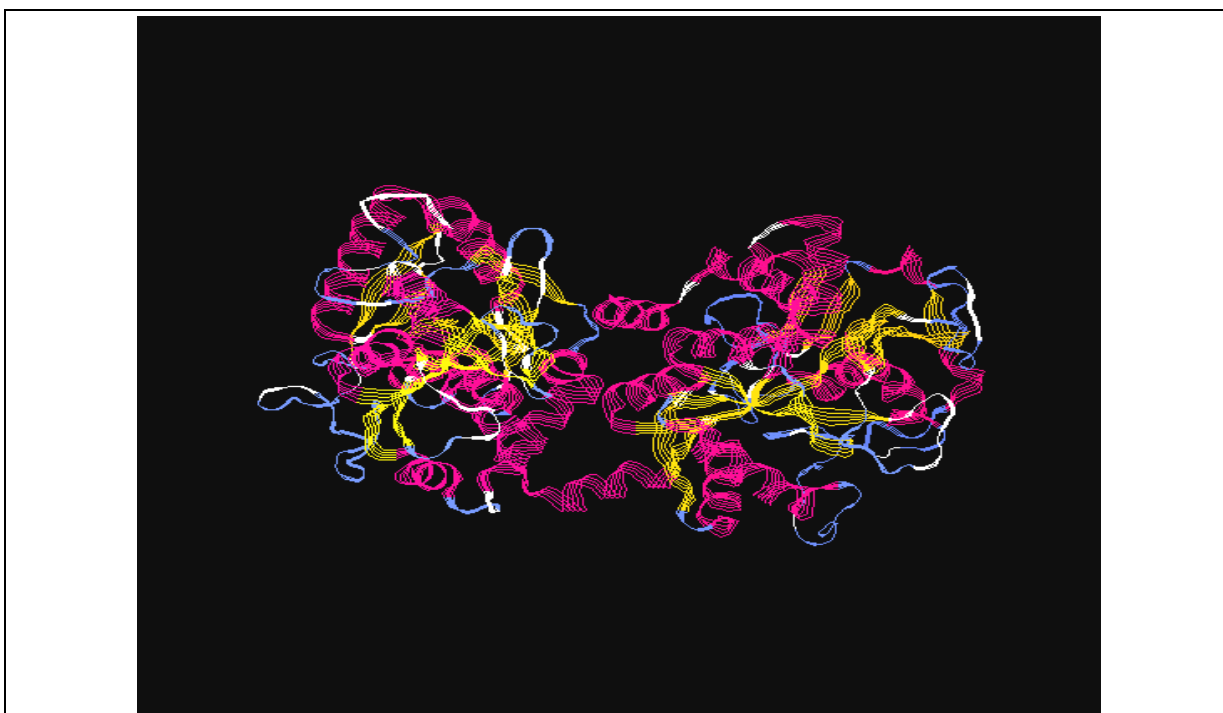
A estrutura secundária é em parte devido à presença de pontes do bissulfeto entre resíduos de cisteína. Os aminoácidos que contribuem ao emperramento do íon férrico na fenda são: Asp.60, Tyr.92, Tyr.192, e His.253 no lóbulo N, e em Asp.395, em Tyr.433, em Tyr.526, e em His.595 no lóbulo C. Em ambos os lóbulos (atos do íon do bicarbonato sinérgicamente no emperramento do ferro).

A lactoferrina é a única glicoproteína de cadeia dobrada em duas unidades globular, cada uma pode ligar um íon férrico ( $Fe^{3+}$ ) junto com um íon do bicarbonato (Figura 12 e 13).



Fonte: Moore, 1997.

Figura 12 – Ilustração do mecanismo ferro-ligante da lactoferrina.



Fonte: [www.gronungen.bio.ucalgary.ca](http://www.gronungen.bio.ucalgary.ca)

Figura 13 – Estrutura tridimensional da lactoferrina – ( $\text{Fe}^{3+}$ ).

## F - TRANSFERRINA

É encontrada em pequena quantidade no leite e em maior concentração no colostro. A transferrina pode ser diferenciada da lactoferrina com base em propriedades físico-químicas, imunológicas e eletroforéticas.

Como no caso da transferrina de soro humano, a transferrina bovina parece ser formada de dois polipeptídeos idênticos, cada um ligando um átomo-grama de ferro. Semelhantemente à lactoferrina, a transferrina possui propriedade bacteriostática.

#### **2.1.6.2. Principais enzimas do leite**

Mais de 50 enzimas já foram identificadas no leite da vaca; apenas algumas apresentando interesse tecnológico. Várias enzimas do leite são glicoproteína, outras apresentam-se associadas a partículas de lipoproteínas.

Fosfatase alcalina - Essa enzima se encontra em complexos lipoprotéicos distribuídos nas membranas dos glóbulos e na fase aquosa. Catalisa a hidrólise de fosfo-monoésteres a pH ótimo ao redor de 9,0 e requer  $Mg^{++}$  como cofator. Em condições especiais pode catalisar a desfosforilação da caseína, a uma velocidade bastante baixa. É usada como enzima de referência (indicador) na monitoração do processo de pasteurização do leite (71,5°C, 16 seg.). Detecção de atividade no leite pasteurizado pode indicar pasteurização inadequada. Contudo, em alguns produtos lácteos processados e estocados em temperaturas superiores a 5°C, pode-se encontrar atividade devida à desnaturação da enzima.

Lipase - O leite contém lipases que, em determinadas circunstâncias promovem a hidrólise das gorduras dando origem ao sabor amargo ou "ranço" característico. Embora a hidrólise já possa ocorrer no pH normal do leite (pH 6,6-6,7), atividade máxima das lipases se verifica em pHs ao redor de 9,0. Há dúvidas quanto ao número de lipases no leite.

Vários investigadores notaram que lipases aparecem associadas às micelas de caseína e, na sua maior parte, pode se dissociar e passar para o soro pela adição de NaCl. Quando o soro, livre de caseína, foi passado em coluna de sephadex G-200, foram separados três picos com atividade lipolítica e com pesos moleculares entre 62.000-112.000.

As lipases são bastante sensíveis à ação de metais pesados, luz e calor e são inativadas pela pasteurização.

Protease - Uma enzima proteolítica é encontrada no leite em associação com as micelas de caseína. Essa enzima poderá ser extraída da caseína precipitada por ácido e parece estar associada, preferencialmente, à  $\kappa$ -caseína. Atua na faixa de pH 6,5-9,0 e é denominada caseinase devido sua preferência pelas caseínas (afinidade para  $\beta > \alpha S1 > \kappa$ ). É provável que essa atividade proteolítica endógena seja responsável pela formação de  $\gamma$ -caseínas a partir das

$\beta$ -caseínas. A protease livre e em solução é inativada pelo aquecimento a 80°C, 10 min., podendo ser mais resistente na forma em que se encontra no leite. A estabilidade dessa enzima aos processos térmicos aplicados ao leite poderá ter significado em relação à qualidade dos produtos lácteos, bem como em relação ao gosto, aroma e textura dos queijos nos processos de cura e durante a estocagem.

**Peroxidase** - A lactoperoxidase representa 0,5 a 1,0 % é das proteínas de soro de leite. Catalisa a decomposição de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> na presença de um doador de hidrogênio ou de um componente oxidável. É uma HEME-proteína de PM 77.000 e atua como inibidora de bactérias no leite. Atua contra Salmonella e Streptococcus patogênicos em presença de tiocianatos e peróxidos que estão sempre presentes no leite.

**Oxidase da xantina** - Catalisa a oxidação das purinas hipoxantina e xantina a ácido úrico. É encontrada em altas concentrações nas membranas dos glóbulos de gordura, representando cerca de 10% é da massa de proteína dessas membranas. Tem peso molecular ao redor de 300.000 e liga fortemente dinucleotídio de flavina e adenina (FAD), molibdênio e ferro nas proporções 2:2:8, respectivamente.

A enzima se apresenta como um dímero formado de duas sub-unidades idênticas.

**Oxidase de Grupos Sulfidrilos** - Catalisa a oxidação de grupos sulfidrilos (-SH) a grupos dissulfeto (-S-S-). Quando o leite é superaquecido apresenta gosto "cozido" que é atribuído ao rompimento de pontes dissulfeto e formação de grupos sulfidrilos livres que seriam responsáveis pelo sabor estranho. Está se estudando a possibilidade do uso dessa enzima imobilizada em reator de fluxo contínuo, para eliminar o sabor "cozido" do leite superaquecido.

A enzima isolada do soro de leite apresenta a propriedade de associação e dissociação. Revelada em gel de poliacrilamida, em presença de dodecil sulfato de sódio (SDS), apresentou PM 89.000.

### **2.1.7. A relação entre propriedades funcionais e a funcionalidade protéica em produtos alimentícios**

O termo propriedade funcional é freqüentemente usado no referente às propriedades físico-químicas das proteínas em soluções aquosas ou em sistemas-modelo simples. O comportamento funcional das proteínas lácteas em produtos alimentícios, entretanto, é muito mais complicado. As proteínas nativas conforme sintetizadas pelas vacas, refletem um número de propriedades funcionais em solução aquosa que são modificadas durante o

processamento para sujeitar a funcionalidade protéica. Nesta seqüência, as propriedades funcionais são resultado de fatores intrínsecos de proteínas nativas e mais um número de fatores extrínsecos. Os fatores intrínsecos incluem a composição e a seqüência de aminoácidos, conformação, tamanho molecular, flexibilidade, carga de cadeia e hidrofobicidade das moléculas de proteína. O conhecimento sobre as relações entre os fatores protéicos intrínsecos e os fatores extrínsecos como temperatura, pH, salinidade e concentração são criticamente importantes para a elucidação e controle de propriedades funcionais. Tais características, entretanto, são primariamente informativas sobre o processo, história e composição do produto lactoprotéico envolvido; o desempenho em produtos alimentícios é outra característica como funcionalidade protéica. Tal característica reflete o modo como as proteínas interagem com componentes como lipídios, açúcares, sais e outras proteínas dum dado produto alimentício. Estas interações são regidas pelos efeitos do processamento (Homogeneização, aquecimento, congelamento, e condições de armazenamento). Assim, quase todas as aplicações requerem atributos funcionais específicos para se obter o desempenho desejado, o qual é usualmente alcançado pelo método da tentativa e erro (testes).

#### **2.1.8. Propriedades funcionais de produtos de soro**

Enquanto se aprofundam as aplicações das proteínas do soro, sua utilização e propriedades funcionais, os ingredientes de soro já oferecem numerosas vantagens funcionais aos formuladores de alimentos. As proteínas de soro possuem solubilidade, criam viscosidade por meio de sua capacidade de reter a água, formam géis, emulsificam, retêm e incorporam gordura, facilitam o batimento, formação de espuma e aeração, realçam cor, sabor e textura, além de contribuir com extensa lista de benefícios nutricionais, já comentados anteriormente.

De todas as propriedades existentes, apresentarei as seguintes:

##### **A - SOLUBILIDADE**

A proteína de soro é altamente solúvel, especialmente quando comparada ao caseinato de sódio e à proteína da soja. A solubilidade é uma propriedade funcional muito importante em produtos fluídos e semi-fluídos.

Em bebidas prontas-para-beber, a solubilidade evita a floculação ou sedimentação protéica, melhorando tanto a aparência quanto a textura do produto.

Em sopas e molhos prontos, a ocorrência de coagulação, sedimentação e separação associada á presença de proteínas insolúveis é altamente indesejável.

Em carnes picadas, molhos para saladas, produtos lácteos e de panificação, as proteínas promovem a emulsificação, gelificação e retenção de água. Na maioria dos alimentos processados, o emprego de ingredientes solúveis e de fácil dispersão simplifica o processamento e melhora a consistência do produto final de forma significativa.

No leite, bem como em bebidas com sabor de chocolate, baunilha ou café, um pH neutro produz as melhores características de sabor. Tanto as caseínas quanto as proteínas de soro são solúveis nestes sistemas alimentares e a escolha entre estas duas alternativas de proteína será feita em função de outras propriedades, tais como valor nutritivo, sabor e custo. Em refrigerantes de fruta e do tipo cola ou ainda em misturas de sucos de fruta, um pH ácido realça o sabor. Enquanto as proteínas de soro são solúveis em soluções ácidas, a proteína de soja e as caseínas tendem a precipitar neste meio.

O efeito do aquecimento sobre a solubilidade é uma segunda preocupação dos especialistas em formulação de alimentos. Muitos alimentos são processados a quente por razões de durabilidade. Sopas e molhos cremosos podem ser enlatados e esterilizados comercialmente para aumentar a estabilidade durante a vida-de-prateleira do produto. Estes alimentos serão aquecidos mais uma vez pelo consumidor. Desnaturação e perda de solubilidade podem ocorrer quando soluções protéicas com pH de 3,5-5,5 são aquecidas a temperaturas de 60°C ou mais. A perda de solubilidade é aumentada pelos íons de cálcio presentes na solução.

Em sistemas de elevada acidez com pH interior a 3,5, como é o caso de refrigerantes, bebidas de frutas e molhos para salada, as proteínas desnaturadas permanecem solúveis ao serem aquecidas a 90°C ou mais por 5 minutos. Da mesma forma, proteínas em soluções diluídas acima de pH 6,5 permanecem solúveis quando aquecidas a uma temperatura de 80°C por 10 minutos ou mais.

## **B - RETENÇÃO DE ÁGUA E VISCOSIDADE**

Retenção de água e viscosidade são propriedades funcionais relacionadas. Quando proteínas do soro são aquecidas, ocorre a degradação das ligações químicas responsáveis por sua estrutura globular. À medida que a molécula da proteína se desenrola, criam-se pontos adicionais para a ligação de moléculas de água, o que aumenta a viscosidade da solução.

Em produtos como pudins e iogurte, as propriedades de retenção de água ajudam a produzir uma textura mais viscosa e a controlar a separação. A sinérese (isto é, a perda de água) em iogurtes fortificados com Concentrado Protéico de Soro (CPS) é bem menor em comparação a iogurte fortificado com leite em pó desnatado.

Em carnes picadas e em produtos de panificação, a retenção de água melhora a textura da emulsão.

A retenção de água reduz perdas que ocorrem durante cozimento e forneamento, melhora o rendimento e contribui para um produto final mais úmido. O aumento do teor de umidade em alimentos lácteos realça o perfil sensorial pelo aumento da liberação de componentes do sabor.

As propriedades de retenção de água auxiliam na formulação de produtos com teor de gordura reduzido por meio da adição de atributos semelhantes aos da gordura, tais como lubrificidade e qualidades gustativas. Além disto, alguns produtos de soro conferem opacidade a formulações lácteas com teor de gordura reduzido.

## **C - GELIFICAÇÃO**

Sob condições específicas, as proteínas de soro formam géis não-reversíveis. As características do gel dependem da concentração de proteína, do pH da solução, da concentração de íons de cálcio e da concentração de íons de sódio.

Por exemplo, géis formados em soluções com concentrações de proteína de 3 a 5% a temperaturas entre 55°C e 70°C, são mais translúcidos e mais moles. Géis mais opacos são formados quando concentrações mais elevadas de proteínas (10%) são aquecidas a temperaturas mais altas (90°C-100°C). Em condições de acidez elevada, os géis são opacos, úmidos e fracos. Em soluções neutras ou de pH mais alto, os géis são mais translúcidos e apresentam maior elasticidade.

Micropartículas de géis de proteína de soro mantêm o nível de umidade de produtos de panificação e embutidos; conferem opacidade a bebidas e produtos lácteos e melhoram a textura e as qualidades gustativas em produtos com teor de gordura reduzido, produtos de panificação, queijo processado, iogurte, pudins e manjares, e em carnes e frutos do mar picadas ou cominuídos.

## **D - EMULSIFICAÇÃO**

As proteínas de soro contêm grupos hidrofílicos (que atraem água) e hidrofóbicos (que repelem água). A proteína de soro tem desempenho funcional semelhante aos emulsificantes tradicionais (gema de ovo, por exemplo) em molhos tipo maionese; seu teor de colesterol é mais baixo. A estabilidade de emulsões de proteína de soro pode ser aumentada com a adição de gomas ou por meio do aquecimento do sistema para criar um gel protéico.

## **E - RETENÇÃO DE GORDURA**

As propriedades de retenção de gordura dos produtos de soro estão ligadas às suas propriedades de emulsificação que é resultado da presença simultânea de grupos hidrofílicos e hidrofóbicos. Os grupos hidrofóbicos são de natureza lipofílica (isto é, atraem lipídeos) os CPS, por exemplo, são adicionados a carnes moídas devido às suas propriedades de retenção e incorporação de gordura.

## **F - ESPUMA E AERAÇÃO**

A formação de espuma é semelhante à formação de emulsão, só que neste caso as proteínas de soro têm a função de estabilizar a interface em torno da micela de ar.

As proteínas de soro podem ser usadas para substituir parcialmente ou completar e aumentar (agente extensor) ovos em produtos de panificação, trazendo vantagens econômicas e microbiológicas, e tornar as informações nutricionais no rótulo atraentes ao consumidor. Estas propriedades são de importância crucial na fabricação de coberturas aeradas, coberturas glaceadas, sorvete e *frozen yogurt*.

## **G - SABOR**

Na forma pura, as proteínas do soro caracterizam-se pelo sabor muito suave. O soro serve para realçar sabores já existentes ou para acrescentar seu próprio sabor ao produto final.

O aquecimento de proteínas de soro resulta na formação de sulfetos voláteis. Aminoácidos livres são convertidos a componentes de sabor pelo calor e por meio da interação química com outros compostos. As proteínas de soro conferem diversidade de sabores e aroma a produtos de panificação.

Outras categorias de alimentos, tais como bebidas e produtos de confeitaria, têm sabores de frutas e chocolates realçados devido ao sabor suave e levemente adocicado do soro. As proteínas de soro acentuam os sabores de ervas finas e de especiarias em sopas e molhos.

### **2.1.9. Propriedades funcionais da lactose**

A lactose oferece numerosas vantagens funcionais aos técnicos de formulação de alimentos. O produto possui solubilidade; atua como "*filler*" (ligante) e veículo em misturas secas; aumenta o teor de sólidos e possui baixo poder adoçante; realça e potencializa cor, sabor e textura; facilita escurecimento e pode ser transformado em tabletes de lactose pura.

#### **A - ABSORÇÃO E RETENÇÃO DE SABOR E DE COR**

A lactose é várias vezes mais eficiente do que a maioria dos açúcares em atrair e prender *flavors* e aromas voláteis.

Além de absorver *flavors* ou compostos aromáticos, a lactose realça sabores e tornando-os mais perceptíveis ao paladar. Da mesma forma, a lactose possui uma forte tendência de absorver cores naturais e sintéticas. Em molho de tomate, por exemplo, a lactose pode atenuar o gosto ácido, realçar o sabor de tomate e a cor vermelha.

#### **B - ESCURECIMENTO**

A lactose é um açúcar redutor que reage com amímas para formar compostos característicos da reação de Maillard (escurecimento não-enzimático). A lactose também carameliza, embora sua temperatura de caramelização seja mais alta do que para a maioria dos açúcares.

Tanto em confeitos do tipo caramelo quanto em produtos de panificação, deseja-se o desenvolvimento de cor e de *flavor* decorrente da presença da lactose e de interações amina-lactose. A cor da casca de pães e rolinhos é realçada pelos produtos de soro com alto teor de lactose, sendo sensivelmente mais marrom-dourada em comparação com a coloração produzida pela dextrose.

## **C - PROPRIEDADES HIGROSCÓPICAS**

A lactose na forma de alfa-lactose mono-hidratada é muito estável. Trata-se de uma substância não-higroscópica que mantém sua característica não-aglutinante mesmo em condições de temperatura alta e de umidade relativa elevada. Esta é uma das razões para se utilizá-la como veículo para outros ingredientes como edulcorantes de alta intensidade, aromas e condimentos.

Controle criterioso do processo de secagem de produtos de soro com elevado teor de lactose possibilita maximizar a concentração da lactose na forma alfa-monohidratada. Estes produtos de soro também são não-higroscópicos e têm excelente desempenho como agente ligador (ou *filler*) e veículo em misturas secas. Os cristais também facilitam a dispersão em água.

Soluções supersaturadas de lactose podem formar uma massa sólida também conhecida como "lactose vítrea" ou "lactose amorfa". A lactose nesta forma é altamente higroscópica. Esta afinidade por umidade é de grande valor na preservação da umidade e da maciez em produtos de panificação e em confeitos. A lactose presente em soluções provoca uma diminuição na pressão de vapor da umidade, retarda a perda de umidade e mantém o frescor do produto final por mais tempo.

## **D - DOÇURA**

Uma solução de 10% de sacarose é equivalente a uma solução de 20% de lactose em termos de percepção de doçura.

Nas concentrações mais usadas na indústria de alimentos, a sensação de doçura da lactose corresponde apenas um terço ou um quinto da doçura produzido por uma quantidade igual de sacarose. O risco de doçura excessiva não ocorre com a lactose.

## **E - SOLUBILIDADE**

A lactose é solúvel em grau menor quando comparada aos outros tipos comuns de açúcar tais como sacarose, frutose e dextrose.

A solubilidade da lactose é limitada quando se incorpora lactose ou ingredientes lácteos com alto teor de lactose a alimentos processados. Para evitar a formação de cristais e uma textura arenosa, utilizam-se CPSs para obter concentração máxima de sólidos de soro em sobremesas congeladas. O soro com teor de lactose reduzido é utilizado em alimentos de

queijo processado para maximizar os sólidos de soro no produto. Em confeitos, a adição de xarope de milho e de gordura pode auxiliar a controlar a cristalização. Em outros produtos, como por exemplo leite condensado, a cristalização é controlada por meio da sementeira de cristais de lactose à solução saturada os cristais que se formam são muito pequeno e imperceptíveis. Quando o tamanho dos cristais de lactose é controlado, a cristalização ajuda a produzir a textura desejada em alguns produtos de confeitaria.

## **F - SUBSTRATO DE FERMENTAÇÃO**

A lactose é convertida em ácido láctico por culturas lácticas. O processo de fermentação é importante para o sabor e para a textura. Algumas culturas convertem a lactose em ácido propiônico. Dependendo da concentração, o ácido propiônico pode controlar o crescimento de mofo. A lactose não é fermentada pela levedura usada para fazer pão. Em produtos de massa fermentada por levedura ou fermento biológico, a lactose dá cor a casca, emulsifica a gordura e retém água.

## **G - VEÍCULO EXCIPIENTE PARA COMPRIMIDOS**

A lactose pode ser compactada diretamente, por pressão formando um comprimido sem que ocorra granulação úmida.

Quando usada em pastilhas confeitadas, a capacidade de absorção, retenção de cor e sabor constituem, junto com a pronta solubilidade, uma importante vantagem.

### **2.1.10. Funcionalidade protéica em produtos alimentícios**

É muito difícil encontrar relações sólidas entre propriedades funcionais e comportamento de proteínas em produtos alimentícios, o que pode ser ilustrado por alguns exemplos. Uma importante demanda funcional de proteínas de soro é sua facilidade em induzir e estabilizar alimentos aerados. Esta propriedade é costumeiramente identificada na capacidade dos produtos à base de proteínas do soro de formar espuma quando em solução aquosa. É de conhecimento comum que a presença de uma pequena quantidade de gordura num CPS (mesmo após a centrifugação do soro) é prejudicial às propriedades de espumância e tais efeitos são claramente observados no merengue.

Este preparado de açúcar batido passa pela secagem a 100 ou 110°C e requer uma espuma de alta estabilidade. O merengue preparado a partir do CPS desengordurado (quota de gordura na proteína inferior a 1%) tem estrutura e aparência similar à clara de ovos. O merengue preparado a partir do CPS normal (5% de gordura na proteína) se reduz a um biscoito achatado durante o processo de secagem. Um resultado oposto, entretanto, é observado em produtos batidos contendo açúcar e farinha de trigo como certos bolos esponjosos, quando todo o ovo é substituído pelo CPS. O CPS não-desengordurado sob tais circunstâncias produziu resultados superiores ao outro, o que pode ser explicado pelos diferentes tipos de espuma produzidos pelo soro que não havia sido desengordurado. Este fosfolípido e a espuma protéica pareceram ser mais compatíveis com a farinha de trigo usada nos bolos esponjosos.

A discrepância entre as propriedades da espumação e da aeragem das proteínas lácteas é ainda maior em bolos tipo “madeira” consistindo de proteínas, açúcar, farinha e manteiga. A Emulsificação das propriedades retentoras de gordura das proteínas do leite são agora muito mais importantes que seu desempenho na espumação. As propriedades de formação estrutural termicamente induzidas são factualmente as mais importantes propriedades funcionais das proteínas de soro e podem formar base para novas estruturas de produtos.

#### **2.1.11. Proteínas do soro como ingrediente essencial para alimentos**

As propriedades emulsificadoras das proteínas do soro permitem a introdução de glóbulos gordurosos como elementos estruturais das soluções lactoproteicas em gel termicamente induzidas. Além do que, as bem conhecidas interações termicamente induzidas entre as proteínas do soro e os micélios caseinados fazem do leite uma interessante base para todos os tipos de produtos texturizados de alto valor nutricional.

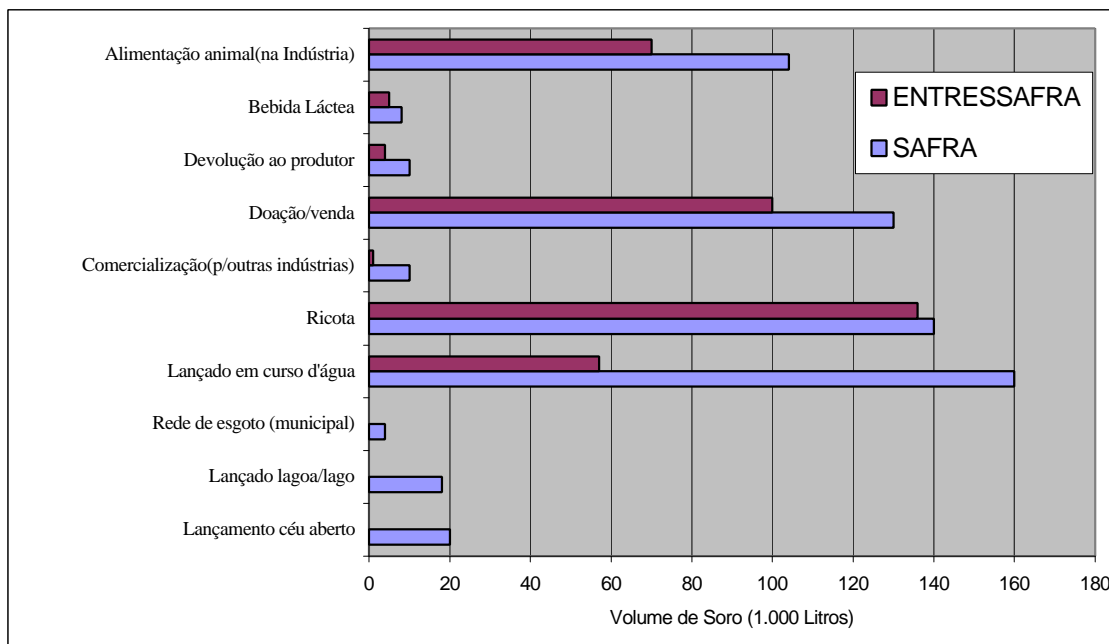
A estrutura do queijo fatiável é obtida pelo aquecimento de uma emulsão contendo leite desnatado em pó, gordura do leite e CPS. Durante o processo, o ar é injetado para obter alguma variação na estrutura fatiável, assim obtida. Um segundo produto tipo queijo é um tanto mais leve e de fácil corte, para atingir esta estrutura, é alcançada pelo aquecimento de uma emulsão contendo sólidos de leite espumoso, gordura de leite e proteínas do soro. Para melhorar sua qualidade alimentícia, esta estrutura foi interrompida por zonas de “nogueira” para obter similaridades com o queijo francês tipo Rambol. A composição de estruturas similares à carne suplementadas com 1,5% de sais e componentes com sabor da carne é quase idêntica às estruturas de queijos. A qualidade alimentar destas estruturas é melhorada pela

incorporação de pequenas fibras ou pedaços de salsicha defumada. Confeitos e similares são preparados a partir do CPS desengordurado, como no caso do merengue, ou com leite desnatado, como observado na grande barra protéica com capa de chocolate. Tais estruturas protéicas não são exemplos exatos mas ilustram as possibilidades tecnológicas que podem ser alcançadas usando proteínas de soro não desnaturadas combinadas com tratamentos de calor durante a manufatura.

### 2.1.12. Destino do soro dado pelos laticínios em Minas Gerais

A destinação do soro pelas indústrias, requer especial atenção, já que o aporte de soro às futuras unidades de tratamento acarretaria elevação do custo de construção (unidades maiores), sendo, portanto, muito maior o aporte de matéria orgânica aos reatores biológicos, podendo muitas vezes inviabilizar sua implantação.

A Figura 14 mostra os destinos observados em função da produção diária e do número de indústrias, sendo que na safra as indústrias pesquisadas pelo MINAS AMBIENTE/CETEC (1998), produzia diariamente em torno de 590.000 litros de soro.



Fonte: MINAS AMBIENTE/CETEC, 1998.

Figura 14 – Destino do soro por volume diário nos laticínios em Minas Gerais.

## **2.2. Questão Ambiental**

O soro lácteo em si não é poluente, mas quando é lançado em curso d'água provoca efeito poluidor devido ao consumo do oxigênio da água. As bactérias e outros microrganismos aquáticos atacam alguns dos componentes do soro (em especial a lactose) e para fazê-lo necessitam de oxigênio. Este oxigênio é retirado da água e falta aos peixes e plantas aquáticas. Se o teor de oxigênio se torna muito baixo as plantas e animais aquáticos morrem asfixiados. A gravidade da poluição devida ao soro lácteo vem do fato de ele apresentar uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO) muito elevada. A DBO é definida como a quantidade de oxigênio, expressa em mg/l, necessária para estabilizar a matéria orgânica, com a ajuda de microrganismos, principalmente bactérias. A DBO 5 20 é definida como a quantidade de oxigênio, expressa em mg/l, necessária para estabilizar a matéria orgânica, com a ajuda de microrganismos por período de cinco dias e a 20°C. A DBO de um litro de soro varia entre 30.000 e 60.000 mg de O<sub>2</sub>, sendo, portanto, do ponto de vista biológico, um dos resíduos mais poluentes (ZALL, 1977).

Estima-se que uma fábrica de queijos que produza 250.000 litros de soro por dia possa contaminar tanto a água quanto uma cidade de 50.000 habitantes (FAO, 1974). A instalação de tratamento biológico, para atender os efluentes de uma indústria de queijos, torna-se, na maioria das vezes, inviável para os laticinistas.

É comum atirar o soro aos rios ou utilizá-lo como suplemento da alimentação de suínos. Progressivamente, está se insistindo na sua utilização, visto que com o desenvolvimento da indústria de queijos, estas soluções tradicionais tornaram-se insuficientes para fazer frente ao problema da sua eliminação (FAO, 1974).

Considerando o futuro, resta dizer que as leis de proteção ao meio ambiente, principalmente referentes ao controle de carga de DQO e DBQ<sub>5 20</sub> dos efluentes das fábricas de todos os ramos de indústria, deveriam estar impostas já há muito tempo. Isto para que possamos usufruir ao longo tempo, do nosso trabalho de hoje.

### **2.2.1. Resíduos industriais**

Define-se como resíduo a diferença no balanço de massa e energia nos processos de transformação de matérias-primas em produtos. Pode ser definido como perdas, uma vez que os processos não conseguem converter cem por cento dos insumos em produtos (QASSIM, 1995).

Estas perdas podem estar associadas a uma série de causas, entre elas: processo produtivo, equipamentos, tipo de produto e aspectos operacionais (QASSIM, 1995).

É definido também como o produto das atividades antrópicas construtivas e produtivas (LEITE, 1999).

Desta forma, os resíduos podem ou não estar previstos no processo de manufatura industrial, ser ou não gerados durante o processo, ser ou não utilizados como parte do produto-fim da empresa, bem como serem utilizados como matéria-prima de outros processos (FURTADO, 1998).

Os resíduos possuem composição e características bastante variáveis como: toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade, podendo causar riscos e perigos aos trabalhadores e ao meio ambiente (FURTADO, 1998).

A verificação da composição e características dos resíduos comparados à conformidade com a legislação vigente, potencial de responsabilidade e segurança civil, potencial ou facilidade para prevenção ou redução, potencial de eliminação de gargalos na geração, custos de manejo, potencial de recuperação de sub-produtos valiosos, disponibilidade de recursos para programas e projetos de prevenção, tratamento e destinação final, constituem parte fundamental no seu gerenciamento (FURTADO, 2000).

Ainda neste contexto pode-se citar a indústria de laticínios, a qual contribui de forma significativa com a poluição de águas receptoras, pois a composição de seus resíduos líquidos contendo principalmente quantidades variáveis de leite diluído, materiais sólidos flutuantes (principalmente substâncias graxas) de uma variedade de fontes, detergentes, desinfetantes, lubrificantes, oriundos da lavagem e desinfecção de equipamentos, quebra de embalagens contendo leite, perdas nas enchedeiras e lubrificação de transportadores, faz com que seja necessário o tratamento prévio de seus despejos líquidos antes do lançamento nos rios (BRAILE, 1971 e REIS, 1999).

Como para vários ramos da indústria, na de laticínios é necessário buscar alternativas para equacionar os problemas referentes aos seus resíduos. Os primeiros passos são dados a partir do momento que se começa a controlar o consumo de água, o uso racional de detergentes e sanitizantes, bem como o aproveitamento tecnológico de seus resíduos, sendo o soro de queijo e o leiteiro os principais, e ainda com o tratamento adequado de seus efluentes (GESTÃO AMBIENTAL, 1998 e REIS, 1999).

Em particular, na indústria de laticínios, o processo de transformação de leite em queijo possui importância fundamental devido a duas características: a geração de grande volume de soro o qual pode representar entre 80 e 90% da quantidade inicial de leite utilizado

e sua composição química apresentando aproximadamente 94% de água, 0,8% de proteína e 4,5% de lactose, entre outros componentes e que causam degradação da qualidade do curso dos rios onde são lançados (DUMAIS *et al.* 1991, SPREER, 1991 e REIS, 1999).

O reconhecimento de que os impactos ambientais negativos são atribuídos principalmente às atividades econômicas, mostra a urgência de uma nova forma de gestão dos processos produtivos (BELLO, 1998). Neste sentido para equacionar os processos produtivos frente às questões ambientais os órgãos governamentais vêm estabelecendo as denominadas políticas ambientais que podem ser fundamentais para o processamento do soro de queijo.

### **2.2.2. Políticas ambientais**

Dentre as políticas de adoção do meio ambiente como parte integrante do processo produtivo, em âmbito internacional há acordo desde 1972 em basear estas políticas ambientais em um princípio denominado Princípio Poluidor Pagador. Seu mecanismo incorre na interferência das decisões do consumidor, mediante a elevação do preço dos produtos ambientalmente mais nocivos. O aumento dos preços desses produtos envia um sinal de mercado ao consumidor, para que esse procure um substituto mais limpo. Como os consumidores reagem, os produtores devem fazer o mesmo (SANCHES, 1997).

Sob o princípio poluidor pagador há três mecanismos de internalização/interiorização dos custos ambientais nas atividades da indústria, sendo: comando e controle, instrumentos econômicos e a auto-regulação (SANCHES, 1997).

Os mecanismos de comando e controle instituído pelos governos, são mais utilizados na política ambiental e têm por objetivo influenciar diretamente as atividades do poluidor. Trata-se, basicamente, de normas e padrões, licenças e permissões e controle do uso do solo e da água. As normas e padrões têm sido mais utilizados na regulamentação ambiental para combater os efeitos da degradação do meio ambiente (MAIMON, 1996 e SANCHES, 1997) citados por GIROTO (2001).

Os instrumentos econômicos são uma outra abordagem de política ambiental governamental e podem ser definidos como um conjunto de mecanismos que afetam a razão custo-benefícios dos agentes econômicos (MAIMON, 1996 e SANCHES, 1997).

O mecanismo utilizado na aplicação dos instrumentos econômicos busca embutir nos preços dos produtos os custos da poluição e danos ambientais, induzindo mudança de comportamento dos consumidores, selecionando as soluções mais vantajosas: poluir e pagar ou investir no controle da poluição para evitar pagar englobando quatro modalidades

principais: licenças negociáveis, cobranças e taxas sobre emissões, cobranças sobre produtos, sistemas depósito – restituição (SANCHES, 1997).

O mecanismo de auto-regulação é uma das formas de internalização dos custos ambientais pelas empresas, mediante a adoção de padrões, monitoramento, metas de redução da poluição, em contraposição ao uso de políticas governamentais mais duras (SANCHES, 1997).

As primeiras formas de auto-regulação ocorreram mediante acordos voluntários entre empresas e autoridades públicas especialmente nos países desenvolvidos, algumas vezes para complementar e tornar mais forte as regulamentações já existentes no sentido de alcançar os objetivos ambientais (SANCHES, 1997).

Dentre as formas de auto-regulação o sistema de maior difusão entre as empresas é a Série ISO 14.000 – denominada também de Sistema de Gestão Ambiental. Este modelo tem como base um conjunto de normas pretendendo ser universal e de caráter voluntário. De acordo com este modelo um Sistema de Gestão Ambiental é parte de um sistema global de uma empresa, com a finalidade de equilibrar a proteção ambiental e a prevenção da poluição com as necessidades sócio-econômicas, o qual inclui uma estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar e manter na empresa uma política ambiental (SANCHES, 1997 e REIS, 1999).

Este conjunto de normas reflete a crescente necessidade da indústria e outras organizações conhecerem uma legislação ambiental complexa e constantemente em mudança, adequando-se a ela e aos crescentes riscos e responsabilidades, ao controle dos custos ambientais, à necessidade de melhoria contínua e também aos cuidados com a imagem pública das empresas (SANCHES, 1997).

Iniciativas semelhantes de auto-regulação surgiram no Brasil como, por exemplo, o Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE), lançado em 1992 que trata de uma cooperação da iniciativa privada envolvendo empresas nacionais e multinacionais a fim de desenvolver e capacitar a indústria nesta área (SANCHES, 1997).

Além dos sistemas já citados, destacam-se ainda os seguintes: macropolíticas com interface ambiental, transferências fiscais, ajudas financeiras, criação de mercados, mercados de reciclados, mercados de seguros e licenças negociáveis de poluição. Cada instrumento possui características específicas de implementação frente à crescente necessidade de preservação do meio ambiente (MAIMON, 1996).

Outras iniciativas no sentido de inserir o meio ambiente nas questões produtivas foram desenvolvidas, por exemplo: o Programa Zeri (Zero Emissions Research Initiative) da ONU – Organização das Nações Unidas, através da UNU (Universidade das Nações Unidas), com sede em Tóquio com uma abordagem mais abrangente da relação industrial com o meio ambiente na busca do desenvolvimento sustentável (BELLO, 1998).

Nesta nova visão o desenvolvimento sustentável em sua essência segundo BELLO (1998), “é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e as aspirações humanas”.

Na década de 90, com a realização da Rio 92, as questões ambientais assumiram um papel de destaque na esfera das preocupações mundiais, tornando-se mais discutidas no âmbito real ao qual pertencem, ou seja, o político e o social, além do usual econômico. Daquele encontro foi emitido o relatório conhecido como agenda 21, o qual se transformou em marco histórico, disseminando mundialmente a necessidade de vincular o desenvolvimento econômico às questões ambientais (BELLO, 1998).

Na agenda 21, segundo AMANTE (1997), estão apresentados os programas para a proteção da atmosfera, prevenção do desmatamento e desertificação, conservação da diversidade biológica, mananciais hídricos, gestão sadia de resíduos, setorização, bem como recursos financeiros e mecanismos, transferência de tecnologia internacional e instrumentos e mecanismos para a implementação.

Com objetivo de substituir tecnologias corretivas de controle de poluição, do tipo internacionalmente denominado “*end-of-pipe*”, até então estabelecidas, hoje as soluções para os problemas ambientais estão lentamente sendo convertidas para programas de minimização de resíduos e tecnologias de produção limpa (AMANTE *et al.* 1999).

No Brasil, segundo MAIMON (1996), o valor social do meio ambiente se enquadra numa política de segurança mínima e a legislação exige que devem ser obedecidas as normas de controle ambiental.

A Resolução CONAMA nº 01 de 23 de janeiro de 1986, estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para o uso e implementação de avaliação de impacto ambiental. A Resolução CONAMA nº 20 de 18 de junho de 1986, estabelece classificação das águas doces, salobras e salinas. A Lei Federal nº 9605 de fevereiro de 1998, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente; podem ser citadas como exemplos da ação de órgãos reguladores na adequação de atividades produtivas.

Em decorrência da necessidade de adequar o processo produtivo aos parâmetros exigidos pela legislação ambiental, os mesmos têm sido tema de estudos, proporcionando inúmeras alternativas para o seu gerenciamento (BELLO, 1998).

### **2.2.3. Alternativas gerenciais**

KIPERSTOK (1999), relata que tradicionalmente as medidas de controle ambiental têm se fundamentado na aplicação de padrões de lançamento de emissões, seja na forma de concentrações de poluentes ou de cargas, e/ou na fixação de concentrações máximas admitidas nos corpos receptores, os chamados padrões ambientais.

Neste sentido todos os tipos de resíduos gerados nos processos de fabricação devem ser analisados. Para as emissões gasosas, há necessidade de se controlar sua emissão, pois as normas de poluição do ar estabelecem limites para as emissões de partículas em suspensão, aerossóis, óxidos de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, etc. Quanto aos resíduos sólidos há necessidade de se avaliar sua classe. Para os resíduos líquidos, faz-se necessário avaliar sua carga poluidora e normas estipulam quantidades máximas de descarga de metais pesados, como cobre, mercúrio, chumbo, estanho, compostos orgânicos, etc. relata MAIMON (1996) e sendo assim é necessário estabelecer procedimentos para sua redução aos níveis exigidos pela legislação ou alternativas gerenciais para adequar os processos produtivos.

Podem ser enumerados então, diversas técnicas de adequação da produção frente às questões ambientais, podendo-se citar: prevenção da poluição, minimização de resíduos, tecnologias limpas, valorização do resíduo, produzir sem poluir e por último o tratamento e disposição de resíduos.

### **2.2.4. Prevenção da poluição**

De acordo com AMANTE (1997), o termo prevenção da poluição é usado para descrever estratégias e tecnologias de produção que resultam na eliminação ou redução de resíduos. Ainda segundo o mesmo autor, a Agência Ambiental dos Estados Unidos (EPA) define prevenção da poluição como “o uso de materiais, processos ou práticas que reduzem ou eliminam a criação de poluentes ou resíduos na fonte. Isto inclui práticas que reduzem o uso de materiais de risco, energia, água ou outros recursos e práticas que protegem os recursos naturais através da conservação ou uso mais eficiente”.

### 2.2.5. Minimização de resíduos

Segundo TIMOFIECSYK *et al.* (2000), “o termo ‘minimização de resíduos’ foi definido pela Agência Ambiental dos Estados Unidos (1998) como: toda ação tomada para reduzir a quantidade e/ou toxicidade dos resíduos que requerem disposição final”.

Segundo Agência Ambiental dos Estados Unidos (1998), citado por TIMOFIECSYK *et al.* (2000), as técnicas de minimização de resíduos podem ser classificadas conforme Figura 15.

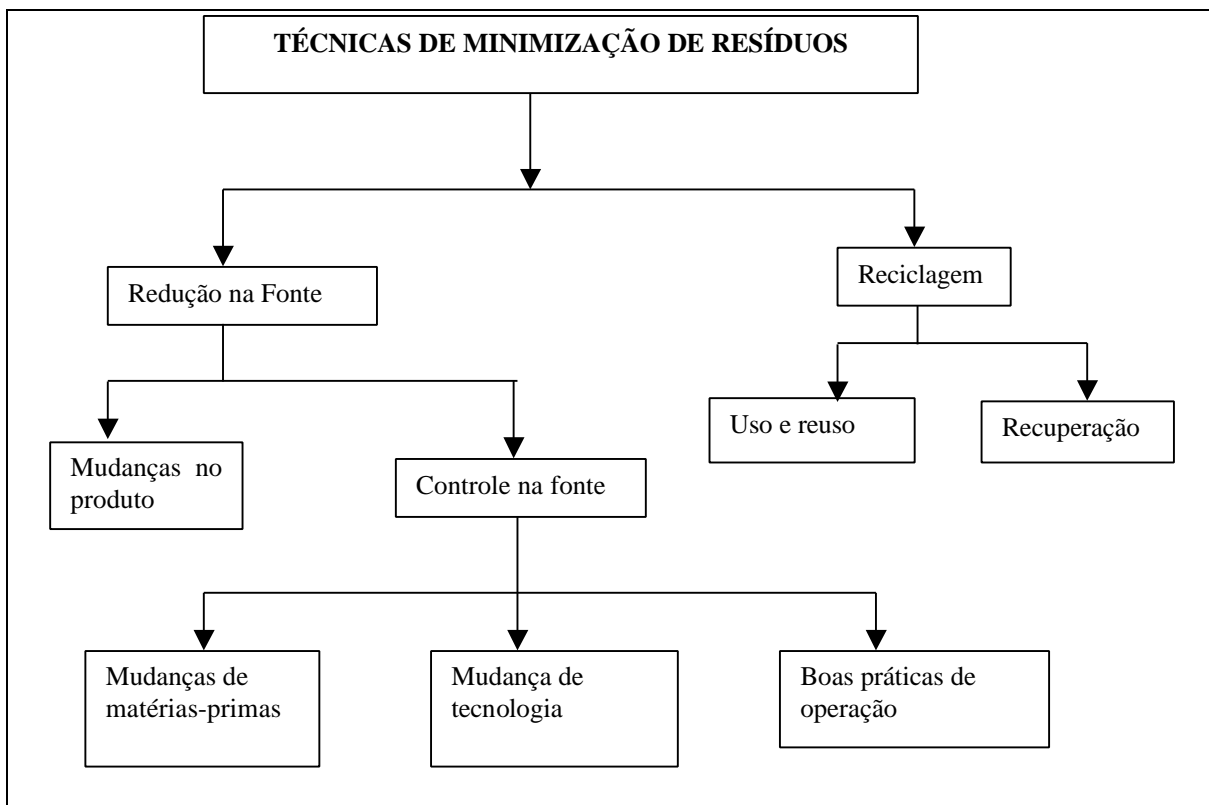
Segundo QASSIM (1995), de uma forma geral a técnica de minimização de resíduos consiste basicamente em duas ações: reduzir a geração de resíduo na fonte e/ou efetuar processos de reciclagem.

CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI (1995), citados por TIMOFIECSYK *et al.* (2000), relatam que as técnicas de redução na fonte (controle na fonte) envolvem mudanças de matérias-primas, que consistem em purificar ou substituir os materiais utilizados no processo industrial, bem como mudanças de tecnologia, que são alterações no processo, equipamento, layout e mudanças nas práticas operacionais que requerem alterações nos procedimentos de produção.

Já em relação à reciclagem, segundo QASSIM (1995), este pode ser entendido como um conjunto de técnicas e práticas que levam uma determinada planta a aproveitar materiais utilizados no mesmo ou em outro processo de produção.

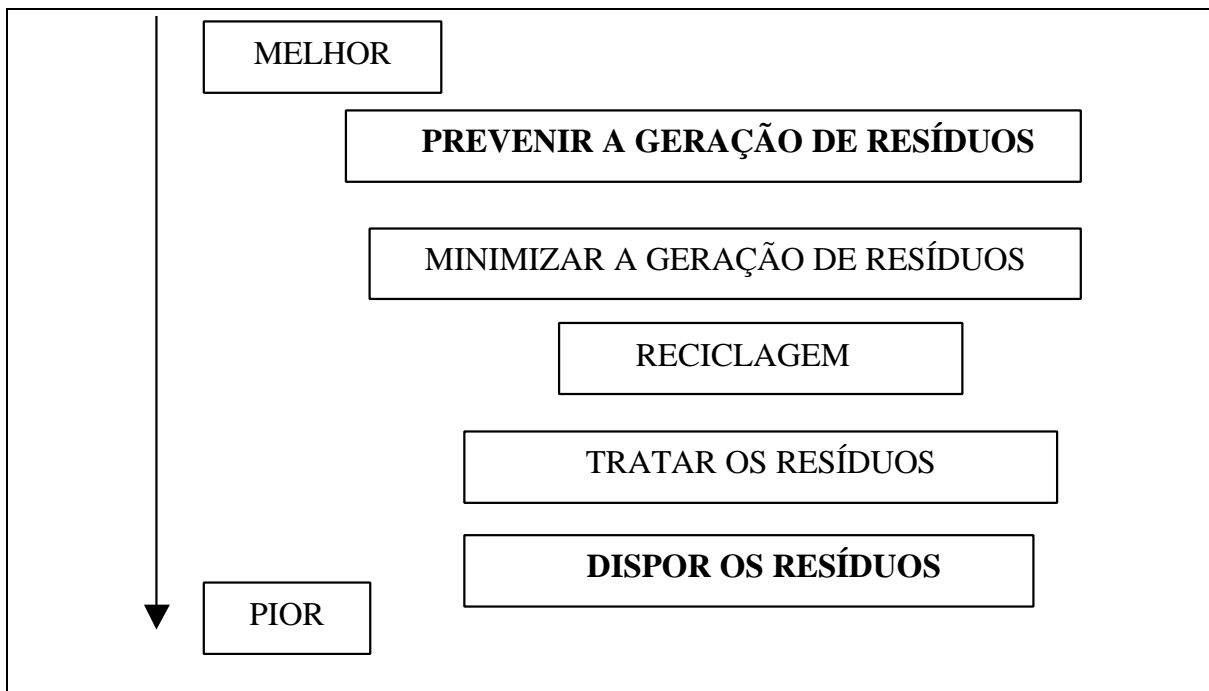
A Comunidade Européia estabeleceu em Resolução uma hierarquia dentre as opções de gerenciamento de resíduos. Esta hierarquia está indicada na Figura 16, onde se pode observar o conceito de prevenção da poluição como a melhor opção.

BAAS (1996), citado por KIPERSTOK (1999), salienta que a prevenção da poluição e a minimização de resíduos representam uma mudança de atitude onde o foco é mudado do uso de tecnologias para o controle da poluição para uma atitude pró-ativa ao longo de todo o processo produtivo, redefinindo-o. A adoção destas práticas converge com a viabilização econômica da produção por aliar aspectos ambientais com lucratividade econômica.



Fonte: TIMOFIECSYK *et al.* (2000)

Figura 15 – Técnicas de minimização de resíduos



Fonte: adaptado de TIMOFIECSYK *et al.* (2000)

Figura 16 – Hierarquia de opções no gerenciamento de resíduos

### **2.2.6. Tecnologias limpas**

De acordo com KIPERSTOK (1999), em 1987 a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico da Europa (OECD) definiu tecnologias limpas como

*“qualquer medida técnica na indústria, para reduzir, ou até eliminar na fonte, a produção de qualquer incômodo, poluição ou resíduo, e ajudar na economia de matérias-primas, recursos naturais e energia. Elas podem ser introduzidas tanto ao nível de projeto, com mudanças radicais no processo de manufatura, ou num processo existente, com a separação e utilização de produtos secundários que de outra maneira seriam perdidos”*

Segundo AMANTE *et al.* (1999), o Programa Ambiental das Nações Unidas em maio de 1989 definiu tecnologia limpa como: “a conceituação e o procedimento para a produção onde todas as fases do ciclo de vida dos produtos e processos devem ser dirigidas com o objetivo de prevenção e minimização de riscos a curto e longo prazo ao homem e ao meio ambiente. Um total comprometimento com o social é necessário para efetivar este procedimento atingindo os benefícios de uma sociedade sustentável”.

AMANTE *et al.* (1999), relata que o emprego de tecnologia limpa, de caráter preventivo, intervém junto ao processo de fabricação, melhorando a performance, desde a produção e qualidade das matérias-primas, energia, outros insumos e produtos.

### **2.2.7. Produzir sem poluir**

O conceito de produzir sem poluir busca eliminar todas as formas de desperdício, não sendo nada mais que um esforço persistente para reduzir custos e parece ser a solução para os processos industriais, de acordo com PAULI (1996).

O modelo de gerenciamento dos processos produtivos por meio de produção sem poluição suscitará uma integração industrial, bastante diferente da integração vertical tradicionalmente buscada pelos agrupamentos industriais até então. Setores que parecem ter pouco em comum, se unirão estreitamente. Os formuladores de políticas industriais terão que planejar uma forma diferente de cooperação industrial quando programarem novos investimentos (PAULI, 1996).

Atualmente a produção com emissão nula é considerada onerosa para ser factível nas atuais condições de mercado. Para que seja possível alcançar o patamar de emissão zero algumas etapas são necessárias aos formuladores de políticas industriais na definição dos

agrupamentos industriais: análise do processo; análise da matriz produtos-insumos; análise dos conglomerados industriais; análise dos avanços tecnológicos; a análise das políticas (PAULI, 1996).

#### **2.2.8. Valorizar o resíduo**

A valorização de resíduos diz respeito à sua utilização, recuperação e/ou reciclagem interna ou externa, reutilização de energia, insumos e resíduos. Diferencia-se do procedimento de minimização e prevenção da poluição por não atuar na fonte dos resíduos, no processo, da produção de matérias-primas ao produto. Diferencia-se de tratamento de resíduos propriamente dito por explorar o potencial dos resíduos, reutilizando ou regenerando-os e tem caráter corretivo. A valorização de resíduos envolve técnicas de processamento de resíduos que conduzem à sua minimização. Embora seja medida corretiva, ela constitui-se em auxílio importante às tecnologias limpas (AMANTE, 1997).

Neste sentido, segundo SPREER (1991), PONZANO e CASTRO GÓMEZ (1995), RICHARDS, (1997) e MOSQUIM *et al.* (1999), o aproveitamento do soro de leite na produção de material combustível, na alimentação animal, na produção de álcool, ácido láctico, vinagre, transformação do soro líquido para a forma sólida, o fracionamento do soro para obtenção de seus componentes, podem ser citadas como alternativas gerenciais de valorização deste resíduo.

#### **2.2.9. Tratamento e disposição**

O tratamento de resíduos líquidos e sólidos, de caráter corretivo, corresponde ao emprego de tecnologias para a redução da carga poluente após sua geração, objetivando atingir os padrões exigidos pela legislação ambiental (AMANTE *et al.* 1999).

Tratamento de final de linha reduz a emissão direta de alguns poluentes, mas nem todos os problemas são resolvidos, pois materiais poluentes são apenas transferidos do meio aquoso para o sólido (AMANTE *et al.* 1999).

A despeito do rigor das legislações ambientais, que obrigam as empresas a se adequarem aos padrões de emissões, ainda há muito por fazer em tratamento de efluentes industriais no Brasil. Os percentuais de tratamento de efluentes líquidos oscilam desde 30%, como no caso do setor de processamento de açúcar, até 80%, na petroquímica, ou 90%, no setor automotivo, relata FURTADO (2001).

### **2.2.10. Aspectos ambientais na indústria de laticínios**

Considera-se poluição industrial qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de energia ou substância sólida, líquida ou gasosa, ou combinação de elementos despejados pela indústria, em níveis capazes direta ou indiretamente de: prejudicar a saúde, a segurança e o bem estar da população; criar condições adversas às atividades sociais e econômicas e ocasionar danos à flora, à fauna e outros recursos naturais (PAWLOWSKY, 1999).

Segundo BRAILE (1971), na indústria de laticínios, a quantidade e a carga poluente das águas residuárias (efluentes) variam bastante dependendo dos tipos de produtos e da quantidade de água utilizada, da tecnologia do processo e do controle exercido sobre estes processos.

Na fabricação de queijo, os efluentes líquidos são semelhantes aos demais das unidades de processamento da indústria de laticínio, acrescidos de coágulos de leite. Seu pH é mais baixo do que do processamento de leite e de creme por exemplo, devido à formação de ácido láctico pela ação microbiana, além do soro gerado nesta transformação (BRAILE 1971).

A avaliação de cargas poluidoras em efluentes líquidos deveria segundo PAWLOWSKY (1999), ser realizada pela detecção e quantificação de cada componente em separado, o que não é feito na prática, a não ser em casos de contaminantes específicos, como por exemplo, no caso de pesticidas, cianetos, metais pesados.

A matéria orgânica é avaliada de uma maneira global, indiretamente por meio de parâmetros como a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) ou Carbono Orgânico Total (COT). A DBO é o parâmetro mais usado mundialmente e determina a quantidade de oxigênio dissolvido, necessário para degradar biologicamente uma certa quantidade de matéria orgânica contida em uma amostra de efluente líquido (PAWLOWSKY, 1999).

Além do volume e da DBO existem outros parâmetros para avaliar um efluente líquido industrial podendo-se citar: sólidos totais, sólidos em suspensão, sólidos orgânicos, pH, temperatura, constituintes inorgânicos, detergentes, desinfetantes. Cada parâmetro possui sua importância no contexto da avaliação da qualidade do efluente para dimensionamento do sistema de tratamento (BRAILE, 1971).

Quanto a DBO, segundo BRAILE (1971), apresenta a contribuição em termos de sólidos orgânicos e a faixa de variação da DBO na produção de vários produtos lácteos.

A Quadro 7 apresenta, entre outros dados, a DBO para o soro fresco, valores estes que variam entre 25.000 e 120.000 mg/L de oxigênio com 60.000 mg/L de valor médio.

Conforme pode ser visualizado na mesma, é significativa a contribuição da produção de leite e derivados para a poluição dos rios, se tratamentos de redução da carga orgânica não forem realizados. Observa-se também que a produção de creme, leite concentrado e sorvete são os processos que proporcionam maiores faixas de variação da DBO.

Quadro 7 – Valores de DBO e sólidos orgânicos gerados no processamento de vários produtos de laticínios

<b>Produtos</b>	<b>Porcentagem de Sólidos Orgânicos</b>	<b>DBO (mg/L) Faixa de Variação</b>	<b>DBO Média (mg/L)</b>
Leite desnatado	8,2	40.000-73.000	82.000
Leite integral	11,7	84.350-125.000	117.000
Creme – 40%	44,9	399.000	449.000
Leite concentrado (2:1)	26,2	208.000	262.000
Sorvete	34,0	292.000	340.000
Manteiga batida	6,8	55.000-72.000	68.000
Soro (fresco)	6,0	25.000-120.000	60.000

Fonte: adaptado de BRAILE (1971).

Há diversos tipos de tratamentos para redução da carga orgânica de efluentes industriais. Um sistema de tratamento de efluentes é constituído basicamente de duas etapas: pré-tratamento e tratamento biológico (PAPA, 1999).

O pré-tratamento constitui-se de um sistema de captação de todos os efluentes líquidos direcionados de tal forma a passar por grades simples para retenção de sólidos grosseiros, desarenadores para remoção de partículas pesadas, caixa de gordura para retenção da gordura do efluente, um medidor de vazão e dependendo da variedade de produtos produzidos um tanque de equalização se faz necessário para ajustes de pH e volume de lançamento. O pré-tratamento tem a função de preparar o efluente para o tratamento biológico (ABIQ, 1995).

O tratamento biológico tem como função a redução da carga orgânica solúvel aos parâmetros estipulados pela legislação ambiental e pode ser realizado por sistemas denominados: lodos ativados, filtros biológicos, valos de oxidação, filtro anaeróbico, reatores anaeróbicos de fluxo ascendente, lagoas aeradas, e/ou uma combinação destes (ABIQ, 1995).

Segundo MACHADO (2000), na escolha de um ou outro sistema biológico deve-se levar em consideração alguns parâmetros como: eficiência no atendimento aos ditames da legislação, área disponível, localização da indústria, custo da alternativa, ao mesmo tempo

que deve refletir a política global de utilização dos recursos disponíveis e os efeitos adversos ao meio ambiente.

Para BRAILE (1971), é ponto fundamental minimizar o volume e a carga poluidora dos efluentes líquidos nos processos de fabricação no que diz respeito às dimensões finais de um sistema de tratamento de efluentes.

Porém conforme relata RICHARDS (1997), em muitas indústrias o soro é considerado ainda como um resíduo, e sendo um potente agente de poluição devido a sua composição química constitui-se em um dos maiores problemas de rejeito industrial em todas as nações e tem caráter especial por se tratar de um produto alimentício.

O grande inconveniente no tratamento do soro de leite enquanto despejo industrial relata BRAILE (1971), é a grande concentração em matéria orgânica e a deficiência em nitrogênio dificultando de maneira considerável a estabilização do soro de leite por meio de métodos convencionais de tratamento biológico.

Para VIEIRA (1999) e PAPA (1999), nenhuma fábrica de queijo ou caseína pode ser construída atualmente sem dispor de instalações para o tratamento ou utilização do soro resultante. A alta DBO resultante da degradação biológica das proteínas e lactose do soro torna inviável economicamente a instalação de uma planta de purificação biológica para seu tratamento, pois a presença de soro no efluente pode significar a duplicação do sistema.

Qualquer que seja, no entanto, a escolha do tipo de tratamento de efluentes em uma indústria de laticínios, consideram BRAILE (1971) e PAPA (2000), é sempre importante cuidar que o soro de leite tenha uma destinação à parte, o que viabiliza a avaliação de alternativas mais adequadas para o mesmo, tais como alimentação animal, utilização em agricultura, decomposição anaeróbia para geração de biogás, concentração ou secagem.

Segundo GONZÁLEZ SISO (1996), na Comunidade Econômica Européia, aproximadamente 45% do soro gerado tem sido utilizado na forma líquida, 30% na forma de soro de leite em pó e 15% como lactose e subprodutos desta. O restante é usado na produção de proteína concentrada de soro.

Segundo BRAILE (1971), a utilização econômica do valor nutritivo do soro é a melhor opção, devendo-se levar em conta os custos envolvidos e de acordo com PRIMO (2001), é necessária quantidade razoavelmente grande em volume, para possibilitar extrair do soro seus sub-produtos, necessitando-se investimentos consideráveis.

## **2.3. Principais Processos Utilizados no Processamento do Soro**

Com o surgimento de novas tecnologias, o soro e as suas frações se tornaram ingredientes alimentares muito versáteis e valorizados hoje em dia.

Os fabricantes empregam uma série de processos diferentes - incluindo ultrafiltração, cristalização, precipitação, osmose reversa e outros métodos de separação física, para criar produtos de soro de acordo com especificações precisas fornecidas pelo usuário final, sendo as etapas iniciais de processamento são sempre iguais.

A temperatura do soro no momento em que é separado da massa de queijo é de 35°C a 38°C. O soro contém aproximadamente 4,9% de lactose, bem como todos os nutrientes requeridos para o crescimento da cultura láctea.

O objetivo da primeira etapa de processamento de soro consiste em interromper a conversão de lactose em ácido láctico. Isto pode ser feito por meio da pasteurização imediata para destruir os organismos do fermento, ou ainda pelo resfriamento rápido do soro a uma temperatura inferior a 7°C para fazer cessar o processo de fermentação até que o soro seja pasteurizado.

A segunda etapa visa remover os resíduos finos contidos no queijo e a gordura livre que não ficou aprisionada na massa de queijo. Para isto, utiliza-se frequentemente a tecnologia de centrifugação.

Os processadores removem partículas de queijos com uma clarificadora e a gordura com uma separadora. O produto resultante é o soro fluido.

As demais etapas de processamento irão, naturalmente, depender da composição e das propriedades funcionais desejadas para o produto final. Os fabricantes americanos utilizam um ou mais processos de separação para obter um produto que esteja de acordo com as especificações funcionais e nutricionais do usuário final.

### **2.3.1. Secagem por atomização**

O método de secagem por atomização ou "*spray-drying*" envolve a atomização de soluções concentradas em um fluxo de ar quente. Através do controle do tamanho das gotículas, da temperatura do ar e do fluxo de ar é possível evaporar a umidade ao mesmo tempo em que os sólidos ficam expostos a uma temperatura relativamente baixa. Este é o procedimento mais comum na fabricação de produtos de soro em pó.

A secagem por atomização, pulverização ou “*spray-drying*” é um processo contínuo onde um líquido ou pasta é transformado em um produto seco, caracterizando-se pelo tempo de secagem relativamente curto.

O processo consiste basicamente na atomização do líquido num compartimento que recebe fluxo de ar quente em contracorrente. A rápida evaporação da água permite manter baixa a temperatura das partículas de maneira que a alta temperatura do ar de secagem não afete demasiadamente o produto. É utilizado não só na indústria alimentícia (leite em pó, café solúvel, etc.) como também na indústria farmacêutica, cerâmica, detergentes, etc.

Na Figura 17 estão demonstradas as principais alternativas de processamento e refinação do soro e derivados para os ramos industriais.

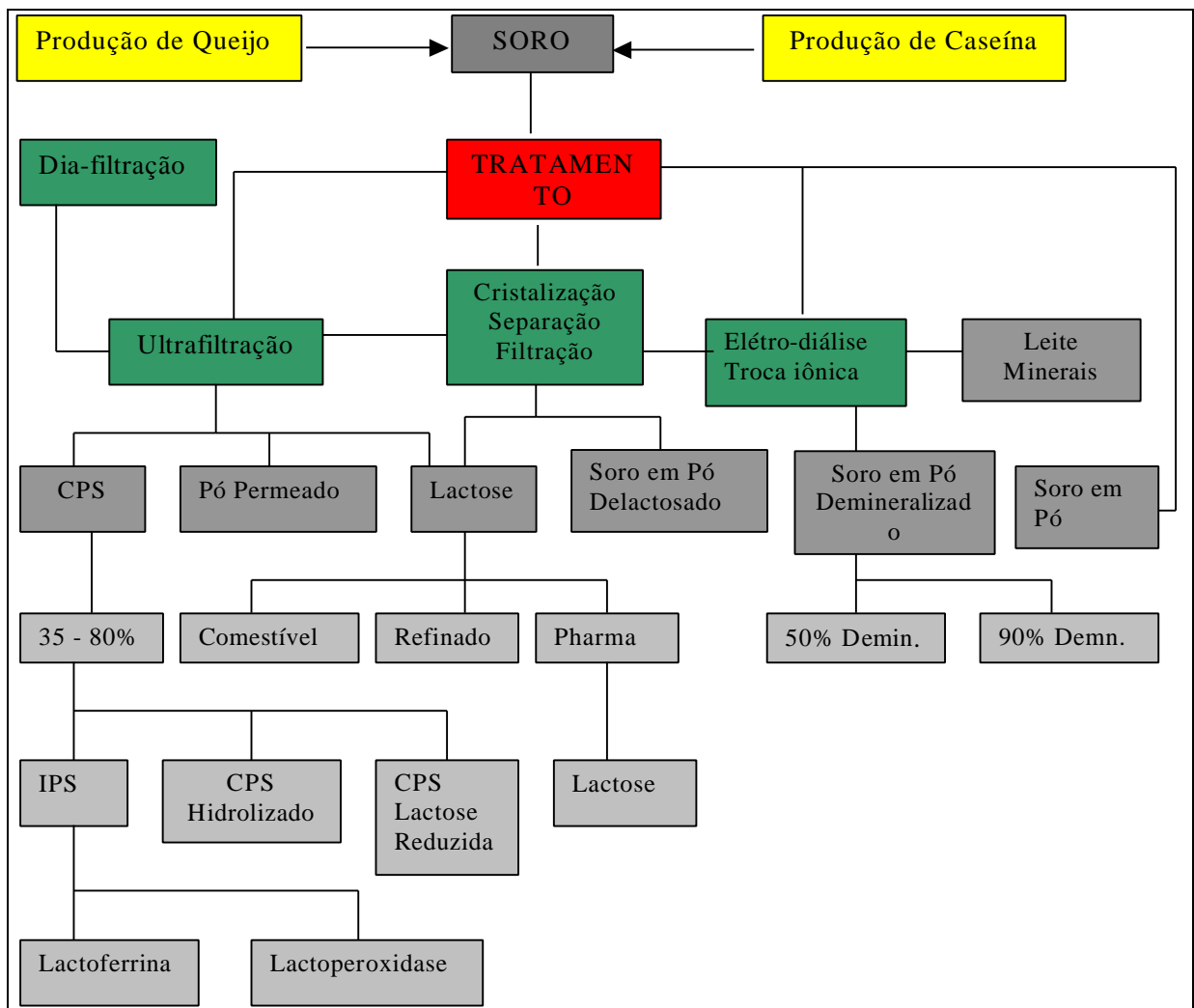
A operação de atomização está baseada em quatro fases basicamente, conforme MASTER (1971):

- 1- Atomização do líquido - a Figura 18 mostra alguns tipo de bicos especiais;
- 2- Contato do líquido atomizado com ar quente;
- 3- Evaporação da água, e;
- 4- Separação do produto em pó do ar de secagem.

A pulverização do líquido na câmara de secagem pode ser feita por discos ou bicos atomizadores. No primeiro caso (sistema centrífugo), um disco ranhurado, girando a alta velocidade, pulveriza o líquido e projeta as gotículas de maneira radial ao fluxo de ar quente que entra pelo dispersor de ar situado na parte superior da câmara. A câmara tem normalmente uma forma cilíndrica na sua parte superior e cônica na sua parte inferior.

A atomização através de bicos especiais pode ser ocasionada por bombas de alta pressão ou por sistema pneumático (ar comprimido), exemplificados na Figura 18.

No caso do soro em pó este, é obtido por meio da secagem do soro fresco pasteurizado e ao qual não é adicionado nenhum tipo de conservante. Contém todos os constituintes, na mesma proporção relativa, com exceção da umidade, do soro líquido.



Fonte: MILK & MORE(2000), GEA NIRO INC (2002)

Figura 17 – Processos e aplicações do soro de queijo.



Fonte: GEA NIRO INC (2002)

Figura 18 – Tipos de bicos utilizados em atomizadores.

O soro processado na manufatura do queijo tem 50% dos sólidos lácteos iniciais e mais de 85% do volume inicial.

Para as fábricas de queijo operarem efetivamente, deve ser encontrado um escoamento para o considerável volume de soro produzido diariamente. A natureza perecível do soro indica que este não pode ser facilmente armazenado por qualquer período de tempo e, nas condições atuais, o seu potencial poluente torna proibitivo o seu descarte como lixo. A resposta para o problema não é fácil; não há panacéia universal. Cada situação deve ser observada e solucionada individualmente conforme as particularidades de cada circunstância.

Alguns dos riscos envolvidos em cada caso serão expostos, e pode-se ainda a despeito destes, decidir que as decisões expostas são aquelas a serem tomadas.

A Figura 19 mostra de forma simplificada, o fluxograma do processamento do soro em pó e também pode ser visualizado fazendo parte de dois fluxos de processo de obtenção de soro em pó na Figura 20. Para dar sentido à exposição, a informação que é exigida para uma decisão econômica a respeito de um processo, será dada juntamente com as razões por que estas são extremamente dependentes dos fatores individuais do caso.

Dentro os processos econômicos, um importante aspecto que não poderia ser olhado superficialmente é o “*marketing*” do produto. Quando justificado qualquer gasto com equipamento, uma visão deve ser assumida, assim como deve ser aceita uma tendência viável de preço de venda para o produto e como este tende a flutuar sob as forças do mercado.

A evaporação e secagem do soro para produzir um bloco ou aspergir pó seco são uma das opções mais baratas. Os custos do processo são determinados pela energia requerida para remover a água do soro.

Uma vez que o ar expelido do secador, está a aproximadamente 850C, um número de investigações tem sido conduzido no sentido de tentar recuperar este calor desperdiçado. A idéia é de que o ar expelido poderia ser utilizado para pré-aquecer o ar que entra no secador, mas há problemas em se produzir um trocador de calor higiênico, além de os coeficientes de transferência de calor para um sistema ar/ar serem baixos, particularmente quando o ar expelido do secador ainda contém partículas de pó que tendem a tornar as superfícies ineficazes para a troca de calor.

Até onde a recuperação de calor é importante, se o alinhamento dos depuradores e filtros se não forem bons, os depuradores de calor têm de estarem alinhados conforme o produto (pó) a ser recuperado.

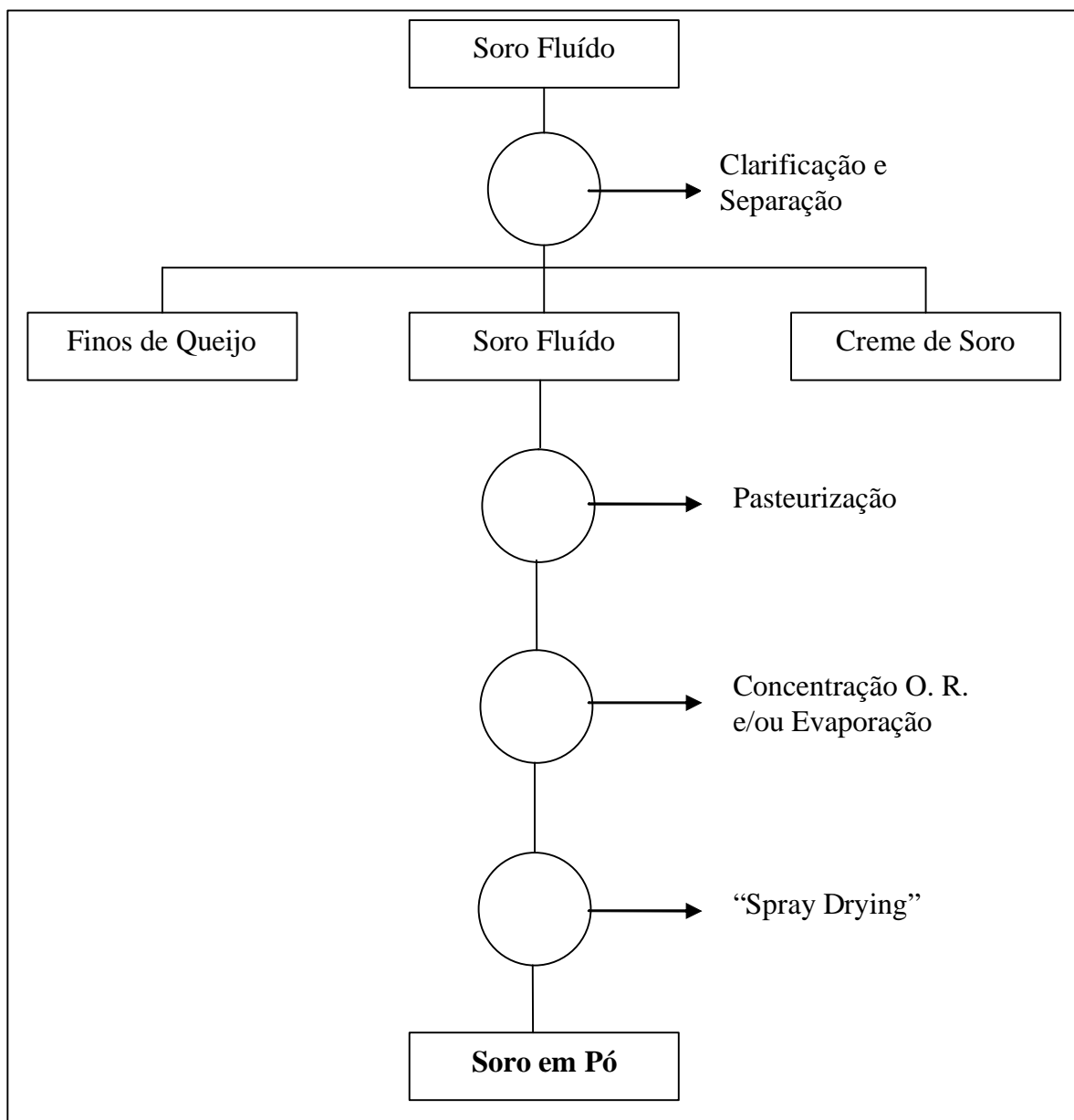
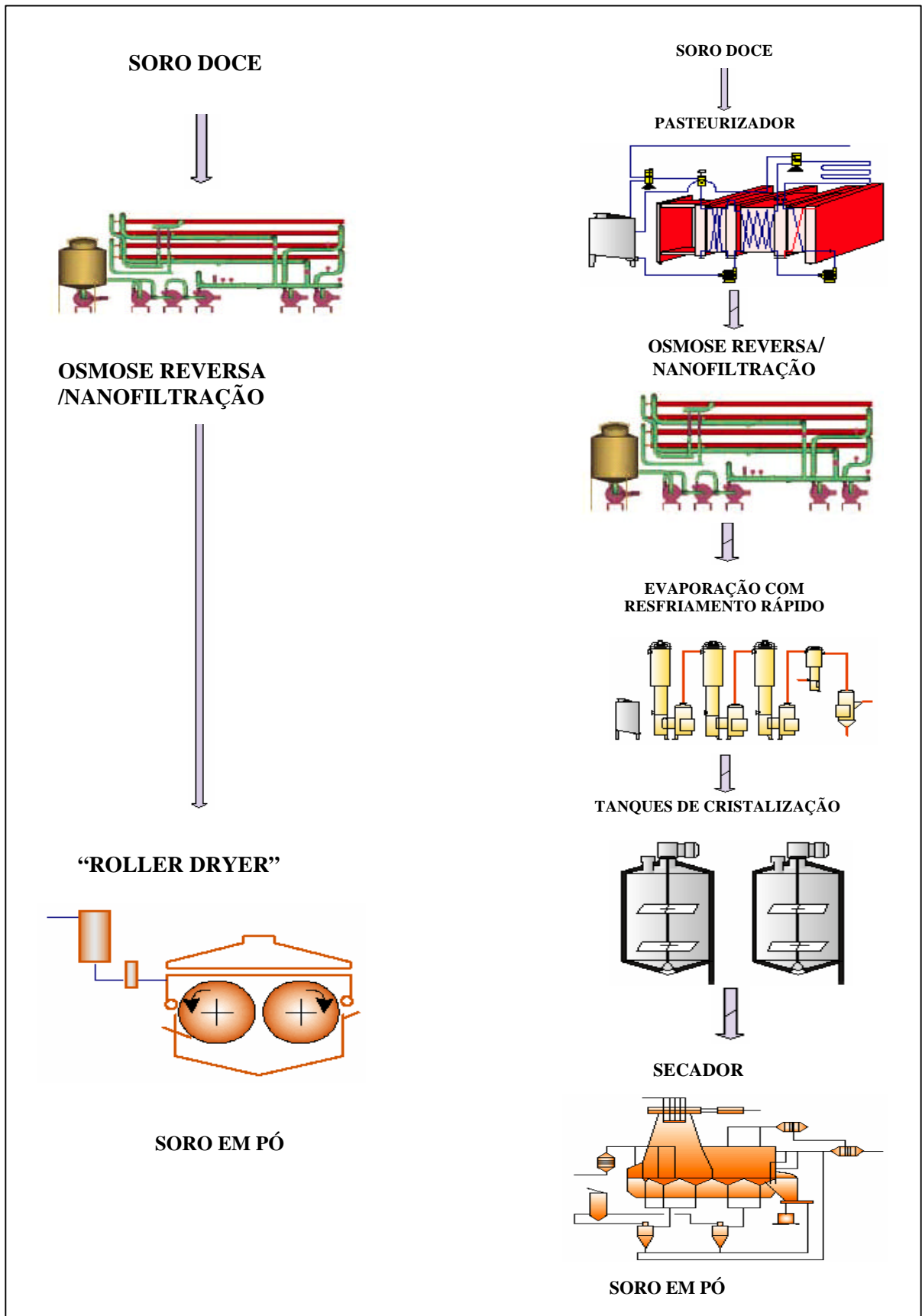


Figura 19 – Processamento do soro em pó.

Também deve ser lembrado que a economia de evaporação pode ser melhorada utilizando-se água condensada de um evaporador. O condensado contém mais de 20% na energia inicialmente disponível no vapor original. Portanto, se este condensado for usado, pode-se afirmar que a economia de vapor é melhorada em 20%.

Em países onde a temperatura do ar é baixa, aplicam-se métodos para utilizar o ar frio para condensar os vapores do efeito final, o que novamente melhora a economia.



Fonte: GEA NIRO INC (2002)

Figura 20 – Fluxograma de produção de soro em pó

### 2.3.2. Concentração a vácuo

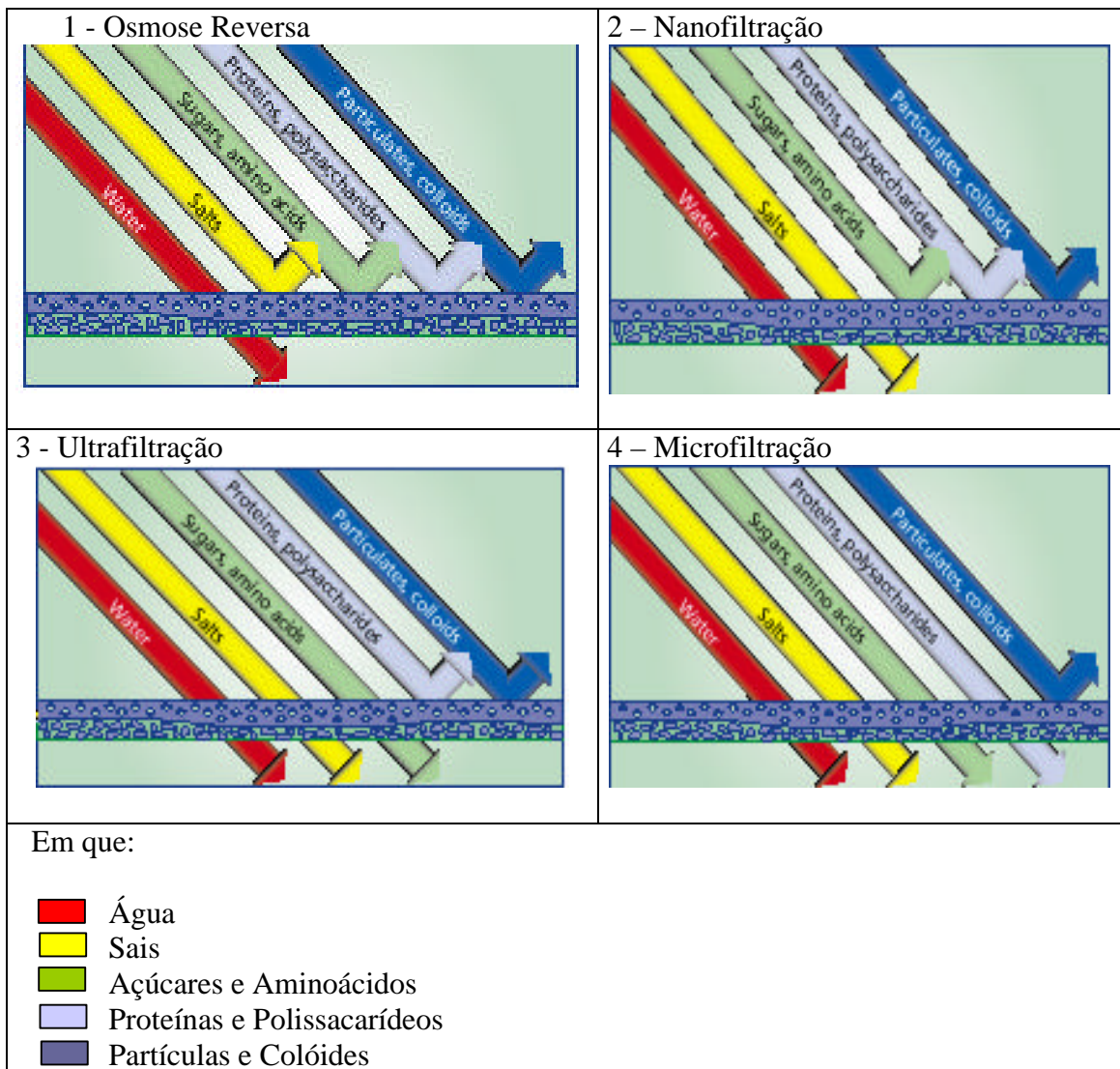
A concentração a vácuo é um processo que envolve o aquecimento do soro fluido e a vaporização da água sob vácuo. O vácuo permite que a água seja removida a temperaturas bem abaixo de 100°C. Sistemas recém desenvolvidos aquecem o soro fluido com eficiência térmica máxima, provocando danos mínimos às proteínas e aos demais componentes do soro sem alterar as proporções entre os sólidos. Somente a água é removida.

### 2.3.3. Tecnologia de membrana

A tecnologia de membrana envolve a passagem do soro fluido juntamente com seus componentes solúveis por uma membrana semi-permeável.

Por meio de um gradiente de pressão através da membrana, as moléculas menores capazes de permear a membrana são separadas. As moléculas maiores e/ou partículas não conseguem atravessar a membrana, sendo concentradas. Com o uso de membranas com tamanhos de poros ou valores de peso molecular de corte "*weight cut-offs*" diferentes, torna-se possível separar ou concentrar seletivamente os componentes do soro. JELEN (1991), relata que os processos de separação utilizando-se membranas são baseados no princípio de permeabilidade seletiva a um ou mais componentes de uma mistura líquida através de uma barreira, conforme ilustrado na Figura 21. Este processo pode ser utilizado para concentração ou fracionamento, produzindo duas correntes de líquidos com composição e características diferentes.

Segundo PORTER e MICHAELS (1970), citados por MELLO (1989) e CASTAIGNE e GOULET (1991), o processo de separação de componentes utilizando-se membranas consiste em passar uma solução contendo um ou mais solutos através de uma membrana semipermeável, sob pressão, onde solvente e moléculas menores do soluto atravessam a membrana e são recolhidos, dando-se o nome de permeado da solução, enquanto que partículas maiores são retidas pela membrana e recolhidas em alta concentração, numa solução denominada retido.



Fonte: GEA NIRO INC (2002)

Figura 21 – Representação dos principais processos de separação de componentes com utilização de membranas.

Segundo TARNAWSKY e JELEN (1986), citados por MELLO (1989) e CASTAIGNE e GOULET (1991), a porosidade da membrana é dada através do diâmetro dos poros (nm) ou do peso molecular (Dalton) que expressa o tamanho da maior molécula passível de permeação, sendo muitas vezes denominada tecnicamente como valor de corte.

De acordo com SOURIRAJAN (1977), MAUBOIS (1980), citados por MELLO, (1989) e CASTAIGNE e GOULET (1991), os primeiros materiais desenvolvidos nos processos de separação utilizando-se membranas foram de acetato de celulose utilizados na dessalinização da água do mar, apresentando inconvenientes de baixa resistência à

temperatura (50°C) e pH (3 a 8), bem como a sensibilidade aos microrganismos e desinfetantes.

Segundo MAUBOIS (1980), citado por MELLO (1989), a segunda geração de membranas desenvolvida foi à base de polímeros sintéticos, derivados de polisulfônicas e poliolefinas, as quais resistem melhor a valores extremos de pH (2 a 12) e maior variação de temperaturas (75°C), bem como uma limpeza mais rápida e eficaz, porém podem ter baixa resistência a desinfetantes clorados.

As membranas minerais constituem a terceira geração de membranas segundo MAUBOIS (1980), BENNASAR *et al.* (1982), citados por MELLO (1989), e são constituídas de óxido de zircônio ou alumina em suporte de grafite. São resistentes a toda escala de pH e a altas temperaturas (400°C), suportando altas pressões (20 bars) sem perder as propriedades de permeação, permitindo obter altos níveis de concentração.

De acordo com o tipo de força aplicada na separação dos componentes da mistura de líquidos os sistemas de membranas podem ser classificados segundo FIELD (1999) conforme Quadro 8.

Quadro 8 – Classificação dos processos de membranas em relação ao tipo de força aplicada

<b>Força</b>	<b>Processos</b>
Pressão	Microfiltração, Ultrafiltração, Nanofiltração, Osmose Reversa
Potencial elétrico	Eletrodialise
Pressão parcial	Pervaporação
Gradiente de concentração	de Diálise

Fonte: FIELD (1999).

As diferenças básicas entre os sistemas de separação por membranas utilizando-se pressão, considerando o diâmetro dos poros das membranas, o tamanho das partículas retidas, tipos de componentes que removem, peso molecular do componente removido e pressão necessária à separação para cada tipo de processo desenvolvido conforme Quadro 9 (DAIRY MANAGEMENT INC., 2000).

Quadro 9 – Características dos processos de separação por membranas em relação ao tamanho dos poros, substâncias removidas, peso molecular das substâncias e pressão de operação

<b>Característica</b>	<b>Microfiltração</b>	<b>Ultrafiltração</b>	<b>Nanofiltração</b>	<b>Osmose Reversa</b>
Diâmetro do poro (µm) - log	0,1 – 1,0	0,001 – 0,02	0,001 – 0,01	0,0001 – 0,001
Tipos de substâncias removidas	Sólidos suspensos, Coloides e partículas	Macromoléculas e gordura	Sais monovalentes dissolvidos	Todos os sólidos dissolvidos
Peso Molecular Separação	>100.000	1.000 – 100.000	200 – 400	100
Pressão Operação (PSI)	1- 25	45 – 150	350	350 – 1500

Fonte: Adaptado de DAIRY MANAGEMENT INC. (2000).

Segundo GLOVER *et al.* (1978), MAUBOIS (1980), citados por MELLO (1989), RENNER, (1991), CASTAIGNE e GOULET (1991) e VAN DENDER (1995), os modelos construtivos podem ser tubulares, em espiral, placas e de fibras capilares. Cada modelo tem suas vantagens e desvantagens com relação a desempenho, investimentos e custos de processo, volume morto e eficiência de limpeza.

De acordo com MOOR (1989), os fatores a serem considerados no controle do processo de ultrafiltração são: área e configuração da membrana, características da membrana (natureza química, porosidade e seletividade), estabilidade da membrana a variações de pH, temperatura e oxidantes químicos, pressão transmembrana, relação entre alimentação e retido no que diz respeito à composição e concentração.

Outros fatores que devem ser considerados incluem difusividade do soluto, pressão osmótica e propriedades do soluto molecular na alimentação e retentado, pois contribuem para a polarização da concentração e ocorrência de entupimento na membrana, afirma MOOR (1989).

A membranas de microfiltração possuem estrutura dos poros variando de 0,1 a 1,0 µm. A aplicação geralmente envolve a retenção de particulados, microorganismos e substâncias coloidais. Sais e muitas macromoléculas passam livremente através da membrana (DAIRY MANAGEMENT INC., 2000).

As membranas de ultrafiltração possuem estruturas dos poros variando de 0,001 a 0,02  $\mu\text{m}$  aproximadamente. Sua aplicação é na retenção de proteínas, glóbulos de gorduras, polissacarídeos, etc e pequena porção de lactose. Água e sais atravessam a membrana como permeado (DAIRY MANAGEMENT INC., 2000)..

Quanto às membranas de nanofiltração, possuem estruturas dos poros variando de 0,001 a 0,01  $\mu\text{m}$  aproximadamente e possuem características que os íons monovalentes atravessam a membrana, retendo íons maiores e moléculas (DAIRY MANAGEMENT INC., 2000).

As membranas de osmose reversa possuem estruturas dos poros de 0,0001 a 0,001  $\mu\text{m}$  aproximadamente, e sua característica é reter todos os sólidos dissolvidos, passando apenas água através da membrana (DAIRY MANAGEMENT INC., 2000).

### **2.3.3.1. Tecnologia de Membrana na Indústria de Laticínios**

Desde sua introdução na indústria de alimentos nos anos sessenta, os processos de separação usando membranas semipermeáveis tem sido usados na clarificação, concentração, fracionamento e purificação de uma variedade de alimentos líquidos (DAIRY MANAGEMENT INC., 2000).

A indústria de laticínios, o seu uso iniciou-se para concentrar e fracionar soro de leite e tratamento de água residual (DAIRY MANAGEMENT INC., 2000).

O avanço nas pesquisas de novos materiais, engenharia e funcionalidade dos constituintes do leite têm feito dos processos de membranas uma realidade em todas etapas do tratamento do leite (DAIRY MANAGEMENT INC., 2000).

A aplicação da tecnologia de membrana ao soro de leite possui os seguintes objetivos: concentração de proteínas, concentração de lactose e desmineralização do soro (SPREER, 1991 e USDEC, 1997).

A separação das proteínas dos demais componentes do soro tem recebido a maior atenção entre os procedimentos de fracionamento na indústria de alimentos, provavelmente pelo valor comercial do produto de alta qualidade e particularmente pela funcionalidade (PAWLOWSKY, 1983).

A Figura 22 mostra vários tipos de membranas utilizadas na separação dos componentes do soro.



Fonte: GEA NIRO INC (2002)

Figura 22 – Exemplos de membranas utilizadas no processo de microfiltração

CHERYAN *et al.* (1999), destacam alguns usos dos processos de membranas aplicados nas indústrias de laticínios conforme pode ser visualizado na Quadro 10.

Quadro 10 – Uso dos processos de membranas na indústria de laticínios

Processo	Uso
OR	(Pré) concentração de leite e soro antes da evaporação Redução do volume a transportar Produtos especiais a partir do leite fluido
NF	Desmineralização parcial e concentração de soro
UF	Fracionamento de leite para produção de queijo Fracionamento do soro para produção de proteínas concentradas de soro Produtos especiais a partir do leite fluido
MF	Clarificação de soro de leite
ED	Desmineralização de leite e soro

Em que OR = osmose reversa; NF = nanofiltração; UF = ultrafiltração; MF = microfiltração; e ED = eletrodialise.

Fonte: adaptado de CHERYAN *et al.* (1999).

HARPER (1991), relata que a funcionalidade de um produto ou componente de um produto é definida como uma propriedade exceto a propriedade nutritiva que afeta sua utilização.

Quanto aos componentes do soro de leite, a USDEC (1997) relata que as proteínas constituem um dos que possuem uma série de propriedades funcionais, tais como: alta solubilidade, gelificação, emulsificação, incorporação de gordura, melhoria de textura, entre outras, tornando este ingrediente de grande importância nos processos de industrialização de alimentos.

Segundo LAGRANGE e DALLAS (1997), a intensidade de algumas propriedades das proteínas pode variar bastante dependendo do tratamento térmico ao qual o soro foi submetido durante e após o processo de fabricação do queijo e que também fatores tais como a origem do soro, o pH e a concentração de cátions também pode afetar o grau de intensidade das propriedades funcionais.

#### **2.3.4. Osmose reversa e ultrafiltração**

Sistemas de Osmose Reversa (OR), representados na Figura 30, utilizam membranas com o menor tamanho de poro e valor de peso molecular de corte existente. As membranas poliméricas possuem poros que permitem a passagem das moléculas de água, retendo e concentrando ao mesmo tempo todos os componentes solúveis, incluindo as moléculas de minerais, lactose, proteínas e lipídios. Da mesma forma que a concentração a vácuo, os sistemas de OR não alteram as proporções dos componentes sólidos. Os produtos concentrados por meio de OR são submetidos a um aquecimento mínimo. No entanto, o grau de concentração é limitado pelo aumento da viscosidade do concentrado.

Sistemas de Ultrafiltração (UF), utilizam membranas de porosidade maior em comparação aos sistemas de OR. Estas membranas poliméricas são projetadas e construídas de modo a reter moléculas e partículas com pesos moleculares acima de 20.000, separando, portanto, as moléculas menores como as de lactose (peso molecular de 342), sais e água. A solução diluída de lactose, minerais e nitrogênio não-protético que permeia a membrana é chamada de "permeado". A solução de proteínas e de gordura que não permeia a membrana é chamada "retentado". O grau de concentração é limitado pelo aumento da viscosidade do retentado.

Para facilitar maior separação de lactose e sais minerais e elevar a proporção de proteína no retentado, pode-se adicionar água continuamente ao retentado à medida que este circula pelo sistema de UF. Este procedimento é chamado de diafiltração. A diafiltração promove a lavagem ou separação subsequente da lactose e dos sais minerais das proteínas e permite obter uma proporção proteína-sólidos mais elevada.

### **2.3.5. Ultrafiltração e osmose reversa aplicada ao soro de leite**

A recuperação das proteínas do soro de leite segundo GONZÁLEZ SISO (1996), é a primeira etapa para a exploração do soro de leite.

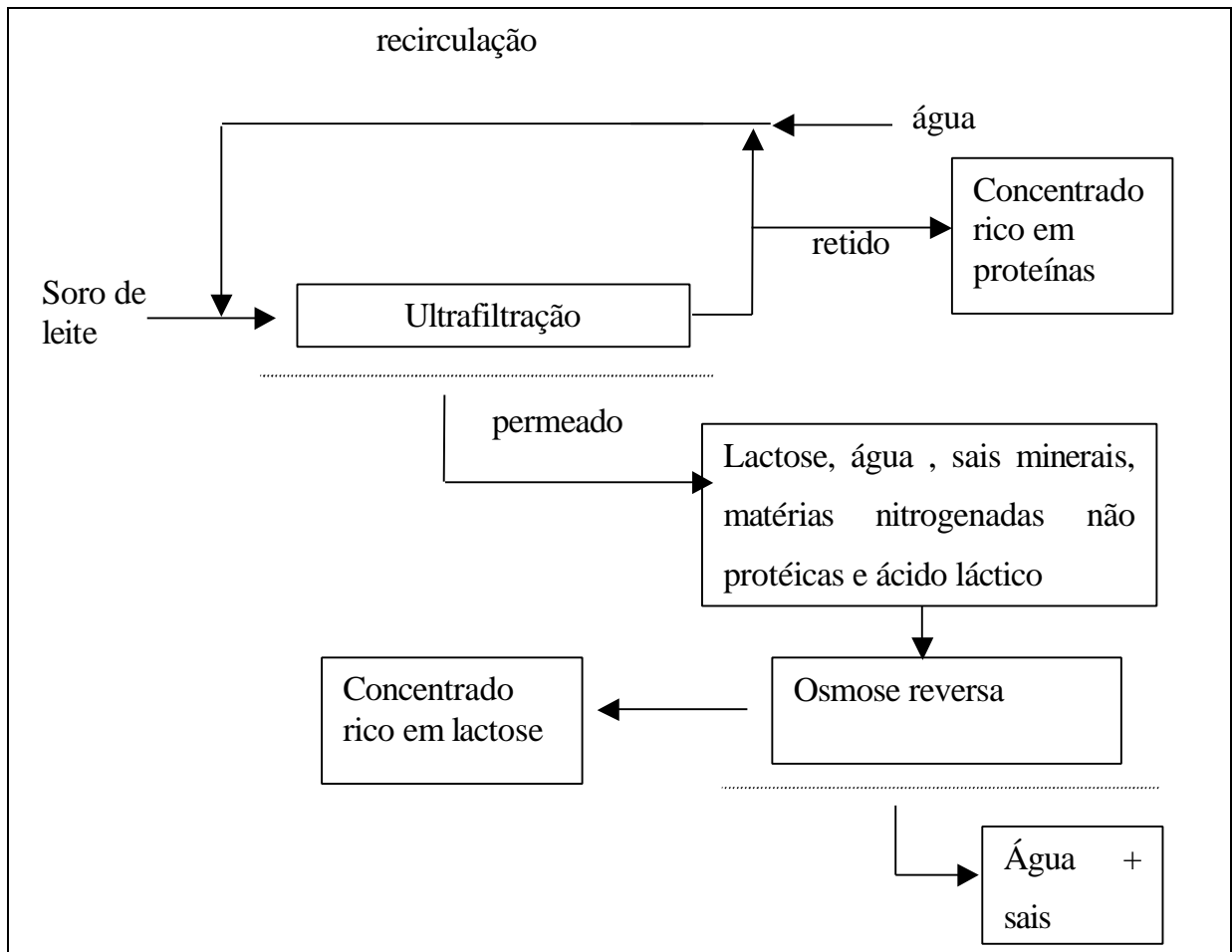
Para a concentração das proteínas do soro, utilizam-se membranas de ultrafiltração, pois esta remove segundo MELLO (1989), quase a mesma quantidade de lactose quanto de água no permeado.

Segundo VAN DENDER (1995), a aplicação de ultrafiltração em laticínios se iniciou e tomou impulso com a fabricação de queijos, e sua utilização tem se ampliado para diversos outros produtos. A Figura 23 ilustra o processo de ultrafiltração e osmose reversa na recuperação de proteínas e lactose a partir do soro de leite.

Pelo sistema de ultrafiltração é possível conseguir concentrados protéicos de aproximadamente 17% de sólidos com aproximadamente 90% de remoção de água, que podem ser secos depois, por atomização ou em tambores rotativos, chegando a uma concentração de 95% de sólidos (MOOR, 1989 e USDEC, 1997).

Para facilitar a separação de lactose e sais minerais e elevar a proporção de proteína no retido, pode-se adicionar água continuamente ao retido à medida que este circula pelo sistema de ultrafiltração. Este procedimento é chamado de diafiltração possibilitando chegar a uma concentração de 85% de sólidos antes da secagem final (ROLLAND, 1991).

Do processo de ultrafiltração, obtém-se também o permeado, que é uma mistura de água, sais e lactose. Destes constituintes, a lactose é a mais importante, devido ao fato de possuir uma DBO na faixa de 30.000 a 45.000 mg O<sub>2</sub>/litro. Este dado indica que para sua disposição há necessidade de um tratamento ou utilização de processos de recuperação (CHERYAN *et al.* 1999).



Fonte: VEISSEYRE (1988) e ROLLAND (1991).

Figura 23 – Recuperação de proteínas e lactose do soro de leite utilizando-se ultrafiltração e osmose reversa

A lactose pode ser obtida utilizando-se de vários métodos a partir do soro fluido ou a partir do permeado da Ultrafiltração por evaporação e secagem, precedida ou não por osmose reversa (RENNER, 1991 e USDEC, 1997).

Utilizando-se de osmose reversa, haverá duas linhas de líquidos, o retentado contendo alta concentração de lactose e o permeado que consistirá do soro deslactosado (água e sais minerais e baixa concentração de lactose) (USDEC, 1997).

Normalmente utilizando-se de osmose reversa a concentração obtida em sólidos é de aproximadamente 20% com uma remoção de aproximadamente 70% de água (MORR, 1989).

Relata MOOR (1989), que maiores graus de concentração por osmose reversa ocasionam excessiva viscosidade, baixa difusividade da proteína e elevada redução do fluxo de permeação.

A etapa de concentração da lactose pode ser realizada também em evaporadores de circulação natural, a vácuo, de película descendente, ou de placas. Após evaporação o produto obtido possui conteúdo de 60 a 62% de materiais sólidos, ou seja uma solução de lactose supersaturada, a qual é enviada aos depósitos de cristalização (COSTA, 1995).

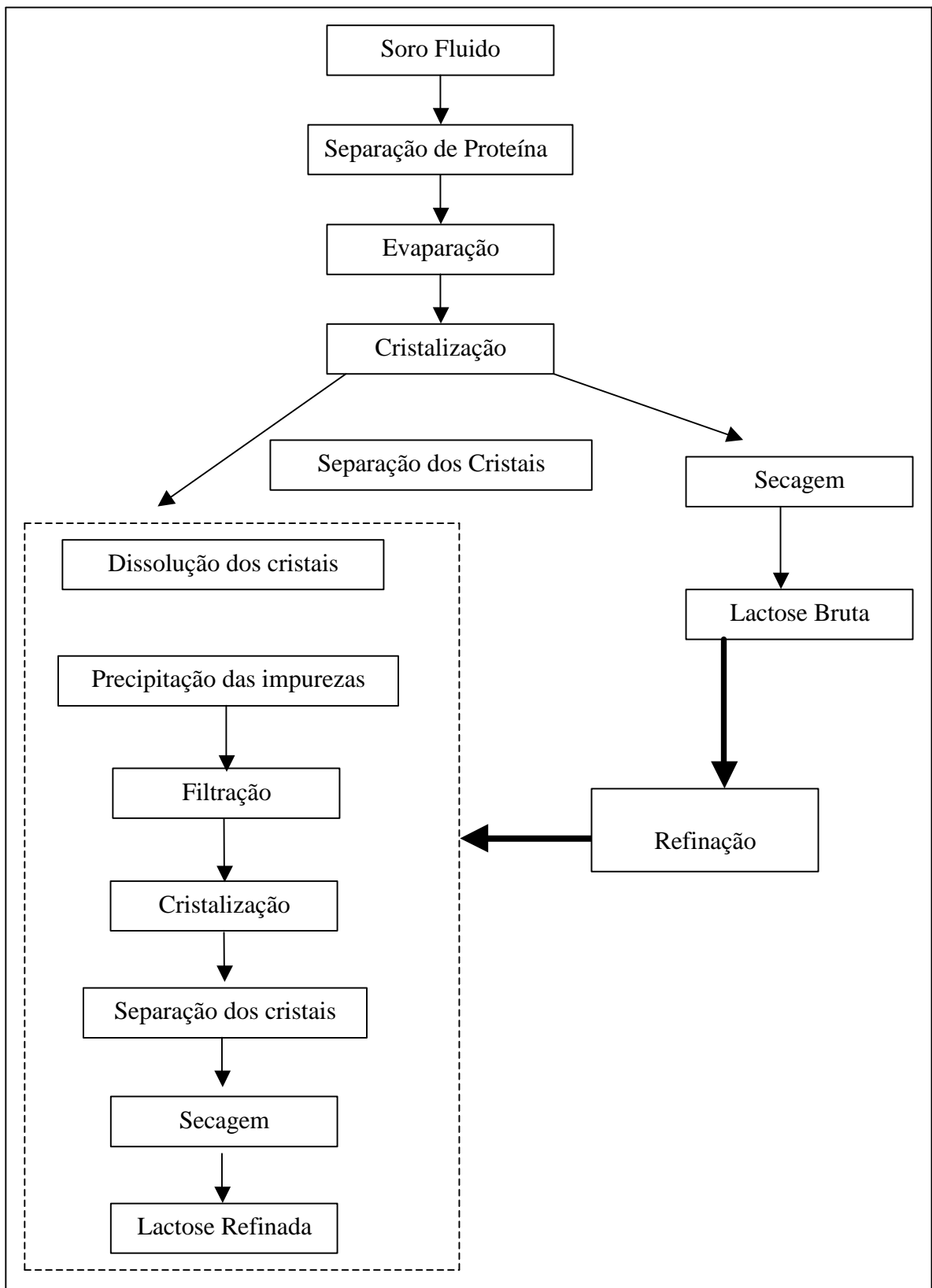
Após a cristalização a mistura é enviada a decantadores, onde por centrifugação se obtém duas fases: lactose cristalizada e soro delactosado com baixo teor de lactose. A lactose cristalizada é enviada a um secador de leito fluidizado e em seguida embalada (COSTA, 1995). A lactose obtida pode ainda sofrer um processo de refinação para redução de substâncias que não são açúcares tais como corantes, proteínas residuais, sais dissolvidos e cristalizados, obtendo-se assim a lactose de uso farmacêutico (MADRID, 1990 e ROLLAND, 1991). A Figura 24 ilustra o processo geral de obtenção da lactose a partir do soro fluído.

De acordo com o seu grau de pureza distingue-se dois tipos de lactose: a lactose “alimentar” e a lactose USP (United States Pharmacopeia). A lactose alimentar deve cumprir normas mínimas de qualidade, enquanto que a lactose USP deve reunir requisitos analíticos muito precisos (ROLLAND, 1991; COSTA, 1995).

### **2.3.6. Microfiltração**

A técnica de microfiltração emprega o processo de fluxo tangencial sob um gradiente de pressão utilizando uma membrana com taxa de rejeição de peso molecular acima de 100.000. A microfiltração é uma etapa anterior a ultrafiltração.

Proteínas solúveis, bem como lactose, minerais e água permeiam sem problema as membranas de microfiltração. O processo de microfiltração remove os grandes glóbulos e moléculas de gordura, os quais são concentrados e separados dos demais componentes do soro. A microfiltração é usada para produzir isolados de proteína com teores muito reduzidos ou livres de gordura. A microfiltração pode aumentar a eficiência da ultrafiltração.



Fonte: Adaptado de VEISSEYRE (1988) e Citado por GIROTO (2001).

Figura 24 - Processo de obtenção da lactose a partir do soro fluído.

### **2.3.7. Eletrodialise**

A eletrodialise também utiliza membranas semi-permeáveis. No entanto, no caso da eletrodialise, uma corrente elétrica puxa os íons carregados dos minerais através das membranas para um fluxo de salmoura. As moléculas de lactose não possuem carga elétrica e tampouco migram em um campo elétrico. Por outro lado, as moléculas de proteína do soro possuem uma carga negativa, mas estas moléculas grandes não conseguem permear as membranas. A eletrodialise reduz a proporção de minerais em relação aos demais componentes do soro.

### **2.3.8. Troca Iônica**

Os processos de troca iônica envolvem o emprego de resinas carregadas que se ligam às proteínas, enquanto a lactose, a gordura e os minerais são separados. De modo geral, o soro é acidificado com o objetivo de desenvolver uma carga positiva nas moléculas de proteína.

Em seguida, o soro acidificado é colocado em contato com resinas de carga negativa. As moléculas positivas de proteína se ligam às resinas negativas, ao passo que a lactose, a gordura e os minerais são separados (ou "lavados") das proteínas. A etapa seguinte consiste em transformar o sistema numa solução alcalina, o que levará as proteínas a desenvolver carga negativa e, conseqüentemente, a se desprender da resina a ser purgada. A troca iônica é utilizada em combinação com a ultrafiltração na fabricação de isolados de proteína de soro.

### **2.3.9. Cristalização**

A técnica de cristalização é usada para separar a lactose do soro ou de soluções de permeado. A solução é primeiro concentrada acima do ponto de solubilidade da lactose. Cristais de semente são adicionados e a temperatura da solução é controlada de forma a estimular a formação de grandes cristais que podem ser separados e lavados com facilidade. A cristalização reduz a proporção de lactose e aumenta a proporção de todos os demais componentes. Podem-se usar enzimas para modificar dois dos constituintes do soro. Beta-galactosidase pode ser utilizada para hidrolisar o dissacarídeo lactose, dando origem a dois monossacarídeos: glicose e galactose. Diversas enzimas proteolíticas podem ser adicionadas para hidrolisar e modificar as propriedades funcionais das proteínas do soro.

## 2.4. Importância Econômica

Observando a situação econômica e tendências da indústria de laticínios nacional, podemos notar que muitas companhias vão continuar expandindo e investindo, usando toda a criatividade para melhorar a competitividade. Este é o momento oportuno e adequado para analisar o impacto econômico que a industrialização e a comercialização otimizada do soro e derivados podem ter para a indústria de laticínios.

Nos EUA, o processamento diversificado e otimizado do soro resultou num aproveitamento de 95%. Estes e outros desenvolvimentos levaram aos seguintes impactos econômicos em 1996, segundo WASEN (1998):

- Disponibilidade adicional de sólidos lácteos = 800 milhões Kg
- Exportação de soro e derivados = 95 milhões Kg
- *Turnover* com exportação de soro e derivados = US\$ 80 milhões
- Consumo per capita de soro e derivados = 1.7 Kg
- (Consumo per capita de sólidos desnatados de leite = 1.6 Kg contra 2.80 Kg em 1960).

Um dos motivos principais para a deficiente industrialização do soro no Brasil e América do Sul, pode ser o fato que o soro só tem um extrato seco de 5.0-6.5%. Não se deve, no entanto, esquecer que com um rendimento médio de 10:1 na fabricação de queijo, este teor de extrato seco significa que 50% dos sólidos lácteos disponíveis passam para o soro.

O aumento da produção de soro no Brasil e, paralelamente a implementação das leis de proteção ao meio ambiente, bem, como o reconhecimento de que o uso do soro líquido para a alimentação animal só é regionalmente e de forma restrita praticável, está levando a indústria a analisar as opções de industrialização. Uma vez otimizada a industrialização, as vantagens serão as seguintes:

- a. Proteção ao meio ambiente.
- b. Desenvolvimento de produtos, principalmente de maior valor fisiológico e nutritivo e até de aplicação farmacêutica.
- c. Aumento das vendas e *turnover* através do aumento da produção e produtos novos.
- d. Otimização do aproveitamento dos sólidos lácteos, agregando-se um melhor aproveitamento à matéria-prima e ao valor dos componentes básicos disponíveis.

- e. Melhora no rendimento.
- f. Redução das importações de produtos lácteos.

A Figura 25 mostra a balança de preços dos produtos do soro, onde verifica-se que quanto mais fracionado for o soro, maior é o valor atribuído a substância.

Antigamente considerado um subproduto do processamento de queijo, o soro é reconhecido agora como um ingrediente de "valor-agregado" por causa de suas propriedades altamente funcionais, nutricionais e econômicas. Durante os últimos 30 anos, avanços nos processos de separação como: em ultrafiltração, diafiltração, microfiltração e troca iônica permitiram aos pesquisadores a melhorar a funcionalidade e utilização do soro, identificando mais formas concentradas e especializadas.

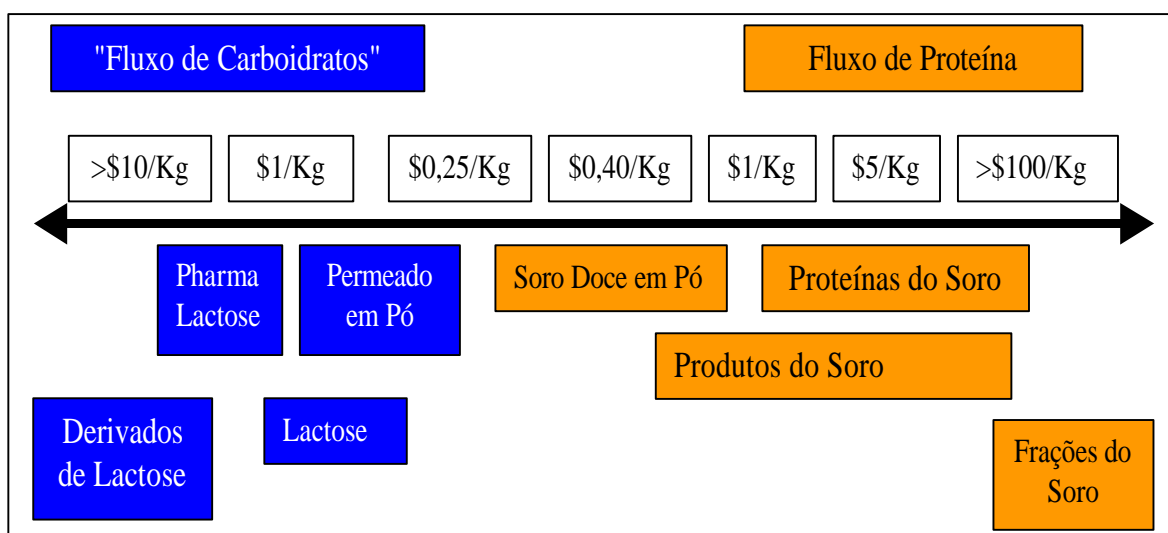


Figura 25 Escala de preços dos produtos do soro (em U\$\$)

## 2.5. Aproveitamento do soro de leite

De acordo com ABIQ (1995), para o aproveitamento dos resíduos industriais faz-se necessário interpretar de forma diferente os poluentes, passando a considerá-los como matérias-primas tanto para um sistema de tratamento como para tecnologias ainda não existentes, que consigam reutilizar este material.

PAWLOWSKY (1983), relata que não se deve focar os resíduos como mera consequência do processo industrial, sendo necessário ver neles um material possível de ser aproveitado e desta forma os mesmos passam a ter algum valor.

Segundo AMANTE *et al.* (1999), na indústria de alimentos a utilização tecnológica no aproveitamento dos resíduos pode revelar-se uma atividade com bons resultados econômicos, pois além da venda dos sub-produtos ou novas matérias-primas obtidas, haverá uma melhoria considerável na preservação do meio ambiente. Além disso, diminuirão também os custos com os processos de tratamento de efluentes.

FERREIRA (1997), relata que as possibilidades de utilização do soro na alimentação humana são muito variadas, porém segundo VEISSEYRE (1988), seu conteúdo relativamente elevado em sais minerais constitui um inconveniente que limita, em alguns casos, o consumo do produto bruto necessitando-se assim realizar tratamentos para sua adequação.

Segundo NEVES (1993), citado por RICHARDS (1997), o soro pode ser utilizado na fabricação de diversas bebidas após ter sido ou não acidificado biologicamente e ser misturado com cacau e com sucos de frutas concentrados tais como maracujá, laranja e morango, entre outros. A composição final varia de acordo com a quantidade de soro de leite utilizado e com o tipo de suco empregado.

HOFFMAN *et al.* (1997), citados por ALMEIDA *et al.* (2001), relatam que bebidas lácteas são produtos formulados contendo iogurte, soro de leite, polpa de frutas e outras matérias-primas e aditivos. Segundo FERREIRA (1997), a bebida de soro fermentado, já adicionado de açúcar, deverá receber aromas e corantes. Após envazada, deverá ser mantida sob refrigeração até a comercialização.

Conforme HOFFMAN *et al.* (1997), citados por ALMEIDA *et al.* (2001), estes produtos ainda não receberam uma definição e caracterização precisa. Neste particular a concentração de soro da mistura não se apresenta bem definida.

De acordo com HOLSINGER *et al.* (1973), citado por RICHARDS (1997), o soro também pode ser utilizado na produção de bebidas fermentadas alcoólicas e com baixo teor de álcool, por exemplo, frisantes não alcoólicos, cervejas e vinhos com baixos teores alcoólicos.

A Portaria nº 57 de 7 de dezembro de 1999 do Ministério da Agricultura, estabelece a identidade e os requisitos mínimos de qualidade para bebidas lácteas. De acordo com a referida Portaria, bebida láctea é o produto obtido a partir do leite ou leite reconstituído e/ou derivados de leite, fermentado ou não, com ou sem adição de outros ingredientes, onde a base láctea represente pelo menos 51% (cinquenta e um por cento) massa/massa do total de ingredientes do produto.

Pode-se aproveitar o soro de leite na produção de ricota. Seu princípio é baseado na precipitação das proteínas do soro por meio de calor associado à acidificação. A ricota é um

produto de origem italiana, onde normalmente é fabricada a partir do leite utilizando-se de uma precipitação dupla a fim de coagular todas as proteínas. No Brasil é produzida usando-se soro como matéria-prima (CETEC, 1985).

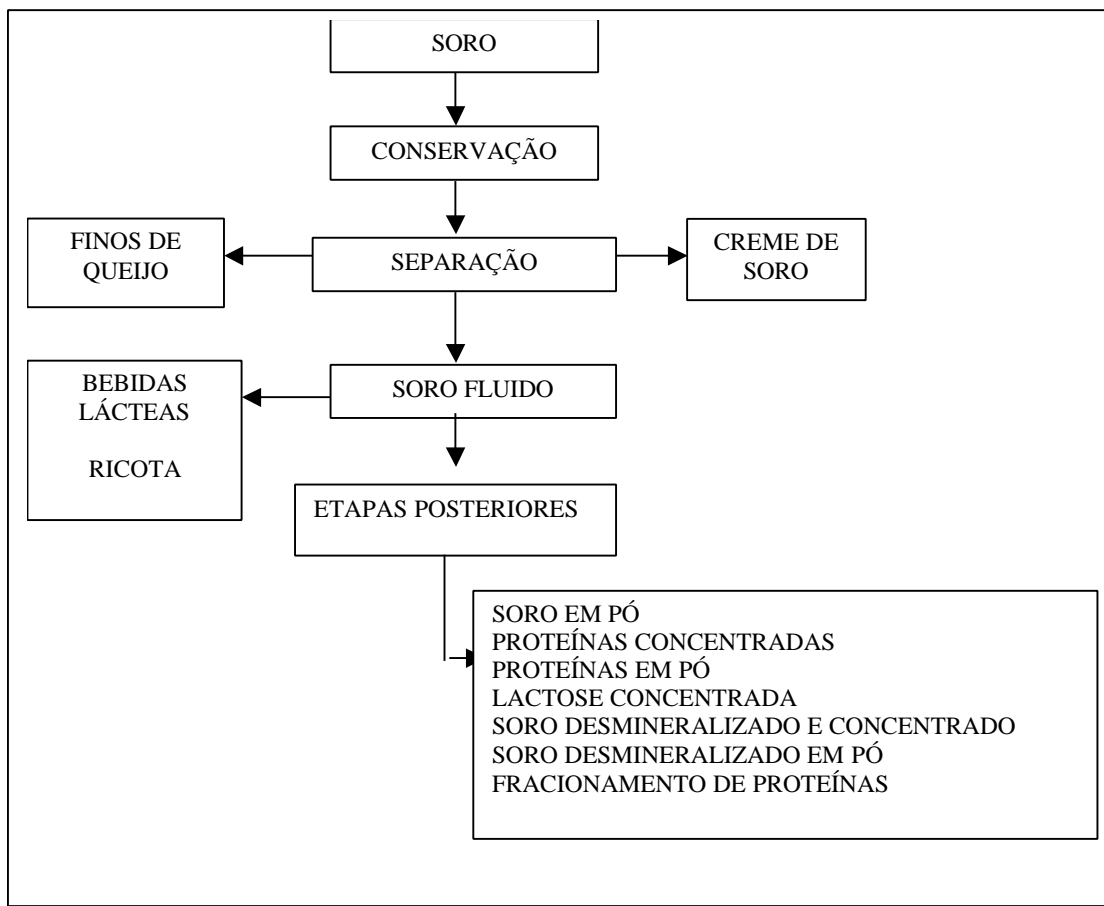
A fabricação de ricota segundo CETEC (1985), é uma das formas mais simples e econômicas de aproveitamento do soro proveniente de vários tipos de queijos, por não requerer equipamentos adicionais para sua elaboração. Pode-se usar o soro de queijo minas, prato, mussarela e outros, com uma limitação: a sua acidez deve ser baixa para evitar a precipitação da proteína durante o aquecimento, antes da adição de acidulante.

Outras formas de aproveitamento do soro de leite podem ser utilizadas, porém requerem o uso de tecnologias específicas na transformação do soro em matérias-primas de amplo uso pelas indústrias (USDEC, 1997).

De acordo com USDEC (1997), após a separação das proteínas do soro da caseína e dependendo do volume gerado, o soro de leite deve ser conservado utilizando-se de pasteurização. Em seguida deve ser aplicado ao soro um tratamento para a recuperação de finos de queijo e gordura livre presentes que não ficaram aprisionadas à massa de queijo. As partículas de queijo podem ser recuperadas em filtro rotativo e a gordura por meio de uma centrífuga desnatadeira. O produto resultante é chamado soro fluido.

Após a separação dos finos de queijo e gordura, o soro é denominado soro fluido e apresenta em sua composição de 6 a 7% de sólidos totais, água e gordura conforme a eficiência da separação desta. Estes sólidos podem ser separados da água utilizando-se processos de membranas ou por meio de evaporação seguida de secagem (MADRID, 1990 e USDEC, 1997).

De acordo com USDEC (1997), as etapas posteriores à separação de finos de queijo e da gordura livre dependerão de fatores tais como: tipo de produto que se deseja obter, a tecnologia empregada, as propriedades funcionais desejadas, o custo do processo e o mercado consumidor destes produtos. Na Figura 26 podem ser visualizadas as etapas gerais de alternativas para o aproveitamento do soro de leite.



Fonte: adaptado de USDEC (1997).

Figura 26 – Diagrama demonstrativo de alternativas do aproveitamento do soro de leite.

### 2.5.1 Principais aplicações dos produtos

Dependendo da tecnologia aplicada, como exemplo o tratamento térmico/acidificação /hidrogenização/tratamento enzimático/desmineralização ou enriquecimento específico com certos íons, soro e derivados são transformados em produtos de excelentes e específicas propriedades biológicas e funcionais, como: emulsificante, formadores de espuma e gel estável, retenção e absorção de água, coberturas, etc., de interesse para a indústria alimentícia animal e humana, química, farmacêutica e cosmética.

Para os setores *não alimentícios*, o potencial de aplicação do soro e derivados se justifica, como segue:

- Indústria Farmacêutica

Utilização de proteínas fracionadas de alto valor biológico, dietético e fisiológico (componentes do NPN, lactoferrina, imunoglobolinas,  $\beta$ -globolinas, lipoproteínas, etc.

- Indústria Cosmética

Fósforo-lípídeos são altamente hidratantes e de alta absorção pela pele, com excelente propriedade saponificante.

- Indústria Química

Permeado do soro usado na produção de plásticos biodegradáveis. Plásticos são produzidos de L-lácteo. Outra interessante aplicação é a produção de ácido lácteo, processo de fermentação que dura 24 horas, enquanto o processo Standard, necessita de 5-7 dias.

- Indústria Alimentícia

No setor de alimentação animal, soro e derivados são usados para:

- Substituir leite em pó;
- Suplemento mineral em rações e melaço, com uso de fosfato de cálcio;
- Lactato de amônia para ração. O rendimento é de 85,5%, sendo o índice de utilização da lactose de 99,1%;
- Produção de leveduras, com biomassa, através de utilização da lactose ou do permeado de soro.

No setor de alimentação humana, soro e derivados encontram aplicação específica, conforme a propriedade do derivado e função desejada no produto final. Como disse um grande processador de soro dos EUA: "Se for necessário produziremos grãos de soja a partir do soro". (WASEN, 1998)

Possibilidades de aplicação para o produto na alimentação humana.

- Finos e creme de soro

A ideal e mais econômica aplicação é o retorno direto ao processo de queijo (finos) e padronização do leite para queijo (creme).

- Soro em Pó

Mercado e aplicação favorável para produto cristalizado e com no máximo 1,25% gordura, de preferência com teor de gordura menor que 1,0 %. O pH do soro em pó também é muito importante, devendo este ser em média 6,10 - 6,30, para uma boa comercialização.

A aplicação varia com o tipo de soro em pó e qualidade (se cristalizado, doce, ácido, desmineralizado, etc.). Produtos: sobremesas, pudins, alimentação infantil, iogurte, queijos cremosos, etc.

A obtenção do soro de leite em pó é realizado por meio de evaporação seguida de secagem (USDEC,1997).

A evaporação consiste na redução da quantidade de água presente no soro, podendo ser realizada por meio de evaporadores a vácuo de vários efeitos. O soro é pré-aquecido a 65-70°C e submetido ao processo de evaporação e concentra-se a 45-50% de extrato seco. Esta temperatura de aquecimento não provoca a desnaturação das proteínas (VEISSEYRE, 1988).

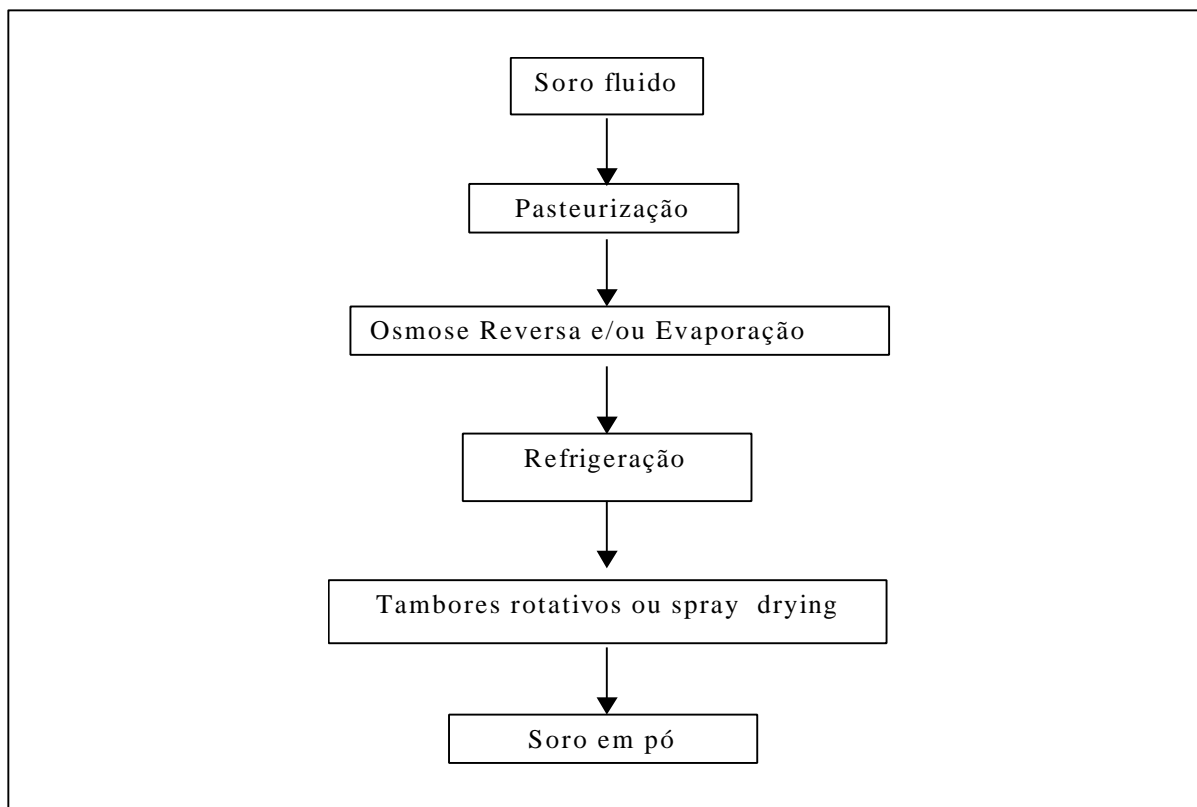
Segundo WU e INGLETT (1974), citados por MELLO (1989), desnaturação pode ser definida em termos gerais como qualquer modificação nas estruturas secundária, terciária e quaternária da molécula de proteína que não cause quebra das ligações covalentes.

SGARBIERI (1987), também citado por MELLO (1989), relata que embora a desnaturação resulte em perda da funcionalidade das proteínas nem sempre pode ser descrita como um problema, pois assim as proteínas têm maior digestibilidade e portanto, apresentam maior valor biológico.

O concentrado obtido é refrigerado a 7-10°C para que a lactose se cristalice, facilitando a secagem (ROLLAND, 1991), e para se obter o soro na forma sólida realiza-se a secagem em tambores rotativos ou por atomização (SOTTIEZ, 1985; SPREER, 1991 e USDEC, 1997).

A secagem por atomização ou *spray-drying* envolve a atomização de soluções concentradas em um fluxo de ar quente. Através do controle do tamanho das gotículas, da temperatura e do fluxo de ar é possível evaporar a umidade ao mesmo tempo em que os sólidos ficam expostos a uma temperatura relativamente baixa. Este é o procedimento mais

comum na fabricação de soro em pó (USDEC, 1997). A Figura 27 ilustra as etapas para a obtenção do soro em pó a partir do soro fluido.



Fonte: adaptado de USDEC (1997)

Figura 27 – Obtenção de soro de leite em pó a partir do soro fluido.

A composição química característica do soro em pó, obtido pelo processo de evaporação e secagem depende do tipo de soro utilizado e dos equipamentos de secagem utilizados (USDEC, 1997). No Quadro 11 é apresentada a composição química característica do soro em pó doce e ácido.

Quadro 11 – Composição química característica do soro em pó doce e ácido

<b>Composição</b>	<b>Soro doce (%)</b>	<b>Soro Ácido (%)</b>
Proteína	11,0-14,5	11,0-13,5
Lactose	63,0-75,0	61,0-70,0
Gordura	1,0-1,5	0,5-1,5
Cinzas	8,2-8,8	9,8-12,3
Umidade	3,5-5,0	3,5-5,0

Fonte: USDEC (1997).

Segundo MOOR (1989), o soro de leite pode ser caracterizado de acordo com o peso molecular de seus componentes, os quais são apresentados no Quadro 12.

Quadro 12 – Caracterização das proteínas do soro de leite de acordo com o peso molecular

<b>Componentes</b>	<b>Peso Molecular (D)</b>
β-lactoglobulina	18.300
α-lactoalbumina	14.000
Imunoglobulina	15.000 – 1.000.000
Soroalbumina	69.000
Proteose-peptona	4.100 – 40.800

Fonte: adaptado de MOOR (1989)

De acordo com DAIRY MANAGEMENT INC. (2000), pode-se fazer uso destes diferentes pesos moleculares para a separação dos componentes do soro utilizando-se de tecnologia de Membranas.

Segundo a USDEC (1999), as aplicações de soro de leite como ingrediente alimentício têm sido utilizadas principalmente ao longo dos últimos 20 anos, mas o uso do soro de leite é muito antigo, e vem desde a Grécia antiga. Hipócrates já prescrevia soro de leite como fonte nutricional há mais de 2.000 anos.

Segundo DALLAS (1999), os Estados Unidos são o maior produtor e exportador de soro de leite e lactose no mundo.

De acordo com LAGRANGE e DALLAS (1998) e DALLAS (1999), o soro de leite é um ingrediente que apresenta vantagens significativas em redução eficiente de custos quando comparado a alternativas existentes e são utilizados virtualmente em todos os setores de processamento de alimentos.

Em todo o mundo o número de novos produtos lácteos está crescendo a uma taxa muito superior a qualquer outra categoria de alimentos, devido ao fato dos derivados de leite se encaixarem com perfeição na tendência atual de valorização da saúde, afirmam (LAGRANGE e DALLAS, 1998).

De acordo com LAGRANGE e DALLAS (1998), nenhum outro ingrediente apresenta flexibilidade e adaptabilidade semelhante à do soro de leite.

MING (1998), relata que o uso do soro de leite e concentrados protéicos de soro quando usados em produtos fracionados ou emulsionados, principalmente presuntos e

apresentados proporciona aumento de rendimento do processo de fabricação, diminuição dos custos com ingredientes e aditivos e são capazes de conferir propriedades funcionais aos derivados de carne. Ao mesmo tempo ajudam a preservar a qualidade nutricional.

HUGUNIN (1999), descreve que os produtos de soro oferecem múltiplos benefícios nutricionais, sendo possível a substituição parcial dos sólidos do leite desnatado em iogurtes refrigerados por concentrados protéicos de soro. Substituições de 40% das proteínas do leite desnatado por proteína concentrada de soro a 80% proporcionam estabilidade térmica e resulta em bebidas com alta viscosidade inicial e uma melhor viscosidade depois de homogeneizado.

DALLAS (1999), relata que o soro de leite em pó e seus derivados podem ser utilizados em temperos de salgadinhos, agregando sabor, textura ou reduzir custos dos fabricantes, enquanto MING (1998), relata que pode-se adicionar soro de leite desmineralizado ou proteína concentrada de soro ao doce de leite proporcionando controle do sabor, cristalização da lactose e problemas de textura.

Em sorvetes, DALLAS (1999), relata que estudos demonstram que quando utilizado soro de leite desmineralizado, o grau de substituição pode aumentar para 30 a 40% do leite em pó desnatado sem que haja qualquer percepção da presença de soro.

Proteínas de soro podem ser utilizadas para substituir clara de ovo, ovo inteiro e leite em pó desnatado em produtos de panificação, oferecendo vantagens econômicas, nutricionais, microbiológicas, bem como apresentar o rótulo de valor nutricional mais atrativo, relata USDEC (1999).

Quanto ao uso da lactose COSTA (1995), relata que na indústria de alimentos este derivado lácteo pode ser utilizado como fixador de aromas, emulsionante, caramelizador de produtos fritos, absorvente de pigmentos, açúcar de cobertura para enfeite e tostagem de pães. Pode ser usado ainda segundo COSTA (1995), em bolos e biscoitos como melhorador da digestibilidade em alimentos infantis.

Quanto a outros usos da lactose ressalta COSTA (1995), que na indústria farmacêutica a lactose é utilizada como suporte de princípio ativo de comprimidos e pílulas.

Em outros produtos como: pipoca, batatas frita, chocolates, bombons, recheios a coberturas e, naturalmente sorvetes, todos levam de alguma forma soro de leite e derivados para agregar sabor, textura ou reduzir custos ao fabricante enfatiza DALLAS (1999).

Dentre os diversos produtos obtidos no processamento do soro, destaca-se conforme DALLAS (1999) os seguintes:

## **a) Proteína do soro (Desnaturada e Fracionada Nativa)**

### **i.) Desnaturada**

Proteína desnaturada no queijo resulta, entre outras vantagens, em maior retenção de água (a retenção aumenta com o tamanho das partículas de lactalbumina agregada). Com a mesma vantagem as proteínas podem ser usadas em queijos fundidos.

A dosagem é feita na dorna de um concentrado de proteína entre a padronização e a pasteurização. As proteínas precipitadas agem como um agente estabilizador para a gordura, devido a agregação da  $\beta$ -globulina no glóbulo de gordura, durante o processo de pasteurização.

### **ii.) Nativa**

$\alpha$ -lactalbumina e  $\beta$ -globulina possuem propriedades físicas e fisiológicas nutritivas diferenciadas. Na alimentação infantil a Lactalbumina é recomendável devido à semelhança protéica do leite materno. Estudos têm demonstrado que a

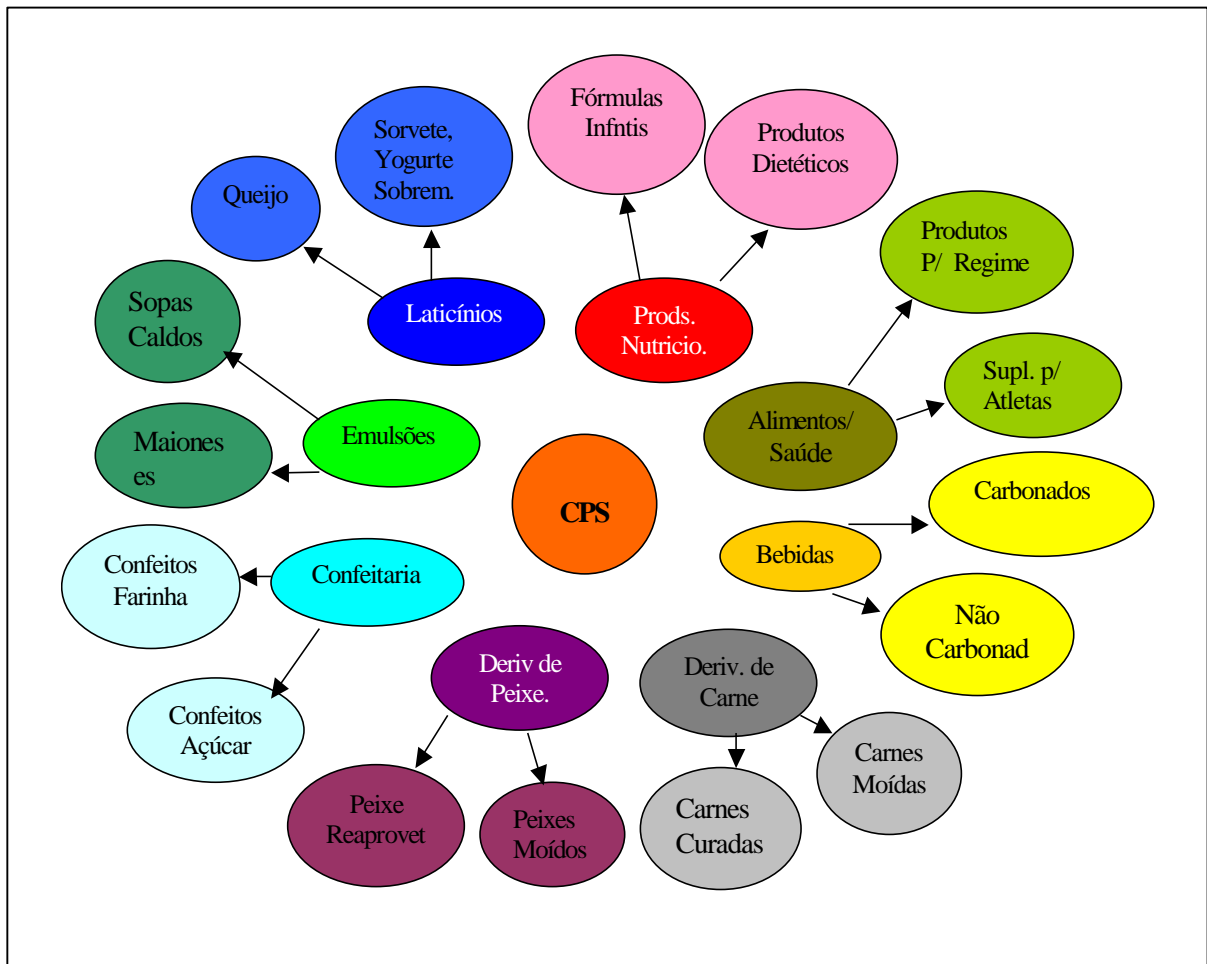
$\alpha$ -lactalbumina possui propriedades anti-alérgicas. Testes com Eletroforeses indicam também que as imunoglobulinas têm afinidades de co-precipitar com a  $\alpha$ -fração, significando que além de propriedade anti-alérgica, também possuem propriedades de defesa imunológica no organismo.

A  $\beta$ -fração, como fração cristal clara no processo de fracionamento, destina-se principalmente à produção de *soft drinks* e enriquecimento de sucos de frutas. É utilizado também para substituir o ovo na produção de pastas e produtos frigoríficos.

## **b) Concentrado Protéico de Soro (CPS)**

As Figuras 28 e 29 abaixo são auto explicativas e demonstram a grande área de aplicação do CPS e lactose. Em um país com uma população de 170 milhões de habitantes, e ainda crescente, um mercado potente para CPS já deve existir, mas talvez não de forma reconhecida.

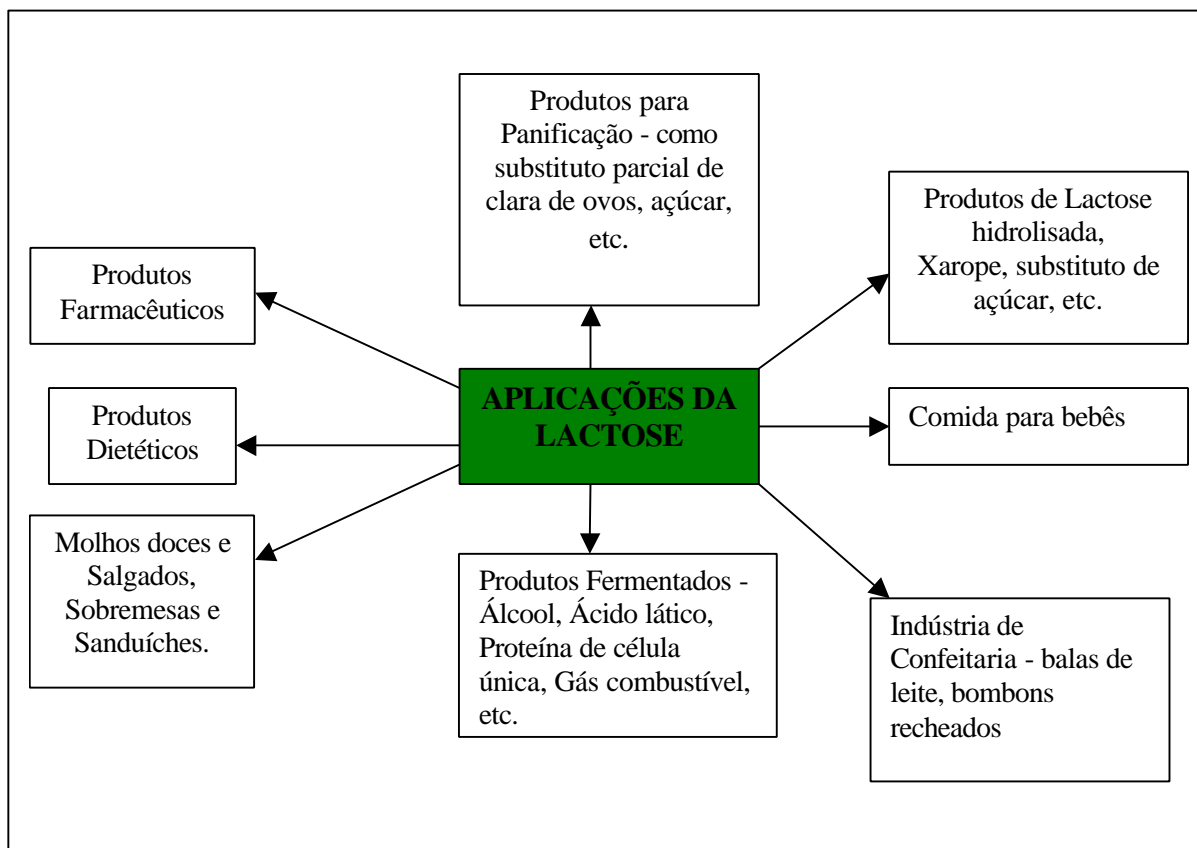
Barreiras que justificariam a aplicação limitada até o momento, podem ser: atributos de importação e/ou disponibilidade nacional.



Fonte: USDEC, 1999.

Figura 28 – Aplicações para CPS.

A Figura 29 mostra as aplicações para a lactose.



Fonte: USDEC, 1999.

Figura 29 – Aplicações para a lactose.

### c) Aplicações para Fosfato de Cálcio (FC)

Como se trata de produto relativamente novo no mercado, comercializado com diversos nomes, tem chamado bastante atenção principalmente nos últimos cinco anos os mercados principais para o FC. Estes são o Japão, os EUA e a Europa, devido ao alto nível educacional e de esclarecimentos quanto à nutrição e necessidade do exercício físico para um corpo estético e, o mais importante, sadio. A redução do consumo abundante de certos alimentos com substâncias nutritivas, mas com efeitos colaterais, fez mudar a fórmula de muitos alimentos, garantindo o suprimento de todos os ingredientes e componentes ao nível recomendado pelos nutricionistas. (WASEN, 1998)

- Doces, Chocolates, Barras Nutritivas, ex. com fibras, cálcio;
- Produtos lácteos Iogurte Sobremesa;

- Produtos Farmacêuticos;
- Alimentação infantil;
- Alimentação Animal ex. Enriquecimento de rações e Melassos;
- Produção de ovos;
- Produtos cremosos;
- Bebidas Lácteas;
- Bebidas para esportistas, com enriquecimento mineral;
- Alimentos dietéticos;
- Alimentos energéticos

## 2.6. Importação de lácteos

As importações Brasileiras conforme dados da EMBRAPA (2003), nos anos de 2001, 2002 e até abril de 2003 apresentaram os valores contidos na Tabela 3.

Tabela 3 – Importação brasileira de produtos lácteos – 1997 a 2003 (em toneladas)

<b>Produto</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003*</b>
Leite em pó	145.338	175.097	193.345	139.033	53.566	113.844	16.199
Soro de leite	13.146	31.540	30.471	43.129	37.447	36.631	3.125
Leite in natura	122.469	137.984	125.497	95.923	39.123	27.560	242
Iogurte	2.230	1.991	486	416	350	15.265	6.081
Manteiga e derivados	6.980	13.692	13.819	12.843	2.674	11.278	1.508
Queijo e Requeijão	28.585	23.870	20.056	15.718	8.028	10.754	1.181
<b>Total</b>	<b>318.748</b>	<b>384.174</b>	<b>383.674</b>	<b>307.062</b>	<b>141.188</b>	<b>215.332</b>	<b>28.336</b>

Fonte: EMPRAPA GADO DE LEITE (2003).

Da Tabela 3 observa-se que para vários derivados como, por exemplo, leite em pó desnatado e leite condensado, a quantidade importada tem diminuído ao longo dos anos, o que não ocorre quando se observa para o soro de leite que apresenta tendência de crescimento.

Segundo MILKIBIZZ (2000), os maiores fornecedores de soro em pó para o Brasil, foram os Países Baixos, seguido do Canadá. O Brasil importou também de países vizinhos parceiros do Mercosul e por bloco econômico e outros países no ano de 1998, demonstrando a

importância deste derivado lácteo na composição da balança comercial brasileira como pode ser observado na Tabela 4.

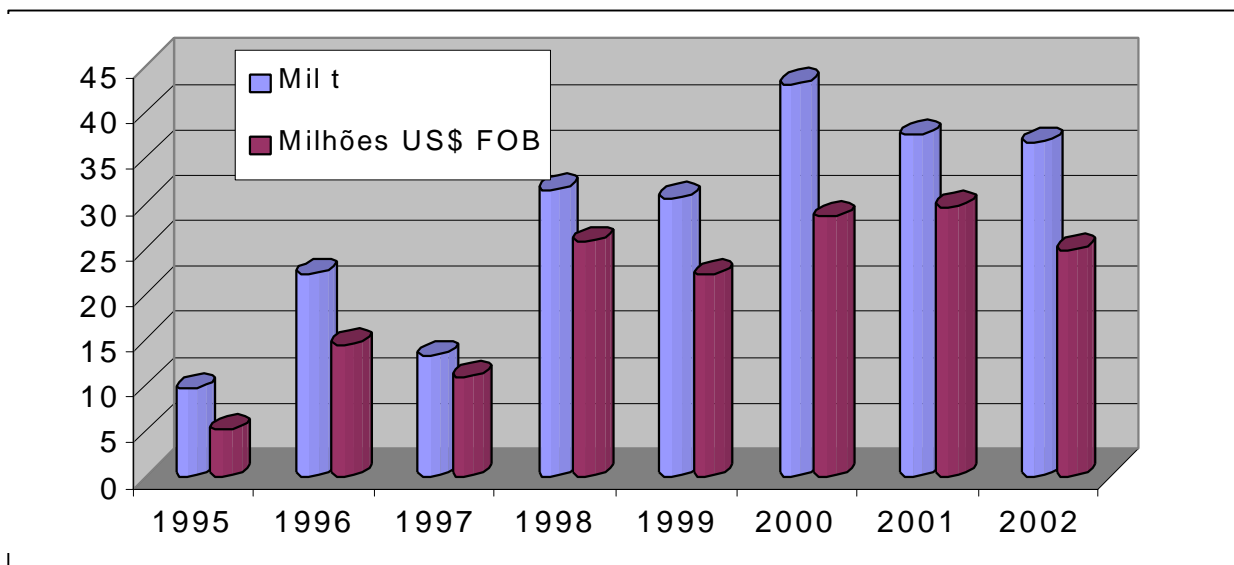
Tabela 4 - Quantidades importadas de soro de leite em pó por região e países de origem no ano de 1998

<b>Países</b>	<b>Valor FOB US\$</b>	<b>Peso Líquido (kg)</b>	<b>Preço Médio (US\$/t)</b>
MERCOSUL	1.463.104	1.475.140	989
Argentina	1.425.704	1.439.140	991
Uruguai	37.400	40.000	935
UNIÃO EUROPÉIA	15.103.629	16.450.493	918
Países Baixos	5.839.498	7.460.548	783
França	3.894.458	3.920.330	894
Dinamarca	1.058.639	158.500	6.679
Espanha	584.168	517.102	1.130
Reino Unido	433.520	784.000	553
Irlanda	99.298	56.000	1.773
Áustria	35.143	19.000	1.850
OUTROS PAÍSES	9.119.021	13.565.267	672
Canadá	3.619.104	6.098.575	593
Austrália	1.890.808	3.221.800	587
EUA	1.793.532	2.934.172	581
Nova Zelândia	1.389.976	462.925	3.003
Polônia	220.932	465.000	475
Chile	178.264	308.095	579
Finlândia	110.965	57.700	1.923
Suíça	5.440	17.000	320
<b>Total</b>	<b>25.685.754</b>	<b>31.494.900</b>	<b>816</b>

Fonte: Editora MILKBIZZ (2000).

### 2.6.1 Importação de soro de leite

Na Figura 30 estão apresentadas as importações de soro de leite em pó entre os anos de 1995 e 2002 pelo Brasil. Observa-se uma tendência crescente na importação deste derivado lácteo.



Fontes: Editora MILKIBIZZ (2000, 2002) e PRIMO, (2001)

Figura 30 - Quantidades importadas de soro de leite em pó - 1995 a 2002.

## 2.7. Estudo de Viabilidade

A avaliação de projetos de investimentos comumente envolve um conjunto de técnicas que buscam estabelecer parâmetros de sua viabilidade. (BRUNI *et al.* 1998)

A análise econômica consiste em fazer estimativas de todo o gasto envolvido com o investimento inicial, operação e manutenção, custos de combustível e receitas geradas durante um determinado período de tempo, para assim montar-se o fluxo de caixa relativo a esses investimentos, custos e receitas e determinar quais serão os indicadores econômicos conseguidos com esse empreendimento. Comparando-se esses indicadores econômicos com o que se espera obter com alternativas de investimento de capital, pode-se concluir sobre a viabilidade do empreendimento.

Determinar a viabilidade de um negócio não garante que ele receberá financiamento ou que será implementado – muitas outras coisas fora do seu controle podem dar erradas – mas isto irá preparar o terreno para que se apresente o negócio a pessoas sensatas que participem técnica e financeiramente dele. O objetivo de uma análise de viabilidade é que possa demonstrar que partes do negócio podem ser colocadas juntas, de uma maneira adequada o suficiente, para apresentá-lo aos outros.

Segundo CLEMENTE (1998)

*“O investimento é um desembolso feito visando gerar um fluxo de benefícios futuros durante um período de tempo denominado horizonte de planejamento. Em geral, ao se tomar a decisão de fazer um investimento, espera-se que o fluxo de benefícios futuros, mensurados em valores monetários de hoje, seja suficiente para cobrir a melhor alternativa já existente para o capital, requerendo-se ainda mais um adicional correspondente ao risco do negócio.*

*A decisão de investir é de natureza complexa, porque muitos fatores, inclusive de ordem pessoal, entram em cena. Entretanto, é necessário que se desenvolva um modelo teórico mínimo para explicar e prever essas decisões.*

*A primeira idéia que surge é a de que a decisão de investir depende do retorno esperado: quanto maiores forem os ganhos futuros que podem ser obtidos de certo investimento, tanto mais atraente esse investimento parecerá para qualquer investidor. O projeto é uma simulação da decisão de investir, conseguem apenas melhorar a tomada de decisão, diminuindo o nível de incerteza.”*

Ao longo da última década, as regras do valor presente líquido (VPL) e da taxa interna de retorno (TIR), métodos tradicionais de análise de projetos, vêm sendo alvos de importantes questionamentos. Simultaneamente, uma nova abordagem, baseada na analogia entre oportunidades de investimento e opções financeiras, vem sendo proposta como alternativa aos métodos tradicionais.

As instituições financeiras, porém, continuam usando, em geral, dois métodos tradicionais de análise de projetos: as regras do valor presente líquido (VPL) e da taxa interna de retorno (TIR). Tudo o mais constante, projetos com VPL positivos ou TIR superiores à taxa de desconto seriam, a princípio, melhores candidatos aos financiamentos do que projetos com VPL negativos ou TIR inferiores à taxa de desconto. Mais ainda, projetos com maiores VPL ou TIR sinalizariam, tudo o mais constante, uma alocação mais eficiente dos recursos.

A preferência por esses métodos não é difícil de entender. As regras do VPL e da TIR são amplamente difundidas e aplicadas no campo das finanças empresariais. (BREALEY e MYERS, 1992)

Conforme BRUNI *et al.* (1997) os parâmetros considerados são: *Payback* (Pb, prazo de retorno do investimento inicial), da TIR ou do Valor Presente Líquido (VPL, resultado dos fluxos de caixa, descontados a data zero pelo custo de capital do projeto e subtraído do investimento inicial).

### 2.7.1. Método do *pay-back*

Este método, também conhecido como Método do Tempo de Recuperação do Investimento, é muito utilizado nos meios empresariais principalmente pela sua simplicidade de cálculo.

Porém, segundo OLIVEIRA (1982), apresenta algumas deficiências que comprometem a sua utilização como critério principal na análise de alternativas de investimentos.

O método consiste em determinar o número de períodos necessários para a recuperação do capital investido. O intervalo entre os períodos depende, naturalmente, do horizonte considerado para o investimento.

Como uma das principais deficiências do método pode-se citar a desconsideração dos períodos subseqüentes ao do período de recuperação. Despreza-se, portanto, eventuais receitas e despesas que influenciam no retorno sobre o investimento.

Outro ponto fraco do método, na sua definição original, é a não consideração do valor do dinheiro no tempo. Porém, este aspecto tem sido solucionado pelas empresas pela inclusão de uma taxa de desconto no fluxo de caixa considerado nos cálculos. Esta variante do método é conhecida como *Pay-back* com atualização.

Segundo FENSTERSEIFER *et al.* (1987), a larga utilização deste método como um dos critérios de rentabilidade nas grandes empresas brasileiras é possivelmente explicada porque

*“apesar de todas as suas falhas teóricas, considera implicitamente o fator risco: entre várias alternativas consideradas rentáveis (pelo critério principal de rentabilidade, baseado no princípio da atualização), a alternativa com o menor tempo de recuperação do capital (critério complementar), em geral, terá um risco menor e tenderá, portanto, a ser a preferida.”*

Ainda segundo os mesmos autores, *“pode-se dizer que a adoção do tempo de recuperação de capital representa uma preferência mais forte pela liquidez do projeto do que pela sua rentabilidade.”*

Pelo acima exposto, percebe-se que o método do *pay-back* deve ser preferencialmente adotado como um método complementar de análise, influenciando a decisão final em caso de pequenas diferenças verificadas entre os métodos principais.

### **2.7.2. Método do valor presente líquido (VPL)**

O Método do Valor Presente Líquido caracteriza-se pela transferência para uma determinada data, normalmente o início do projeto, de todos os valores incluídos no fluxo de caixa previsto para o investimento. O valor resultante desta operação serve como parâmetro de comparação entre as diferentes alternativas de investimento.

Os valores do fluxo de caixa são descontados utilizando-se uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que representa a remuneração mínima aceita pelo capital investido.

Quando são analisadas alternativas de investimentos com vidas econômicas diferentes e com possibilidade de renovação do investimento nas mesmas condições, deve-se considerar como horizonte de planejamento o mínimo múltiplo comum da duração dos mesmos.

No caso das alternativas terem diferentes vidas econômicas, porém, não serem replicáveis, deve-se observar somente o valor presente líquido das mesmas.

Segundo CASAROTTO FILHO e KOPITTKKE (1992), este método, normalmente, é utilizado para análise de investimentos isolados de curto prazo.

SAUL (1992) constata que entre todos os métodos que consideram o valor do dinheiro no tempo, o Método do Valor Presente Líquido é o critério mais recomendado pela teoria financeira, por ser consistente com a maximização do valor da empresa.

### **2.7.3. Método da taxa interna de retorno (TIR)**

Neste método, busca-se a taxa de desconto que torna nulo o valor presente líquido (valor resultante no instante inicial do projeto) do investimento. A taxa encontrada é à base de comparação com outros investimentos e com a taxa mínima de atratividade da empresa.

Como regra geral, valores de TIR maiores que a TMA da empresa indicam investimentos vantajosos.

Deve-se ressaltar que este método só é aplicável para investimentos que apresentem pelo menos uma inversão no fluxo de caixa, ou seja, deve haver valores positivos e negativos para poder determinar-se a TIR.

O método da TIR apresenta uma particularidade quando são comparadas alternativas com diferentes valores de investimentos. Neste caso necessita-se, além do cálculo das taxas de retorno das alternativas originais, a determinação da taxa de retorno do investimento incremental. O investimento incremental é a diferença nos valores de fluxo de caixa da

alternativa com maior valor investido e a de menor valor. Como regra de decisão se tem, se o valor da taxa encontrada para o investimento incremental é menor que a taxa mínima de atratividade da empresa, opta-se pela alternativa de menor valor investido, caso contrário, opta-se pela que apresenta maior investimento.

Para conduzir a avaliação da maneira descrita acima deve-se primeiro assegurar que a alternativa com menor investimento tenha uma TIR superior a taxa mínima de atratividade considerada. Caso contrário, conclui-se que esta alternativa não é vantajosa para a empresa e ela deve ser excluída da análise.

Esse procedimento descrito acima é necessário porque, contrariamente aos demais métodos apresentados que consideram o valor do dinheiro no tempo, o método da TIR reinveste os valores do fluxo de caixa utilizando-se a própria TIR, enquanto que os demais métodos reinvestem os valores a TMA.

## **2.8. Estudos Matemáticos de Dimensionamento**

Ainda nos dias de hoje, os estudos do dimensionamento ou tamanho do futuro empreendimento são determinados pelo estudo do mercado onde este determina a capacidade que a economia tem para absorver o produto, e estima a evolução futura dessa capacidade de absorção durante a vida útil do projeto. Com isso tem-se o ponto de partida de quanto deve ser, em princípio, a produção programada para o projeto (BUARQUE, 1984)

No entanto, para a elaboração das demais etapas do projeto, necessita-se definir qual é o melhor nível específico de produção (ou capacidade de produção) para o qual a empresa deve ser projetada. Essa é a tarefa da etapa chamada tamanho do projeto CLEMENTE (1998)

Se o nível de absorção da economia é determinado pelo mercado, o dimensionamento da capacidade de produção é um trabalho de aproximações sucessivas entre as diversas etapas, tendo por objetivo a solução ótima quanto ao tamanho. Essa solução será aquela que conduza ao resultado econômico mais provável para o projeto no seu conjunto. Por isso, o tamanho é definido pelo jogo de dois grupos de variáveis: as variáveis de viabilidade e as variáveis de otimização.

### **2.8.1. A viabilidade do tamanho**

Antes de determinar o tamanho ótimo, através da análise das alternativas viáveis, os projetistas podem eliminar diversas possibilidades de tamanho que se apresentam inviáveis.

- a) A Inviabilidade do Mercado
- b) A Inviabilidade Tecnológica
- c) A Inviabilidade Empresarial e Financeira
- d) A Inviabilidade Localizacional

### **2.8.2. A escolha do tamanho ótimo**

Considere-se o caso em que o tamanho já está delimitado: no seu máximo, pela capacidade de absorção do mercado, e, no seu mínimo, pela inexistência de tecnologias que produzam abaixo de um certo nível; combinado isso com as possibilidades empresariais e localizacionais.

A dificuldade de controlar e administrar a empresa a partir de certo tamanho, o que implica rendimentos decrescentes, exige estudos para o estabelecimento de limites de escala. A escolha do tamanho deveria levar em conta aspectos setoriais e regionais, incluindo-se os recursos de que dispõe, sejam técnicos, organizacionais ou financeiros. Os estudos que permitem orientar a decisão sobre o tamanho de certo empreendimento incluem, conforme CLEMENTE (1998) na:

1. Estimativa do mercado atual e previsão do seu crescimento.
2. Evolução das importações e preços dos produtos importados (considerando-se a possibilidade de redução desses preços).
3. Seleção das tecnologias existentes. Confronto entre especificações técnicas, preços dos equipamentos e custo de produção.
4. Existência de projetos semelhantes e planos de expansão das empresas concorrentes.
5. Análise dos condicionantes técnicos e econômicos que influenciam a localização espacial e, portanto, os custos finais.
6. Facilidades fiscais e outras proteções oficiais, que devem ser analisadas considerando-se o longo prazo e não apenas conveniências momentâneas.

Restará ainda um grande número de alternativas possíveis, entre as quais deve-se tomar a que vai corresponder ao tamanho ótimo do projeto (BUARQUE, 1984) O processo para determinar esse tamanho ótimo é, uma vez mais, um processo de aproximações sucessivas na busca da melhor solução (WOILER, 1986).

## **2.9. Estudos de Localização de Unidades Industriais**

Os primeiros estudos de problemas econômicos relacionados à variável espacial, no início do século XIX, foram mais voltados para a localização agrícola. No século XX, os primeiros modelos que trataram formalmente da questão de localização industrial foram surgindo com novas abordagens, métodos e aperfeiçoamentos (por vezes críticas) dos modelos existentes.

Pode-se afirmar que a primeira referência ao problema do espaço, em termos econômicos, foi o “Isoliert Staat”, de Johann Heinrich Von Thünen, em 1826. Esse autor ocupou-se da localização de atividades agrícolas em torno de uma cidade, formando uma teoria conhecida como os “anéis de Thünen”, que consistia na realização de circunferências em torno da cidade, cada uma delas delimitando a área de cultivo de um produto.

A teoria da localização foi desenvolvida, portanto, para estabelecer o melhor lugar para a instalação de indústrias e permitir o conhecimento, quanto aos fatores locacionais, de determinados estabelecimentos industriais. A localização ótima de uma indústria é a que assegura a maior diferença entre custos e benefícios, privados ou sociais, ou, ainda, a que possibilita a obtenção da mais alta taxa de rentabilidade.

Von Thünen, citado por REED JUNIOR (1971), foi um dos primeiros economistas a estudar a teoria da localização da produção agropecuária, considerando um sistema econômico completamente isolado. Explica esse autor que o estudo de Von Thünen é, antes de tudo, um estudo de produção e renda agropecuária, o qual supõe um lugar determinado, com o objetivo de precisar o tipo de produto para esse lugar, a fim de abastecer um centro de consumo ou, ainda, uma cidade.

Lefebvre, citado por STOLLSTEIMER (1963), estudando a teoria geral da localização, ampliou a análise, mediante a introdução explícita de localizações de consumo, afirmando que a localização ótima e a quantidade produzida nessa localização são determinadas por diversas variáveis, preços de mercado, nível de tecnologia, dotação local de fatores em cada ponto de produção, parâmetros da função de demanda de transporte, que dependem da distância em que

os fatores e bens têm de ser transportados e de seu peso. Explica, ainda, que essas influências agem ao mesmo tempo e, se consideradas isoladamente, nenhuma delas é suficiente para determinar a localização.

De acordo com REED JUNIOR (1971), a eleição das localizações pode ser feita com base na avaliação dos fatores locacionais. Essa avaliação pode ser qualitativa (subjetiva); semiquantitativa (objetiva), quando os fatores são intangíveis, não admitem a fixação de custos; ou, ainda, quantitativa, quando os fatores são tangíveis. Segundo o mesmo autor, a maior parte dos trabalhos puramente quantitativos relacionados com os estudos de localização tem utilizado, de alguma forma, modelos de transporte ou extensão do modelo de transporte.

STOLLSTEIMER (1963) desenvolveu um modelo analítico para determinar o número e a localização de fábricas, através da minimização dos custos de reunir uma matéria-prima e elaborar um produto, considerando a presença ou ausência de economias de escala nas operações das fábricas. Segundo o autor, "a soma dos mínimos totais de transferência e processamento com números variáveis de fábricas produz uma função total de reunião e processamento, minimizado com relação à localização de fábricas para números variáveis de fábricas".

BARTEZZAGHI *et al.* (1981) analisou um problema clássico de locação de fábricas através da introdução de um algoritmo baseado no procedimento de exploração de todas as possíveis combinações de locais. A exploração usa uma pesquisa segundo um algoritmo "branch-and-bound". O número de alternativas que devem ser examinadas é grandemente reduzido pelo uso de critérios de poda próprios do algoritmo.

A pressuposição inicial do modelo de transferência foi apresentada por Hitchcock, citado por MACHADO NETO (1979), levando em consideração apenas à minimização dos custos de transporte de diferentes origens para vários destinos. Posteriormente, esse modelo sofreria algumas modificações, para a inclusão de relações de espaço ou de tempo, além de uma série de elementos adicionais à teoria específica de custos de transporte, tais como custos de produção, vantagens comparativas, preços pagos pelos consumidores e preços recebidos pelos produtores, entre outros.

Segundo VALLE (1975), a análise dos fatores que permitem a melhor localização para uma indústria tem levado os estudiosos do assunto à formulação de teorias capazes de quantificar as diversas influências do espaço geográfico sobre as atividades econômicas. Essas teorias visam, em primeiro lugar, a dar resposta exata, tanto quanto possível, às perguntas: "O que produzir?", "Para que produzir?" e "Quanto e como produzir?"

Conforme HOLANDA (1983), a localização ótima de uma indústria é aquela que assegura maior diferença entre custos e benefícios, privados ou sociais, ou a que permite maior rentabilidade. Esse conceito de máxima rentabilidade também deve ser considerado no setor de laticínios, como, por exemplo, na localização econômica de unidades beneficiadoras de soro de queijo.

WEBER (1962) estabeleceu a localização mais adequada para as indústrias com base em três fatores gerais, a saber: custo de transporte, mão-de-obra e forças de aglomeração (forças que induzem a indústria a concentrar-se numa zona limitada). Afirmou, ainda que, com relação aos custos de transporte, se os materiais perdem peso durante o processo de elaboração ou transformação em produtos, os centros de produção tem de estar no lugar de origem da matéria-prima e, se o produto aumenta de peso durante a conversão, os centros de produção tem de estar próximo do mercado consumidor.

A melhor localização está condicionada à análise ponderada das forças locacionais, às variáveis que determinam ou orientam a distribuição geográfica dos investimentos, segundo GERSDORFF (1979). Dentre as forças locacionais a serem consideradas na localização de indústrias ou qualquer atividade produtiva, destacam-se as seguintes: soma dos custos de transporte e de insumos; disponibilidade de energia, combustível e água; acidentes históricos e preferências pessoais; condições gerais de vida; economias de escala a estruturas de mercado (GREENHUT, 1959; REED JR., 1971; RICHARDSON, 1981).

Para ISARD (1956) na maior parte dos casos, a localização de uma indústria depende, basicamente, dos custos de transporte de matéria-prima e dos produtos acabados, assim como dos custos de produção.

O problema da localização resume-se, freqüentemente, em saber se a indústria (no caso as unidades de beneficiamento de soro) deve estar localizada em posição mais próxima do mercado consumidor ou deve estar próxima das áreas geradoras de soro.

O modelo de transporte foi idealizado por HITCHCOCK (1941) e consiste num dos casos especiais da programação linear. Esse modelo tem como objetivo minimizar os custos de transportes de acordo com a demanda de certo produto distribuído entre vários locais, sendo possível determinar tanto o depósito que deverá atender a cada uma das demandas como a quantidade que deverá ser transportada.

Algumas modificações foram necessárias para o aperfeiçoamento do modelo, incluindo, além de relações de forma, espaço e tempo, outras concernentes a custos de

produção, economias de escala nos destinos e custos na aquisição de matéria-prima e/ou equipamentos.

Segundo NICHOLS (1969), o transporte está sendo reconhecido como fator estratégico no crescimento econômico e desenvolvimento social de todos os países. Por isso, a inexistência de um sistema adequado de transporte entre as regiões é uma das grandes limitações ao desenvolvimento agroindustrial.

A resolução de um problema de localização pode ser visualizada quando se considera, por exemplo, o caso de localizar unidades de beneficiamento de soro de queijo, onde intervêm custos de transporte, custos de investimentos e custos de armazenagem do produto. É intuitivo que, quanto maior for o número de unidades na rede, menores serão os custos de transportes e maiores os custos de investimento e armazenagem (FRANÇA, 1980).

Deve-se destacar que a análise econômica da escala de projetos públicos, como acontece no caso de projetos empresariais, precisa ser incluída em um conjunto amplo de considerações referentes à localização, à área de influência do projeto, ao perfil do usuário, às tendências demográficas, aos objetivos estratégicos do planejamento etc. para que, levando-a em conta, possa-se garantir compatibilidade com outros fatores de relevância.

Um bom exemplo da importância dessas outras considerações é a escolha tecnológica para o transporte público das grandes cidades. Os investimentos demandados por um sistema de metrô são muito elevados e o retorno é lento. Por isso alguns governos optam por aperfeiçoamentos do sistema de ônibus, adotando pistas exclusivas e veículos articulados. Essa alternativa, entretanto, esgota-se rapidamente à medida que a demanda aumenta, tornando o metrô defensável quando se considera o longo prazo. (CLEMENTE, 1998)

Com a capacidade computacional disponível nos dias de hoje, podemos lançar mão da Pesquisa Operacional (PO), onde pode-se estudar modelos e formas padrão de problemas de locação com o uso da Programação Linear, Inteira-Mista e etc.

A importância dos problemas promovidos em nível regional, ajustados pela análise locacional, tem mostrado o uso crescente da pesquisa operacional, para ajudar na identificação das localizações ótimas (e tamanhos) para qualquer tipo de instalações.

DASKIN (1995) detalha modelos de localização existentes e métodos de solução. HANSEN *et al.* (1988) desenvolvem estudos e revisões, mostrando a importância da localização. HANDLER, *et.al* (1979) propõem soluções para problemas de locação em rede e SANTOS (1990) estudou métodos de solução para problemas de localização capacitada com ou sem restrição de fonte única..

REVELLE e LAPORTE (1996) mostram avaliações concisas deste campo e sintetizam recentes desenvolvimentos. RAGGI (1987) realizou estudo sobre métodos de solução para problemas de localização não capacitados.

Alguns modelos tem sido desenvolvidos para ajudar na localização de instalações, como por exemplo: o citado por ANTUNES (1999), que resolveu uma solução para o problema de resíduo sólido, com o uso da análise locacional, na região central de Portugal. ERKUT e NEUMAN (1989) e ERKUT e VERTER (1996) vêm examinando a literatura extensivamente, através de revisões.

Componente importante num planejamento industrial ou noutra atividade econômica qualquer, a localização vem merecendo um estudo cuidadoso na sua aplicação. Diversos trabalhos, em sua maioria fazendo uso de técnicas matemáticas, têm sido desenvolvidos, procurando sempre determinar a melhor localização de indústrias. Vejam-se por exemplo, os de STOLLSTEIMER (1963) , SCOTT e CHALITA (1971) , AKINC e KHUMAWALA (1977), BARTEZZAGHI *et al.* (1981), GEIPOT (1982), CHRISTOFIDES e BEASLEY (1983), VILLELA (1983) e MATEUS (1986).

Muitos trabalhos estão evidenciando a importância da pesquisa operacional, nos estudos de localização. EISELT e LAPORT (1996) realizaram uma revisão de problemas de locação seqüencial, mostrando a importância de utilizar-se a pesquisa operacional como principal ferramenta para o desenvolvimento de métodos que maximizam a localização ótima de vários tipos de empreendimentos, inclusive, industriais.

A programação inteiro-mista em combinação com elementos do modelo p-mediana, vem sendo utilizado para reprogramar problemas locacionais de empreendimentos industriais inclusive, conforme sugerido por ANTUNES (1999).

### **2.9.1. Localização no Brasil**

Desde o século XIX, a economia brasileira apresentava uma tendência de centralização, sendo uma das mais centralizadas do mundo, embora a dimensão do território pudesse ter dispersado a atividade econômica no País.

Segundo HOLANDA (1982),

*“(...) a formulação de uma política de recomposição espacial (aménagement du territoire, land remodelling), tendo em vista a localização da atividade econômica, é necessária e oportuna. Essa*

*política abrangeria a política de descentralização industrial... a centralização industrial pode manifestar-se sob as seguintes formas: setorial, mais associada à idéia de especialização e diversificação industrial; tecnológica, quando existe intensidade de um fator em relação ao outro para os processos produtivos; gerencial, quando existe centralização dos focos de decisão de grupos industriais; escalar, predominância de certos tamanhos de estabelecimentos industriais; espacial, justaposição de unidades produtivas, com características semelhantes ou não, em determinadas áreas ou regiões”.*

Após realizar a recomposição espacial, seria muito mais fácil efetivar a descentralização industrial e, além disso, as políticas regionais de localização da atividade econômica, em cada região do país, seriam mais bem orientadas. Em algumas regiões, a maior preocupação é impedir a concentração excessiva e os problemas decorrentes disso (congestionamento urbano e saturação dos equipamentos), procurando obter uma repartição satisfatória de homens e de atividades.

A política de descentralização industrial evita a centralização escalar e espacial, de maneira que haja dispersão no espaço de indústrias de todos os tipos e tamanhos. Para HOLANDA (1982), a descentralização deve visar à mais equitativa distribuição das indústrias no espaço brasileiro, dando preferência aos centros regionais, a fim de descongestionar as aglomerações industriais das metrópoles. As políticas regionais, implícitas ou explícitas, de localização da atividade econômica, têm implicações em todas as formas de centralização industrial.

O problema mais grave não está na centralização, mas no crescimento excessivo dos custos sociais impostos e gerados pela centralização. Esta compromete os objetivos de elevação do nível de eficiência macroeconômica e de maior equidade na distribuição dos benefícios dessa eficiência.

Para uma localização planejada, são necessárias freqüentes referências a áreas, zonas e distritos industriais, parecendo serem sinônimos de uma mesma atividade locacional. É preciso, para evitar indefinições, que as características de cada área destinada ao planejamento da localização industrial sejam claras. Isto precisa ser observado para que, em função delas e em decorrência de sua influência no desenvolvimento regional, essas características possam ser formalizadas de maneira coerente, para que viabilizem a localização.

Ainda que a ênfase a ser dada a cada fator possa variar de acordo com a especificidade da região, a análise é realizada a partir de uma proposição geral (macro) para uma situação determinada (micro), sendo enfatizados, nos fatores gerais, a polarização, urbanização, implicações estratégicas e tipos de indústrias (poluentes e não poluentes).

Quanto aos fatores regionais, têm-se: infra-estrutura; serviços (água, energia elétrica, combustível); comunicações (viárias - ferrovias, rodovias, etc/ não viárias - telecomunicação, correios, entre outras); recursos humanos (população, nível educacional, nível de especialização); mercado (supridor de matéria-prima e/ou insumos, consumidor).

Em relação aos fatores locais: custo da terra (desapropriação, valor histórico); condições do terreno (declividade, condições de transporte); meio-ambiente (despejos industriais, poluição atmosférica, nível acústico), microclima (chuvas, temperatura, umidade, ventos); incentivos (governamentais).

Para estes últimos fatores, os estímulos à desconcentração industrial são: a doação e venda de terrenos, as facilidades de infra-estrutura, as condições de financiamento e os incentivos fiscais.

A qualidade da água pode comprometer diretamente a qualidade do produto fabricado e a limpeza e higiene do local de trabalho, do maquinário e dos equipamentos utilizados no processo produtivo, havendo necessidade de potabilidade.

### **2.9.2. Localização na indústria de laticínios**

Segundo o modelo de hierarquização das alternativas, são vários os fatores para o planejamento de localização de uma empresa, no caso de leite e derivados. Na Agroindústria, isto não é diferente. Os fatores são: elementos vinculados ao ciclo de produção, elementos relativos ao transporte, disponibilidade de mão-de-obra, energia elétrica e água, disponibilidade e regularidade do suprimento destas, elementos de clima, outras restrições e facilidades relativas à instalação industrial (MARIETTO, 1990).

Cada fator tem um grau de importância para seu peso na decisão de localização da unidade industrial, que pode ser crítico, condicionante, pouco condicionante e irrelevante. De acordo com esta classificação, a empresa poderá escolher o local mais adequado para a operação industrial, com base em um estudo e não pelo bom senso. Quanto ao nível de importância ou qualificação dos fatores, estes podem ser superior, bom, regular e fraco.

Quando a operação da empresa depende de matéria-prima, são seus indicadores: relação peso produto/ peso matéria-prima, matérias-primas perecíveis, relação frete fatores/ frete produtos, relação frete fatores/ custos dos fatores, etc. No caso das empresas do setor de lácteos, a matéria-prima é altamente perecível; então, este indicador é o mais importante, embora a relação do peso produto/ peso matéria-prima seja, em muitos produtos, muito

importante para o planejamento da produção, como, por exemplo, no leite em pó, em que se utiliza uma grande quantidade de leite fluido para uma pequena quantidade deste em pó.

Em uma indústria de laticínios, todos os fatores são importantes, mas energia elétrica, água, elementos relativos ao transporte e vinculados com o ciclo de produção são os que poderiam ser classificados como críticos. Da energia elétrica dependem os tanques de estocagem, os resfriadores do leite que chega às usinas, as máquinas de envasamento e as de transformação, ou seja, toda a fábrica. Da água dependem os resfriadores, nos quais passa uma quantidade de água resfriada, que diminui a temperatura do leite para ser estocado. Então, o suprimento de água é de suma importância para essa atividade, na indústria de laticínios. Além disso, apesar de a higienização dos equipamentos ser realizada com substâncias químicas, a água é também utilizada.

Devido a perecibilidade do leite, o transporte deve ser feito em caminhões isotérmicos, que mantêm a temperatura do produto resfriado até os postos de recepção. Para a entrega, no dia e hora planejados, o transporte não pode ser falho, o que acarretaria o descrédito da empresa produtora em relação ao atacadista ou varejista. Segundo MARIETTO (1990), para se decidir por uma localização ótima, é preciso enumerar fatores que influenciarão na decisão, de acordo com o que a indústria demandará. No caso do transporte, a análise de seu custo dependerá de três parâmetros: distância, peso e tarifa. Para o leite, o transporte rodoviário deverá levar em conta que é uma mercadoria com transporte especial e alto valor econômico; a demanda será alta por este modal.

Os elementos vinculados ao ciclo de produção (máquinas e equipamentos e a instalação industrial) precisam ser considerados na localização e construção de uma unidade industrial, assim como um layout adaptado às operações produtivas, para evitar o desperdício de tempo, mão-de-obra e equipamento.

Os demais fatores, como a mão-de-obra, integração industrial, condições gerais de vida da população e elementos do clima e características do solo, têm hierarquias diferentes.

A mão-de-obra é um fator essencial, pois alguns cargos necessitam de pessoal mais qualificado. Quando isto não ocorre, a empresa passa a adotar o bom senso e não o conhecimento técnico, como deveria ser. Além disso, para funcionamento da empresa, são necessários funcionários de nível superior, nas áreas de gerência, logística, química, nutrição, marketing, entre outras, e de nível secundário, para rápidas análises de laboratório do leite, manuseio de equipamentos e atendimento ao consumidor. De acordo com a análise de MARIETTO (1990), o fator da mão-de-obra tem grande relevância na decisão de localização.

A integração industrial pode ser colocada como pouco condicionante, pois a usina próxima às demais empresas que estão integradas a ela (sejam fornecedoras ou clientes) pode facilitar o transporte, porém isto não é o fator mais importante. Este fator tem relevância quanto ao mercado, pois uma empresa possuidora de boa integração pode ter facilidade na confecção de novos produtos, em parceria com as suas fornecedoras. Os elementos do clima e características do solo são pouco condicionantes.

As telecomunicações, considerando a utilização de serviços DDD, Telex, Internet (correio eletrônico) e EDI, que permitem um rápido contato com os mercados consumidores externos e redução nos gastos com transporte e economia de tempo, terão uma importância média na localização de indústrias de laticínios.

## **2.10. Modelagem**

A modelagem é uma arte. Desenvolver um modelo que representa um sistema real é uma tarefa que requer muito cuidado e muita experiência.

Para algumas aplicações, um modelo deve ter duas qualidades: (1) ser descritivo, fornecendo explicações que facilitem a compreensão do sistema estudado; e (2) ser prescritivo, representando um conselheiro que orienta sobre situações futuras. A modelagem envolve duas situações de conflito que exigem que o modelo seja simples o suficiente para permitir sua construção e manipulação e, ao mesmo tempo, seja complexo o bastante para envolver todas as variáveis relevantes e suas relações. Uma forma de contornar esse conflito é construir modelos simples e sofisticá-los à medida que novas exigências forem surgindo. A complexidade do modelo também deve aumentar de acordo com o conhecimento adquirido pelo modelista durante o processo de modelagem.

Segundo COSTA (1995) os modelos são tipificados como: icônicos (representação fiel do sistema, geralmente em escala diferente da real), analógicos (as propriedades do sistema são representadas por outras equivalentes) e simbólicos (as propriedades do sistema são representadas por símbolos). Outro tipo de classificação separa os modelos em estáticos e dinâmicos. Os modelos estáticos não consideram explicitamente a variável tempo, possuem relações determinísticas e são normalmente tratados por técnicas analíticas.

Os modelos dinâmicos tratam com interações variáveis com o tempo (o estudo do sistema em certo instante interfere no estado do sistema no instante seguinte). Também existe uma caracterização importante para os modelos, que diz respeito às situações discreta e

contínua. Um modelo discreto sofre alterações repentinas no tempo. As mudanças no estado do sistema são expressas em termos do estado do sistema no início do período. As mudanças durante um intervalo de tempo são calculadas e é deduzido um novo estado do sistema para o final deste período e início do seguinte. Um modelo contínuo sofre constantes e suaves alterações no tempo. Uma situação bastante comum é tratar um sistema contínuo como sendo uma seqüência de pequenas alterações discretas no tempo. Por fim, também são diferenciados os modelos determinísticos dos estocásticos. Estes modelos determinísticos não tratam variáveis randômicas e as características operacionais envolvem relações exatas. Quando pelo menos uma variável do sistema se comporta de forma probabilística, diz-se tratar de um modelo estocástico.

Dependendo da técnica de PO utilizada, é necessário desenvolver um modelo específico que atenda às exigências dessa técnica. Por exemplo, a Programação Linear (PL) exige que seja construído um modelo simbólico (matemático), determinístico e estático, enquanto a Simulação de Sistemas necessita, normalmente, de um modelo analógico, estocástico e dinâmico e a forma mais adequada é sugerida por BATALHA *et al.*(1997).

## **2.11. Sistema de Informação Geográfica (SIG)**

A modernização do setor agroindustrial exige maior disponibilidade de informações, decisões mais rápidas e controle total sobre o que está ocorrendo e o que poderá acontecer no campo, processo e até mesmo no processo de tomada de decisão. O avanço da tecnologia e da ciência nos propiciou novas ferramentas, equipamentos de alta precisão e tecnologia como, satélites, Sistema de Posicionamento Global (GPS), radares e fotografias aéreas, que nos fornecem informações instantâneas e preciosas. Neste sentido a adoção de Sistemas de Informações Geográficas é fundamental para uma rápida e precisa interpretação destas informações. (PITZ, 2001)

Inicialmente os SIG eram apenas utilizados para elaboração de mapas, mas atualmente são usados na agricultura, controles florestais, gestão de bacias, meio ambiente, geologia, dentre outros.

Os SIG representam, hoje, a mais moderna ferramenta de auxílio ao planejamento do espaço físico. Uma vez que, entre suas principais características encontram-se a de simular e inter-relacionar eventos espacialmente referenciáveis, esta ferramenta permite a projeção de cenários para efeito de planejamento, bem como a modelagem de funções de correlação e a

interação de dados de monitoramento, para efeitos de controle e supervisão. (MARGARIDA, 1998)

Um SIG é definido como “um sistema composto por hardware, software, pessoas e procedimentos, projetados para realizar uma eficiente captura, armazenagem, atualização, manipulação, análise, modelagem e exibição de dados geograficamente referenciados para solução de diferentes tipos de problemas”. De maneira simples pode-se dizer que o SIG é um sistema baseado em computador, que armazena e processa dados que descrevem lugares e eventos sobre a superfície da Terra (LOVATO *et al.* 1992).

Na literatura, observa-se a presença de várias definições de SIG ou GIS (*Geographical Information Systems*), das quais seguem:

- “*um poderoso conjunto de ferramentas para aquisição, armazenamento, recuperação, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real*” (BURROUGH, 1986);
- “*qualquer conjunto de procedimentos manuais ou computacionais utilizados para armazenar e manipular dados geograficamente referenciados*” (ARONOFF, 1989);
- “*um sistema de gerenciamento de base de dados computadorizada para coletar, armazenar, analisar e exibir dados referenciados espacialmente*” (GPS MAPPING SYSTEMS, 1994);
- “*um conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas (usuário), perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação*” (TEIXEIRA, 1995a).

As duas primeiras são definições clássicas, expostas por autores consagrados nesta área do conhecimento e as outras duas foram selecionadas por serem mais recentes e complementarem as anteriores.

Ao analisar as definições acima, observa-se que a última citada é a que melhor expressa o que, como e para que usar um SIG. Foi considerada a mais completa, pois engloba todos os momentos de um SIG, desde a fase da aquisição dos dados até a aplicação final.

Para um melhor entendimento sobre o desenvolvimento do SIG, faz-se necessária a apresentação de alguns momentos que representam sua evolução tecnológica.

Conforme TEIXEIRA (1995b), os SIG's tiveram as suas origens na década de 40 com o desenvolvimento do primeiro computador eletrônico. Já na década de 50, em Detroit, foi feito um estudo do trânsito, visando projetar as necessidades futuras, através de análise estatística. Este trabalho levou ao desenvolvimento do *Cartographatron* pela *Armour Research Foundation*.

No início da década de 60, acadêmicos começaram a desenvolver pesquisas mais específicas para criação de um SIG, contribuindo com a expansão dos seus conceitos. Neste período surgiram, então, os primeiros grupos de estudo, que mais tarde se transformaram em centros de pesquisa, com *Northwestern*, *Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis* e o laboratório de SIG na State University of New York.

Em 1964, no Canadá, surgiu o primeiro sistema (*Canadian Geographic Information Systems*) a ser definitivamente considerado como um SIG (CSIG):

A década de 70 foi o período de maior difusão dos SIG's, quando cresceu o interesse por parte de órgãos governamentais, principalmente nos Estados Unidos.

Na década de 80, o fator competitivo do setor comercial reforçou a dinamização do desenvolvimento do SIG.

As primeiras iniciativas brasileiras surgiram a partir da década de 60, quando foi criada, em São José dos Campos, a Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE), que, em 1971, transformou-se no atual Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Em 1985, o INPE lançou o primeiro sistema de processamento de imagens, o SITIM-110 (Sistema Interativo de Tratamento de Imagens). Com o equipamento básico do SITIM foram desenvolvidos o sistema de processamento de imagens SRF (também designado SITIM) e um sistema de informações geográficas (SGI). O SPRING, sistema mais sofisticado, desenhado para “*workstations*”, evoluiu da junção do SGI e do SITIM.

De acordo com CAMARA e FREITAS (1995), no início da década de 90, os sistemas são concebidos para uso em conjunto, em ambientes cliente-servidor.

Usualmente, funcionam acoplados a gerenciadores de banco de dados relacionais e incluem programas adicionais para processamento de imagens.

### **2.11.1 Feição, atributo e valor**

Quando se pretende coletar informações de uma dada feição (objeto) no mundo real, é necessário representá-la através de elementos geométricos bem definidos, que são os pontos, linhas e polígonos (áreas), possibilitando assim o tratamento dos dados que antes possuíam

uma natureza mais complexa, inerente da realidade. Tais feições têm uma ou mais características associadas, que são chamadas de atributos. E cada atributo possui um determinado valor, que pode ser quantitativo (comprimento, peso, etc.) ou qualitativo (nome, estado de conservação, etc.).

### **2.11.2. Coleta de dados**

Um dos passos mais importantes, por ser a fonte que fornece ao SIG as informações necessárias à implementação e atualização da sua base de dados, é, com certeza, a coleta de dados, possibilitando as posteriores consultas, análises, relatórios e conseqüente auxílio a tomadas de decisão.

Conforme WILSON (1998), “a aquisição de dados, ainda é a fase mais cara de um projeto de SIG, tem sido também a área de maior inovação. O axioma que diz que 80% dos custos de implementação de um SIG são atribuídos à coleta de dados ainda é verdade”.

Coleta de dados pode ser considerada como uma reambulação, que é “a coleta de dados e informações, relativos aos acidentes naturais e artificiais (hidrográficos, fitogeológicos, demográficos, obras de engenharia em geral), além da materialização das linhas divisórias nacionais e internacionais e respectivos marcos de fronteira” (ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO, 1975).

Reambulação também pode ser definida como “um processo de verificação e identificação de detalhes que o operador de restituição é incapaz de interpretar: a identificação e traçado de linhas de limites, edificações ocultas por árvores e, assim, por diante. A reambulação pode fazer parte do levantamento básico. Mas, normalmente, é executada antes da fase de restituição” (OLIVEIRA, 1993).

#### **2.11.2.1. Técnicas de coleta de dados**

O SIG permite que se integre dados coletados em tempos e escalas diferentes e usando, também, métodos de coleta de dados diversos.

Alguns exemplos de fontes de dados são: mapas em papel ou transparência, informação escrita, mapas digitais, a memória humana, imagens de satélite, fotogrametria, coleta de dados GPS, entre outros. No Quadro 13, tem-se a comparação entre algumas técnicas de coleta de dados, mostrando as vantagens e desvantagens que apresentam.

Quadro 13 - Técnicas de coleta de dados para SIG

<b>Técnica</b>	<b>Precisão</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Imagem de Satélite	1m – 1 km	Cobertura global	Limitado quanto a atributos.
Fotogrametria	< 0,01 m – 1 m	Grandes áreas de cobertura; potencial para alta precisão	Alto custo por ponto; limitado quanto a atributos.
Estação Total	< 0,01m	Alta precisão	Alto custo; necessita de duas pessoas; precisa de linha de visada
GPS	0,01 m – 100 m	Alta precisão; rapidez; atributos gravados na forma digital	Pode ser degradado sob árvores; áreas de sombra
Digitalização de mapas	0,1 m – 100 m	Consistência com mapas anteriores	Exige mapeamento prévio; precisão limitada aos mapas existentes
Entrada de dados manual com lápis e papel	Não aplicável	Baixo custo	Demorado (alto custo de mão de obra); sem precisão na gravação das posições

Fonte: corbari@podoxes.com

### 2.11.3. Fundamentos dos sistemas de informação

A informação é no mundo moderno o “motor” das atividades humanas. Nas empresas a informação talvez seja a matéria-prima com que trabalham a maioria de seus empregados. Este fato decorre naturalmente de suas obrigações de rotina:

- Evitar e prevenir riscos de emergências ou resolvê-los quando ocorrem;
- Manter a qualidade dos serviços;
- Zelar para que os recursos econômicos e humanos sejam utilizados eficazmente;
- Obter melhores benefícios econômicos;
- Prever e planejar obras de expansão;
- Utilizar e conservar em boas condições as instalações e equipamentos;
- Atualizar o padrão de usuários, rede e informações importantes.

Para atender a estas obrigações são elaborados sistemas de informação, que devem reunir algumas características e qualidade. Um conjunto de dados, para se tornar informação deve estar ordenado, classificado e referenciado, para facilmente permitir identificar situações extremas (melhores e piores), suas causas e ser oportuno para tomar medidas preventivas ou outras decisões.

Um sistema de informação deve facilitar que se cumpra o ciclo: Instrumentação => monitoração => dados => informação => conhecimento => ação, ademais deve fazê-lo a um custo razoável (RODRIGUEZ, 1997)

Os softwares de aplicação SIG, embora façam uso de ferramentas computacionais como banco de dados, CAD's e programas de automação cartográfica, não devem ser confundidas com tais. Um software pode ser considerado um aplicativo SIG se ele for capaz de:

- realizar operações espaciais da base de dados;
- organizar e manipular as relações topológicas entre as feições representadas no mapa;
- ligar conjunto de dados diferentes, utilizando a localização geográfica como chave de ligação.

Um SIG é composto por diferentes subsistemas para tratamento da informação geográfica. BUZAI e DURÁN (1990) classificam estes subsistemas como os componentes do SIG:

- Armazenamento e organização de dados espaciais gráficos: digitalização vetorial como procedimento manual (uso de mesa digitalizadora), digitalização *raster* automática (uso de scanners) ou arquivo que provém diretamente dos sensores remotos.
- Armazenamento e organização dos dados espaciais alfanuméricos: estes dados, com a sua localização espacial explícita se organizam em arquivos computacionais e podem ser eficientemente recuperados. .
- Tratamento de dados: utilização das ferramentas que o SIG apresenta para manipular o contido dos sistemas anteriores e realizar a partir deles procedimentos de análise espacial
- Relatório dos resultados: relatórios obtidos através dos periféricos de saída (impressora, *plotter*, etc), das respostas obtidas mediante os procedimentos realizados com o sistema anterior.

#### **2.11.4. Uso combinado de SIGs e técnicas de pesquisa operacional**

Problemas de localização tratam de decisões sobre onde localizar facilidades, considerando clientes que devem ser servidos de forma a otimizar algum critério (DREZNER,

1995, DASKIN 1995). O termo “facilidades” é utilizado para designar fábricas, depósitos, escolas etc., enquanto “clientes” refere-se a depósitos, unidades de vendas, estudantes etc. Em geral, as facilidades podem tanto serem selecionadas como novos centros a serem abertos como também ser escolhidas no subconjunto de vértices existentes. Por isso, tais problemas também são conhecidos como problemas de localização-alocação, devido ao processo de alocação dos vértices de demanda aos centros abertos.

Em certos casos podem existir restrições sobre a capacidade de atendimento de tais centros. Neste tipo de problema, considera-se que cada cliente possui associada uma demanda a ser satisfeita pela facilidade escolhida para atendê-lo. A soma das demandas de todos os clientes atendidos por uma facilidade não deve superar a capacidade de atendimento da mesma. Quando esse tipo de condicionante estiver presente, dizemos tratar-se de um problema de localização capacitado.

As aplicações de problemas de localização de facilidades ocorrem nos setores público e privado. No caso de setores públicos, procura-se maximizar a satisfação dos clientes em detrimento dos custos necessários para o alcance de tal objetivo. Exemplos de aplicações em setores públicos são a localização de escolas, postos de saúde, corpo de bombeiros, ambulâncias, viaturas de polícia, pontos de ônibus, empreendimentos turísticos entre outros. No caso do setor privado, onde custos fixos estão envolvidos, as aplicações envolvem, em geral, fábricas, depósitos, torres de transmissão, lojas de franquias etc.

O problema das  $p$ -medianas é um problema clássico de localização de facilidades e consiste em localizar  $p$  facilidades (medianas) em uma rede, de modo a minimizar a soma das distâncias de cada vértice de demanda à sua mediana mais próxima. As primeiras formulações dos problemas foram apresentadas em HAKIMI (1964, 1965). Vários métodos heurísticos e métodos que exploram uma busca em árvore têm sido desenvolvidos para o problema das  $p$ -medianas (TEITZ e BART, 1968; JARVINEN e RAJALA, 1972; NEEBE, 1978; CHRISTOFIDES e BEASLEY, 1982). O uso combinado de técnicas heurísticas de relaxação lagrangeana e otimização por subgradientes, de um ponto de vista primal-dual, tem se mostrado eficiente na solução do problema (GALVÃO e RAGGI (1989), BEASLEY (1993) e LORENA e SENNE (1999)).

Modelos de localização de facilidades têm sido propostos, há algum tempo, como ferramentas de auxílio à decisão, principalmente quando uma base de dados geograficamente referenciada estiver disponível. Nestes casos, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são muito importantes na coleta e análise desses dados (BURROUGH, 1986). (Sistemas de

Informações Geográficas (FISCHBECK, 1994)) integram uma sofisticada interface gráfica a uma base de dados geo-referenciados, constituindo-se em poderosas ferramentas de análise e planejamento espacial. Problemas complexos de localização de facilidades podem ser tratados com SIGs, levando-se em conta várias informações espaciais e, também, sócio-econômicas.

Vários outros modelos de localização podem ser encontrados na literatura. Entre eles destacam-se:

- os modelos de competição: o produto que será distribuído nos locais a serem localizados já conta com produtos similares, distribuídos por concorrentes. Neste caso deseja-se entrar no mercado capturando a maior quantidade possível de demanda, considerando as instalações dos concorrentes,
- os modelos probabilísticos: o recurso localizado pode não estar disponível quando necessário, por exemplo, uma ambulância localizada pode estar atendendo um outro chamado quando está sendo necessária em mais de um local ao mesmo tempo. Neste caso considera-se a possibilidade de uma ocorrência deste tipo de evento incluindo no modelo medidas de probabilidades. Também é possível considerar-se filas de atendimento, etc.
- modelos que combinam localização e roteamento: deseja-se localizar e ao mesmo tempo sequenciar uma série de tarefas.
- modelos para materiais perigosos: Localizar, por exemplo, resíduos tóxicos. Neste caso deseja-se uma grande distância de aglomerados populacionais.

Uma técnica proposta por HILLSMAN (1984) usa edição na formulação do problema das p-medianas e consegue de forma aproximada tratar outros tipos de problemas de localização usando o modelo de p-medianas. Esta é uma idéia interessante para a integração de algoritmos de localização a Sistemas de informações Geográficas (SIGs), pois em principio bastaria ter-se um bom código para solução do problema de p-medianas. Entre os modelos possíveis estão:

- p-medianas com restrição de distância máxima: encontra a configuração que minimiza a distância total (com pesos) percorrida de cada ponto de demanda a seu centro aberto mais próximo, enquanto assegura que o máximo de pontos possível está entre uma dada distância de seu centro mais próximo.

- maximização de atendimento: encontra a configuração que maximiza o atendimento (maximiza o número de pontos de demanda servidos), assumindo que desejo de atribuição de demanda a centros é linearmente proporcional á distância do centro.
- minimização da distância total em potências: encontra a configuração que minimiza a distância total percorrida de cada ponto de demanda a seu centro aberto mais próximo, considerando distâncias individuais elevadas ao quadrado, ao cubo, ou alguma outra função de potência.
- problema de Máxima Cobertura com restrição de distância máxima: encontra a configuração que maximiza o número de pontos de demanda que se encontram a uma dada distância de seu centro mais próximo. Uma restrição secundária de maior distância é aplicada para assegurar que pontos que não estão abaixo da primeira distância serão servidos se estão abaixo da segunda distância.

O uso combinado de SIGs e técnicas de Pesquisa Operacional para reprogramar problemas de localização ainda não está totalmente difundido na comunidade científica internacional.

Mas, levando-se em conta sua capacidade de armazenar, exibir e manipular dados espacialmente distribuídos, a integração de algoritmos de localização aos SIGs foi iniciada há alguns anos.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente trabalho foi realizado nos laboratórios de informática do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa (MG) – Brasil.

A metodologia proposta e utilizada para fazer a viabilidade técnico-econômica e a análise locacional deste estudo, constituíram-se das etapas discriminadas abaixo.

#### **3.1. Dados e Informações**

Os dados e informações foram obtidos de fonte existentes em livros, jornais, revistas e artigos, bem como através de empresas nacionais e internacionais e contatos com pesquisadores no país e no exterior.

Para verificar o montante de investimento em equipamentos necessários para o fracionamento, concentração e transporte do soro de queijo, bem como a transformação de soro e derivados em pó, foram contatadas as seguintes empresas: APV Systems – Foxboro brasileira instrumentação Ltda., com sede da filial na capital de São Paulo; Tetrapak, com sede da filial em Monte Mor, SP ; Addcor Engenharia S/A com sede em São Paulo; Okte Engenharia S/A com sede da filial em São Paulo; MEMBRASEP – Tecnologia de separação por membrana Ltda., com sede em São Paulo e Lacti-Lab do Brasil Ltda., com sede em Pinhais, Paraná; Dairy Consulting Milk & Whey Ingredients – Processamento de soro e leite, com sede na Alemanha e GEA Niro A/S (Drying • Evaporation • Filtration • Homogenization • Packaging), com sede na Dinamarca e filial nos Estados Unidos.

Para estimar a disponibilidade de soro de leite, o potencial para o seu aproveitamento, a localização geográfica e capacidade instalada das indústrias de laticínios do Estado de Minas Gerais para processamento de leite, queijo e soro, foram utilizadas as seguintes fontes: Federação da Agricultura do Estado de Minas Gerais (FAEMG), com sede em Belo

Horizonte; FIEMG; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) com sede em Belo Horizonte; Organização das Cooperativas do Estado de Minas Gerais (OCEMG), com sede em Belo Horizonte, Sindicato da Indústria de Laticínios e Produtos Derivados do Estado de Minas Gerais (SILEMG), com sede em Belo Horizonte e Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), com sede em Brasília.

Para obtenção dos valores de mercado interno para o soro de leite e derivados em pó foram contatadas as seguintes empresas: Jazmim Import Ltda., localizada em Curitiba no Paraná, Milkaut Distribuidora Ltda., localizada em Porto Alegre, Rio Grande do Sul; CONFEPAR – Cooperativa Central Agroindustrial Ltda., com sede em Londrina, no Estado do Paraná e a Gazeta Mercantil: com sede em São Paulo.

### **3.1.1. Definição do problema**

Definir o problema e desenvolver a metodologia foi a fase mais crítica do estudo, onde foi necessário conhecer a realidade atual da produção, processamento e utilização do soro, assim como a questão ambiental e política pública associada ao seu aproveitamento.

Após uma revisão de literatura sobre a questão do aproveitamento do soro de queijo, constatou-se enorme deficiência do conhecimento de seu potencial tanto econômico, tecnológico e valor nutricional, já que é conhecido o seu potencial como poluente. Com a análise da problemática, decidiu-se elaborar este estudo de viabilidade técnico-econômica e análise locacional de unidade processadora, como uma proposta de modelo para o seu processamento, que certamente permitirá agregar valor na cadeia do leite, como já acontece em países que dominam a tecnologia de separação dos seus componentes.

O soro está sendo produzido em volumes crescentes a cada ano, devido ao aumento do consumo de queijo e têm-se perspectivas de continuar aumentando. Muito pouco tem sido feito para promover o seu grande potencial econômico, nutricional e terapêutico.

Para levar a cabo este estudo, devido ao grande número de empresas e disponibilidade de dados oficiais, optou-se por focar as 371 empresas processadoras de leite das 685 unidades contidas e catalogadas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, listadas no apêndice, que disponibilizam informações das localizações das empresas e capacidade instaladas, importantes para a estimativa do cálculo do volume de soro gerado por cada uma das unidades.

### 3.2. Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica

Para a análise de viabilidade foi utilizada a metodologia clássica apresentada por HOLANDA (1983); RIBEIRO (2000); CLEMENTE (1999), MELNICK (1978) e WOILER (1986) dando ênfase aos índices de rentabilidade. Esta análise foi realizada para cada um dos valores sugeridos para a matéria-prima (soro de queijo), fazendo-se o levantamento de investimentos fixos (obras de construção civil, máquinas e equipamentos) e capital de giro necessário. Procedeu-se então o cálculo dos custos operacionais com levantamento de mão-de-obra e utilidades (energia elétrica). Também procedeu-se o levantamento de itens como material de limpeza, seguros, encargos sociais, despesas bancárias (juros de financiamento e ou , cobrança: enfim, todas as despesas de curto prazo necessárias ao processo produtivo. Em seqüência procedeu-se a elaboração de um fluxo de caixa para análise de capacidade de pagamento do empreendimento, ao longo de dez anos.

Neste fluxo foram considerados os valores de investimento inicial, capital de giro e depreciação, sendo então contrastados com a receita bruta ano a ano. Com base nestes dados obtiveram-se os valores dos índices de rentabilidade tais como o tempo de retorno de capital, taxa interna de retorno e o ponto de equilíbrio. O tempo de retorno de capital mostra o número de períodos necessários para recuperar os recursos dispensados na implantação do projeto, isto é, o espaço de tempo necessário para que a soma das receitas nominais futuras se iguale ao valor do investimento inicial (FARO, 1971).

Já a taxa interna de retomho (TIR) é conhecida como a taxa de juros real e não negativa que faz com que o valor atribuído às receitas futuras se iguale ao custo do investimento, ou seja, é a taxa que anula o valor presente líquido do projeto. Este critério mostra a viabilidade do projeto, quando comparado a um projeto alternativo, ou mesmo as taxas de juros praticadas no mercado, conforme CONTADOR (1981) citado por NEVES (1996). A TIR depende exclusivamente do fluxo de caixa do projeto, e não de alternativas de uso de suas retiradas. O fluxo de caixa do projeto será viável se apresentar uma TIR maior que o custo de capital para a empresa (NORONHA, 1981) A TIR de um projeto é definida pela expressão (1):

$$\sum_{t=0}^N L_t (1 + p^*)^{-t} = 0 \quad (1)$$

em que  $p^*$  é a taxa interna de retomo, e  $L_t$  ( $t = 0, 1, 2, 3, \dots, N$ ) é o valor do fluxo líquido do projeto de horizonte  $N$ , em qualquer ano  $t$ . Em geral,  $L_0 < 0$ , quando  $t = 0$ , e  $L_t > 0$  quando  $t >$

1, ou seja, o investimento ( $L_0$ ) é feito no primeiro ano e os retornos líquidos ( $(L_t) > 1$ ) começam a partir do segundo ano (NORONHA, 1981).

O valor presente líquido (VPL) do projeto é calculado por meio do somatório dos resultados anuais do fluxo de caixa líquido, descontados, ano a ano a taxa de juros anual. Compara-se então o valor deste somatório com o valor do investimento total. Se a diferença for positiva significa que os recursos financeiros gerados pelo projeto são capazes de pagar o investimento (NORONHA, 1981).

Segundo NEVES (1981), o valor presente líquido para a taxa mínima de retorno  $i$  é dado pela equação (2):

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n (R_t - C_t)/(1+i)^t \quad (2)$$

onde  $I$  denota o investimento,  $R_t$  as receitas geradas pelo investimento,  $C_t$  os custos operacionais do projeto e  $t$  o período.

Se  $VA = 0$ , a série de receitas é financeiramente equivalente à série de despesas, sendo, neste caso, indiferente realizar ou não o investimento. Se  $VA > 0$ , a série das receitas é financeiramente superior à das despesas e, portanto, o empreendimento é considerado viável à taxa mínima  $i$ . Obviamente, se  $VA < 0$ , o empreendimento não é considerado viável à taxa mínima  $i$  (NEVES, 1981).

O ponto de equilíbrio ou de nivelamento identifica o volume de produção ou o nível de utilização dos recursos produtivos e capacidade instalada, em que as receitas são iguais a todos os custos (fixos e variáveis). Ou seja, determina a capacidade mínima em que a empresa deve trabalhar (HOLANDA, 1983), calculado através da equação (3).

$$PN = \frac{CustoFixo}{ReceitaTotal - CustoVariável} \quad (3)$$

A análise de sensibilidade consiste em variar certos itens componentes do custo e, ou, receitas, mantendo os demais constantes. Essas alterações proporcionam variações no fluxo de caixa, gerando, portanto novas taxas internas de retorno que, quando comparadas com a taxa inicial, mostram as alterações que podem ocorrer na rentabilidade do projeto (CONTADOR, 1981).

Após obter a condição ótima da escala de produção que é função da capacidade operacional, esta orientou a definição de dados utilizados na análise de viabilidade técnico-econômica da planta da unidade processadora do soro.

Como sabemos, as instituições financeiras usam, em geral, dois métodos tradicionais de análise de projetos: cálculo do valor presente líquido (VPL) e da taxa interna de retorno (TIR). Tudo o mais constante, projetos com VPL positivos ou TIR superiores à taxa de desconto seriam, a princípio, melhores candidatos aos financiamentos do que projetos com VPL negativos ou TIR inferiores à taxa de desconto.

Conforme BRUNI *et al.* (1997) os parâmetros considerados foram: *Payback* (Pb, prazo de retorno do investimento inicial), da TIR ou do Valor Presente Líquido (VPL, resultado dos fluxos de caixa, descontados a data zero pelo custo de capital do projeto e subtraído do investimento inicial).

Para realizar os cálculos envolvidos no estudo de viabilidade econômica, o software Excel foi utilizado como ferramenta computacional, pois é amplamente solicitado pelos órgãos de financiamento em seus formulários e análises de investimentos.

Os parâmetros considerados neste estudo foram: Estudo de Mercado; Escala de produção; Tamanho do investimento; Capital de Giro; Taxa Interna de Retorno (TIR); Capacidade de Pagamento e Valor Presente Líquido (VPL), conforme estão apresentados na Viabilidade econômica.

### **3.2.1. Estudo de Mercado**

Primeiramente buscou conhecer as especificações e características técnicas que definem e individualizam, com exatidão, os bens ou serviços que estão sendo estudados e os fins a que se destinam, quem os utiliza e como são usados.

Buscou-se informações sobre as importações dos produtos lácteos feito pelo nosso país nos últimos cinco anos, verificando que há demanda no mercado interno e que este apresenta tendência de crescimento.

Em relação ao preço do litro de soro praticados pelos laticínios que o negocia, varia muito de empresa para empresa e de região para região. Na região de Viçosa/MG, o preço é de R\$ 0.03 (três centavos/litro), segundo informações fornecidas pelo Professor PhD José Carlos Gomes.

Os preços dos produtos (soro em pó, proteína e lactose em pó) comercializados no mercado, que serão processados foram conseguidos através das empresas que negociam (normalmente representadas aqui no Brasil) os produtos lácteos, citados no Quadro 20.

### **3.2.2. Definição dos produtos e fluxo de processo**

A tecnologia de processo disponibilizada pelos equipamentos, adotados no conjunto industrial proposto, atende a demanda de mercado e permite a obtenção dos seguintes produtos:

#### a) Soro em pó

O processo para produção do soro em pó, já descrito na Figura 27 consiste na utilização dos processos de:

- 1 - Clarificação e separação;
- 2 - Pasteurização;
- 3 - Concentração e/ou Evaporação;
- 4 - “*Spray-Drying*”
- 6 - Soro em Pó

Os equipamentos envolvidos para a produção do soro em pó conforme (Apv Systems, Niro Inc. e Tetrapak, 2001) são: Pasteurizador, Osmose Reversa, “*Spray Dryer*” e Envasadora e empacotadora.

#### b) Proteína em pó

O uso dos processos de membranas tem como finalidade obter concentrados de soro e uso imediato em formulações de derivados lácteos por empresas como a Lact-Lab, Okte, Addcor, Membrasep, Apv Systems e Tetrapak.

A utilização dos processos de membrana e posterior processo de evaporação e secagem permitem obter derivados de soro, proporcionando os mais diversos usos na indústria alimentícia na diferenciação de seus produtos e atendimento às expectativas dos consumidores.

De acordo com os dados dos fornecedores de sistemas de membranas, o menor volume para processamento do soro de leite situa-se em 60.000 litros/dia e como existe a oferta de grande volume de soro, utilizar-se-á equipamentos de evaporação e secagem com capacidade de processar 250.000 litros/dia.

Para produzir proteína em pó utilizam-se os seguintes processos e equipamentos: Clarificação e separação; Pasteurização (Pasteurizador); Osmose Reversa; Ultrafiltração; Microfiltração; Diafiltração; Concentração (Evaporador); “Spray-Drying” Secagem (“Spray Dryer”) ou Fluid Bed Dryer; Proteína em Pó ; Envasadora e empacotadora.

#### c) Lactose em pó

Para produzir a lactose em pó, utiliza-se os seguintes processos e equipamentos: Clarificação e separação; Pasteurização (Pasteurizador); Osmose Reversa; Ultrafiltração; Concentração (Evaporador); “Spray-Drying” Secagem (“Spray Dryer”); Lactose em Pó; Envasadora e empacotadora.

### **3.2.3. Análise de sensibilidade**

Para fazer a análise de viabilidade do investimento, utilizou-se a metodologia de cenários, proposta por HOLANDA (1983); RIBEIRO (2000) e CLEMENTE (1999). Os cenários foram denominados de: Otimista, Provável e Pessimista. Para avaliar os impactos nos cenários, foram atribuídas variações aos itens relevantes Investimento, Receita, Matéria-prima e Despesas, em uma escala de -100%, -60%, -30%, ..., 0% e assim sucessivamente até o limite de +100% .

Com esta metodologia foram plotados os pontos gerados pelas variações, resultando o gráfico que demonstra o impacto no estudo do projeto.

### **3.3. Análise locacional**

Para que fosse possível realizar esta análise, primeiramente foi feito um mapeamento dos laticínios, postos de resfriamento de leite, etc., com seus respectivos volumes de captação de leite e soro produzido, obtidos da quantidade de queijo produzido nas mesoregiões, permitindo dimensionar as bacias leiteiras do estado, utilizando informações e dados em estudos já realizados, juntamente com dados obtidos durante o desenvolvimento deste estudo.

Quantificou-se o volume de soro produzido pelas unidades para verificar a disponibilidade da referida matéria-prima (oferta) a ser utilizada na unidade processadora projetada, através dos cálculos mostrados no item Determinação do Volume do Soro nas Unidades Geradoras.

Com uma escala de processo definida, assim como os processos de separação e os produtos determinados (soro em pó, proteínas em pó e lactose em pó) pelo estudo de viabilidade técnico-econômica, determinou-se a localização das unidades de processamento do soro, utilizando o software LogWare versão 4.0 desenvolvido por BALLOU (1999) que contém 15 programas para reprogramar problemas específicos.

Utilizou-se o método P-MED (Localização de Facilidade P-Médiana), para localizar os possíveis municípios para instalação da unidade processadora de soro. A solução do problema é resolvida através de um modelo matemático contendo a função objetivo (minimizar o custos do transporte dadas às distâncias - através de suas latitude e longitude - entre os pontos de oferta de soro e as unidades candidatas) e restrições.

P-MED é um programa de computador destinado à alocação de múltiplas instalações através do método da aproximação p-mediana aplicado em questão de alocar uma ou mais instalações, designados a suprir um certo número de pontos de demanda ou oferta. Possuindo cada qual, suas próprias características de posição, volume de soro e taxa de transporte. Podem-se também conhecer os custos fixos para um conjunto proposto de instalações, sendo estes apontados a partir dos pontos de oferta, não considerados neste estudo, retirando, portanto, a segunda parcela do modelo proposto por BALLOU (1999). O objetivo foi encontrar as P instalações a partir dos M pontos de oferta, tal que P seja menor ou igual a M. O modelo matemático, no P-MED, ficou reduzido e representado pela função objetivo (4) da seguinte maneira:

$$\text{Minimizar } Ct = \sum_i \sum_j V_i R_i d_{ij} X_{ij} \quad (4)$$

Sujeito a:

$$\sum_j X_{ij} = 1 \quad (\text{para todo } i). \quad (5)$$

$$X_{ij} \leq X_{ii} \quad (\text{para cada par candidato } i, j) \quad (6)$$

$$\sum_i X_{ii} = p \quad (7)$$

$$X_{ij} = (0,1) \text{ (para todo par } i, j). \quad (8)$$

Onde:

$$X_{i,j} = \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{1}, \text{ se a oferta for designado à instalação } j, \\ \mathbf{0}, \text{ se de outro nó} \end{array} \right\}$$

$$X_{i,i} = \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{1}, \text{ se a instalação situa-se num nó } i \\ \mathbf{0}, \text{ se de outro nó} \end{array} \right\}$$

Ct = Custos totais de transporte.

i = Indexa pontos de oferta de soro (municípios), até um total de  $N$ .

j = Indexa instalações (unidade processadora) até um total de  $M$ .

$V_i$  = Volume de soro no município  $i$ .

$R_i$  = Índice de transporte associado oferta de soro no município  $i$ .

$d_{ij}$  = Distância da oferta entre o município  $i$  e unidade produtora  $j$ .

$p$  = Número de instalações a alocar.

$M$  = Pontos (municípios) com oferta de soro.

$P$  = Pontos (municípios) escolhidos de captação (unidade processadora) de soro.

As entradas para o programa consistem de:

Descrição do problema

1. Coordenadas dos pontos de demanda e dos pontos de oferta de soro.
2. Volumes dos pontos de demanda e dos pontos de oferta.
3. Índices de transporte associados aos municípios e unidade processadora.
4. Uma lista proposta de instalações dentre as quais o número de locações é selecionado para análise.

5. Natureza do sistema de coordenadas utilizado.
6. Fatores de escalonamento do mapa.

A equação (5) indica que todos os municípios produtores de soro deverão ser atendidos e, como  $X_{ij} = 0$  ou 1, esse atendimento será feito através de uma única instalação dentre as mais próximas. A equação (6) verifica e/ou compara as coordenadas. A equação (7) faz o somatório e atribui aos pontos alocados. A equação (8) faz a atribuição, localizando a unidade processadora de soro.

#### Especificações:

- O número de pontos de oferta e demanda no problema. São permitidos até um máximo de 65.
- As locações geográficas dos pontos de demanda e oferta, representadas como coordenadas de grade linear ou coordenadas de latitude e longitude. Se forem usadas as coordenadas de latitude e longitude, as quais devem ser expressas em graus. Deve-se especificar o tipo de coordenada a ser usada.
- Os pontos particulares de demanda ou oferta que representem um potencial conjunto de instalações alocadas. A lista proposta pode conter até 15 pontos. Estes locais são marcados na base de dados por um **X**. Locais não propostos são deixados vazios.
- Fatores de escalonamento para as coordenadas lineares a fim de convertê-los para medidas de distância, como milhas ou quilômetros. O fator **1,25** de escalonamento é utilizado para coordenadas de latitude e longitude. Tais fatores podem incluir também um coeficiente de correção da distância computada em função da distância rodoviária efetiva. Utilizou-se coeficientes 1,25 para coordenadas lineares e 1,17 para coordenadas latitude-longitudinais.
- Os volumes dos pontos de demanda ou oferta em suas dimensões apropriadas.
- Os índices de transporte para um ponto de demanda ou oferta, expressos em R\$/tonelada/quilômetro ou outra medida de distância qualquer.

Todos os dados de entrada estão preparados na tela do editor de dados.

Determinou-se a taxa de transporte para cada instalação  $i$ , calculada através da quantidade de soro gerado a ser transportado por quilômetro percorrido em relação ao total do volume de soro demandado pela unidade processadora (500.000 litros de soro/dia), sendo que

unidades com maiores volumes, apresentaram maiores taxa de transporte, mais eficientes para a unidade processadora escolhida. Para SOARES (1997), o planejamento da logística deve basear-se no volume de litros de soro coletados/km rodados, realocando rotas na tentativa de se excluir um ou mais veículos para transportar o soro.

O P-MED apresenta uma interface de entrada de informações (latitude, longitude, volume e taxa de transporte) que alimenta um banco de dados a ser utilizado pelo modelo matemático para determinar os pontos com menores distâncias de transporte do soro, conforme a apresentado a Figura 31.

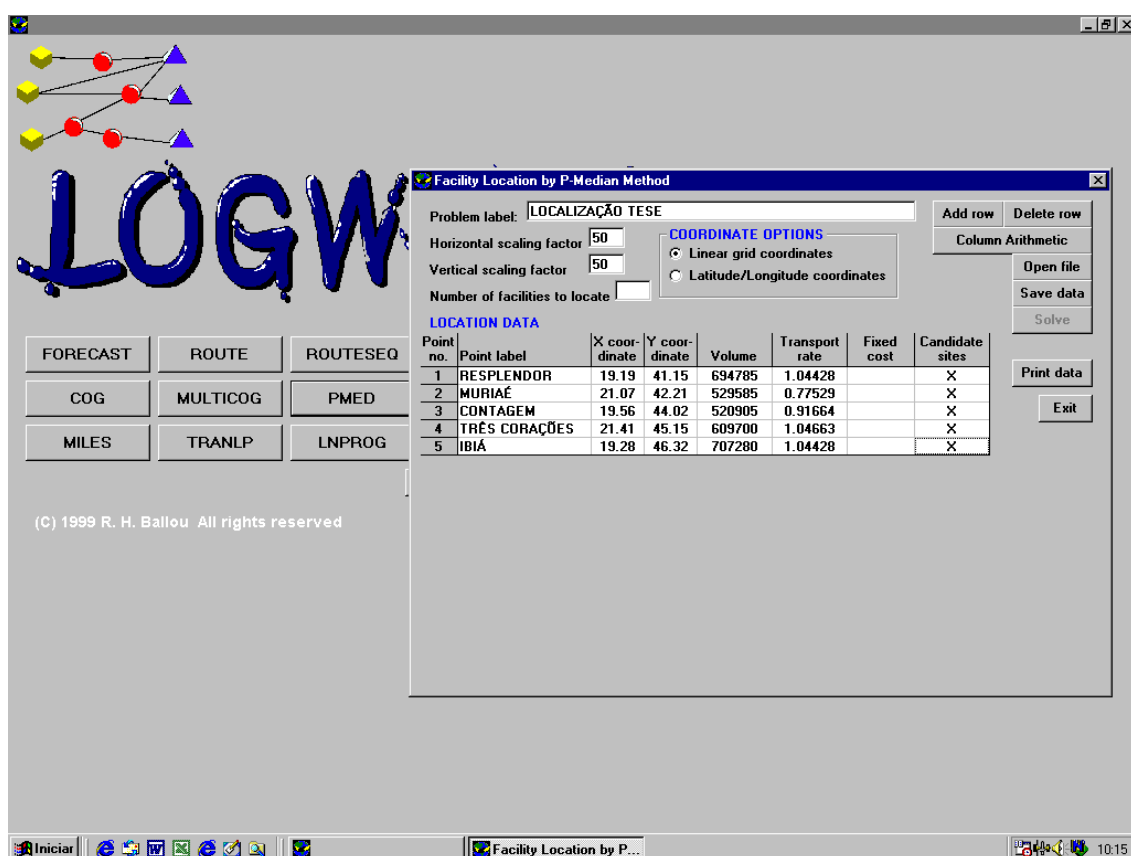


Figura 31 - Interface mostrando a entrada de dados no programa P-MED.

Os resultados exibidos pelo P-MED mostram os municípios escolhidos para a localização da possível unidade processadora e sua respectiva rede de captação de soro.

Utilizou-se a ferramenta computacional, o programa (*software*) MapInfo profissional versão 7.5, para digitalizar as empresas consideradas no estudo e mostrar a distribuições das mesmas nas mesorregiões consideradas onde estão implantadas no mapa.

Como o referido problema é tratado como se fosse um Projeto de Investimento, sabe-se que para ser implantado necessita de recursos de terceiros – Agência de Fomento, Bancos e outros, como já citados anteriormente. Os roteiros de elaboração buscam e exigem a justificativa da localização determinada para o empreendimento, normalmente feita, considerando-se a disponibilidade dos seguintes fatores, sendo estes considerados no estudo: insumos, mão-de-obra, infra-estrutura econômica, infra-estrutura social e outros fatores locacionais (incentivos fiscais e financiamentos, possíveis de serem alavancados para o empreendimento).

### 3.4. Determinação do Volume do Soro nas Unidades Geradoras

Conforme SGARBIERI (1996), matéria-prima é o que não falta para transformar o soro, que é um subproduto sem valor, em um suplemento alimentar com alto valor agregado. De cada dez litros de leite, diz, são gerados um quilo de queijo e nove litros de soro, com aproximadamente 1% de proteína. A partir dessa quantidade de soro seria possível extrair cerca de 100 gramas de retentado. Sabendo-se que a produção mundial de soro gira em torno de 100 bilhões de litros anualmente conforme SGARBIERI (2002), pode-se ter uma idéia do potencial nutricional e econômico do componente.

Para determinar o volume gerado nas unidades, utilizou-se o seguinte procedimento:

1. Unidades com capacitada instalada para processar até 50.000 litros de leite dia, conforme o MINAS AMBIENTE (1998), utilizou-se a seguinte fórmula:

$$V_s = C_i * I_{tp} * I_{tp} \quad (09)$$

Em que:

$V_s$  = Volume de soro gerado;

$C_i$  = Capacidade Instalada;

$I_{tp}$  = Índice técnico do percentual do volume de leite destinado ao processamento = 0,35;

$I_{tpq}$  = Índice técnico do percentual do leite processado destinado ao fabrico do queijo = 0,42.

Portanto, o  $V_s = C_i * 0,35 * 0,42$

$$V_s = 0,147 C_i \quad (10)$$

2. O mesmo procedimento foi utilizado para empresas que tem capacidades instaladas para processar 100.000 até 750.000 litros de leite dia.

$$V_s = C_i * I_{tp} * I_{tp} \quad (11)$$

Em que:

$V_s$  = Volume de soro gerado;

$C_i$  = Capacidade Instalada;

$I_{tp}$  = Índice técnico do percentual do volume de leite destinado ao processamento = 0,80;

$I_{tpq}$  = Índice técnico do percentual do leite processado destinado ao fabrico do queijo = 0,70.

Portanto, o  $V_s = C_i * 0,80 * 0,70$

$$V_s = 0,56 C_i \quad (12)$$

### 3.4.1. Cálculo dos volumes de soro destinado a bebidas lácteas, ricota e alimentação animal

Conforme estudos realizados pelo MINAS AMBIENTE (1998) mostra as principais destinações do soro gerados nos laticínios pesquisados e os resultados deste estudo já foram mostrados na Figura 14.

Para obter os valores dos volumes de soro utilizados na produção de bebidas alimentação animal, lácteas e ricota, procedeu-se da seguinte forma:

1 – Utilizou-se os percentuais calculados pelo estudo do MINAS AMBIENTE (1998) conforme mostrado no Quadro 14.

Quadro 14 - Percentuais de volume de soro destinado a alimentação animal, bebida láctea e ricota nos anos de 1998 e 2001.

Destino	1998* (%)	2001**(%)
Alimentação animal	10,0	10,0
Ricota	10,0	20,0
Bebida Láctea	2,0	8,0

\*Fonte: MINAS AMBIENTE (1998)

\*\*Fonte: Base de Cálculo

2 – O cálculo dos volumes para os destinos citados nos Quadros , foi através da multiplicação do volume total obtido pela empresas consideradas neste estudo, pelo percentual de aproveitamento de cada destino.

### 3.5. Distribuição das Empresas nas Doze Mesorregiões

As unidades classificadas pelo SIF de acordo com as suas capacidades de recebimento de leite com volumes (até 5.0000, de 5.000 a 10.000, de 10.000 a 20.000, de 20.000 a 50.000, de 50.000 a 100.000, de 100.000 a 300.000, de 300.000 a 500.000 e acima de 500.000 litros de leite dia) foram distribuídas nas suas respectivas Mesorregiões, devido a limitação do software LogWare permitir o número máximo de 65 nós (pontos de oferta de soro). Para facilitar os cálculos somou-se as capacidades das unidades pertencentes ao mesmo município, conforme está mostrado no Quadro B no anexo.

Com este procedimento feito, calcularam-se os volumes de soro gerado por cada unidade e para cada município, também mostrado no Quadro B e a sua digitalização está apresentada na Figura 34.

Optou-se pelo uso do software MapInfo 7.5 Profissional, pois é uma das ferramentas de SIG mais utilizadas no mundo, permitindo a associação de bancos de dados a mapas.

Para o estudo em questão, as informações de acordo com suas localizações, foram colocadas em níveis diferentes (em camadas denominadas “*layers*”) e sobrepondo-os em um mesmo mapa como se fossem transparências de modo a possibilitar a visualização das relações entre eles e uma melhor compreensão dos mesmos.

O MapInfo aceita qualquer formato de banco de dados, desde uma simples tabela em Excel, até mesmo acesso a bancos de dados de grande porte em tempo real ou usando tabelas vinculados.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Análise dos Dados**

#### **4.1.1. Produção de leite em minas gerais**

Minas Gerais lidera a produção brasileira de leite, com um total em 2001 de 5,9 bilhões de litros, correspondentes a 30% do total do Brasil.

O segmento tem grande representatividade na economia mineira. A cadeia produtiva gera cerca de 450 mil empregos, fatura aproximadamente US\$ 2,3 bilhões por ano e tem grande influência na interiorização do desenvolvimento econômico.

O parque mineiro de laticínios é o mais importante do Brasil, contando atualmente com 685 unidades industriais com registro no SIF e 287 unidades registradas no IMA, que representam 33% dos estabelecimentos industriais desse setor no Brasil.

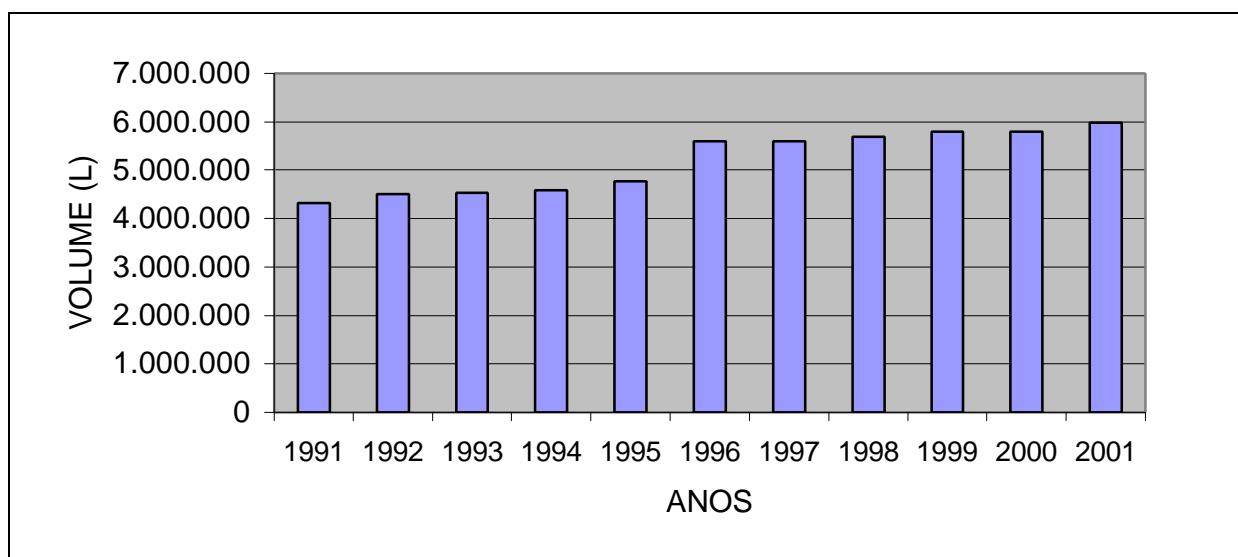
As indústrias mineiras são responsáveis pela produção de vários produtos lácteos, dentre os quais destacam-se: leite condensado, com 59,2% da produção brasileira; leite em pó, com 53,8%; doce de leite, com 51,8%; manteiga, com 51%; queijo, com aproximadamente 42% da produção nacional.

Mesmo sendo o estado com maior número de laticínios, Minas Gerais ainda exporta leite in natura para outros estados da federação. Diante disso, esse segmento de Minas Gerais apresenta boas oportunidades de investimento e de crescimento para os próximos anos.

A produção de leite no estado continuou a tendência de crescimento (4,3%), principalmente nas bacias leiteiras mais desenvolvidas. O acréscimo não foi superior em razão da queda generalizada dos preços recebidos pelo produtor, a partir de meados de 2001, o que propiciou a liquidação de vários plantéis no Estado. (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2002)

De acordo com os dados do IBGE, a região Sudeste é a maior produtora de leite do país, seguida das regiões Sul, Nordeste, Centro-Oeste e Norte. Dentro de cada região, se verifica um diferencial de níveis tecnológicos e organizacionais da produção de leite. Quanto ao volume produzido, os destaques estaduais ficam por conta de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Goiás. Juntos, esses Estados respondem por mais de 50 % da produção nacional. O Estado de Minas Gerais é historicamente o que mais produz leite no país, porem, verifica-se o deslocamento da produção de leite para as áreas de cerrado, principalmente para o estado de Goiás.

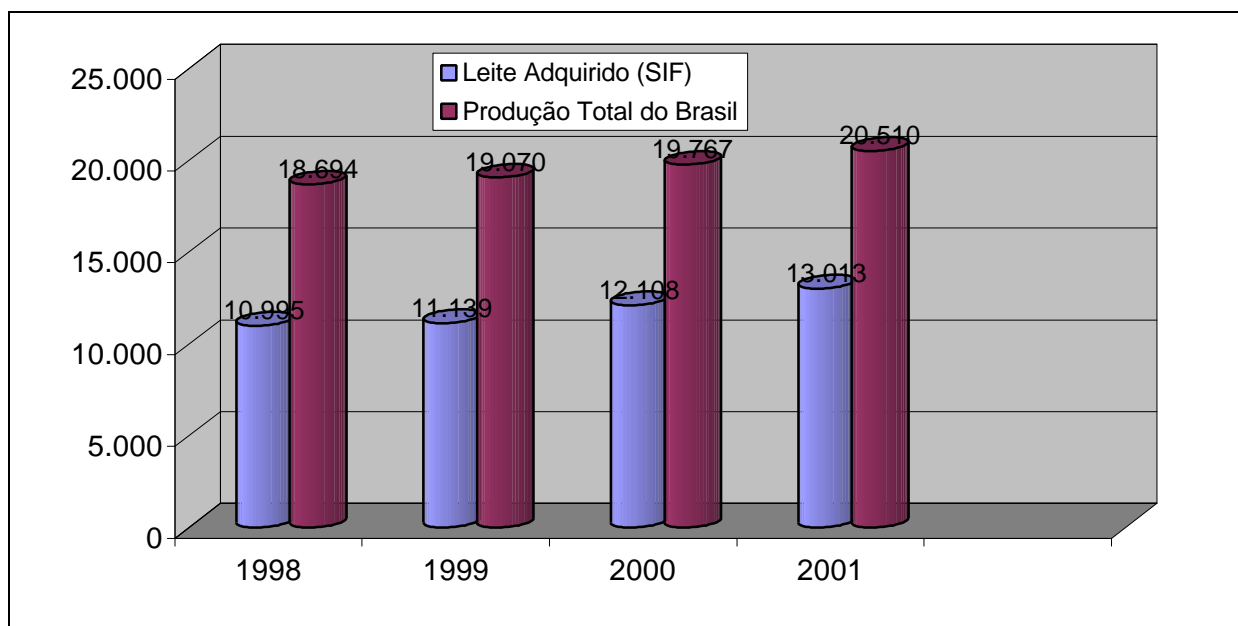
A Figura 32 mostra que a produção de leite vem crescendo ano a ano e em 2002, o estado atingiu 6,3 bilhões de litros, conforme PRIMO (2001), devido à demanda crescente por queijos e leite longa vida.



Fonte: IBGE (2002)

Figura 32 – Volume de leite produzido no estado de Minas Gerais no período de 1990 a 2001

A Figura 33 mostra a captação total de leite ocorrido nos anos citados e o volume captado pelas plantas cadastradas no Serviço de Inspeção Federal (SIF).



Fonte: EMBRAPA (2002).

Figura 33– Produção brasileira X leite SIF de 1998 a 2001 em milhões de litros.

Como se verifica, um grande volume de leite não é captado pelas indústrias. Certamente, parte fica retida nas propriedades e restante é comercializado sem nenhum controle de qualidade, constituindo o chamado de leite informal, que pode causar problemas graves de saúde aos seus consumidores.

#### 4.1.2. Distribuição geográfica das indústrias de laticínios

Segundo PRIMO (2001), o Ministério da Agricultura classifica e quantifica a indústria brasileira de laticínios em: postos de resfriamento com 834 unidades, usinas de beneficiamento com 481 unidades, fábricas de laticínios com 903 unidades e entrepostos com 102 unidades.

O último levantamento para quantificar o número de empresas que atuam no setor de laticínios em Minas Gerais realizado em 1997, constatou 1253 indústrias, segundo SEBRAE-MG (1997) divididas em cinco grupos, de acordo com as características de recepção e industrialização do leite, são eles: Grandes Laticínios Particulares, Centrais de Cooperativas, Cooperativas Regionais, Laticínios Particulares com SIF (Serviço de Inspeção Federal) e Laticínios Particulares sem SIF. Os estabelecimentos industriais podem ser classificados em: Posto de refrigeração, unidades industriais e unidades mistas, de acordo com a linha de

produção em cada empresa. O Estado contava com um total de 952 unidades industriais, 272 postos de resfriamento e 29 unidades mistas).

As unidades distribuem-se nas diversas regiões de Minas Gerais de modo a se concentrar em relação direta com as regiões de maior população e onde há maior concentração de produtores de leite, sendo que as regiões Sul, Zona da Mata e Central apresentarem, respectivamente, 45, 14, e 12 % dos laticínios com SIF e 28, 21, e 18 % dos laticínios sem SIF. Como há tendência das empresas se localizarem em regiões com maior contingente populacional e/ou maior presença de produtores, leva-se a crer que o aumento da produção de leite nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba pode levar a um aumento do número de laticínios a serem instalados na região. A Tabela 5 apresenta a distribuição dos laticínios por Macroregiões no Estado conforme MINAS AMBIENTE (1998), onde mostra que na época havia um grande número de laticínios sem SIF.

Tabela 5 - Número de laticínios por macrorregião de Minas Gerais

Mesorregiões	Total de Laticínios	
	Laticínios sem SIF	Laticínios com SIF
Sul	187	122
Zona da Mata	140	38
Central	120	32
Centro-Oeste	73	20
Rio Doce	47	15
Jequitinhonha/Mucuri	33	15
Alto Paranaíba	20	13
Triângulo	20	11
Norte	20	4
Noroeste	7	3
<b>Total</b>	<b>667</b>	<b>273</b>

Fonte: MINAS AMBIENTE (1997).

O Estado de Minas Gerais também é subdividido em 12 mesorregiões, que serão referenciadas neste estudo. A Tabela 6 mostra o volume da produção e produtividade nas respectivas mesorregiões do estado, onde se constata que em 2001 a produção chegou próxima de seis bilhões de litros e a produtividade de mil trezentos e trinta e três

litros/vaca/ano. Posicionam-se com destaque as mesorregiões Campos das Vertentes (1.866 litros/vaca/ano) e Oeste de Minas (1.743 litros/vaca/ano). Nas mesorregiões Triângulo Mineiro, Sul/Sudoeste e Zona da Mata foram as que tiveram maior produção no ano de 2001.

Tabela 6 - Produção de leite nas mesorregiões e suas respectivas produtividades

Mesorregião	Produção de Leite (milhões de litros)		Produtividade (Litros/Vaca/Ano)	
	1991	2001	1991	2001
1. Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	953	1.366	720	1.185
2. Sul/Sudoeste de Minas	840	1.006	1.233	1.569
3. Zona da Mata	532	586	1.193	1.443
4. Oeste de Minas	293	530	1.003	1.743
5. Central Mineira	250	537	1.001	1.689
6. Metropolitana de Belo Horizonte	299	469	1.049	1.712
7. Vale do Rio Doce	352	399	766	1.099
8. Noroeste de Minas	159	320	611	1.509
9. Campo das Vertentes	238	265	1.533	1.866
10. Norte de Minas	175	234	495	760
11. Jequitinhonha	131	130	561	714
12. Vale do Mucuri	97	139	614	813

Fonte: EMBRAPA (2002).

A Tabela 7 mostra o número de unidades consideradas com as respectivas capacidades instaladas de capacitação de leite.

Tabela 7 - Número de empresas e volume de captação de leite

Volume (l/dia)	Número de empresas	%
Até 5.000	222	59,83
De 5.000 a 10.000	64	17,25
De 10.000 a 20.000	33	8,90
De 20.000 a 50.000	31	8,37
De 50.000 a 100.000	06	1,62
De 100.000 a 300.000	07	1,88
De 300.000 a 500.000	05	1,35
A cima de 500.000	03	0,80
11.260.000 l/dia (em média)	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>371</b>	<b>100</b>

Fonte: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA/SIF (2002).

Na Tabela 7 observa-se que o maior número de indústrias 59,83 % possui pequena capacidade instalada (até 5.000 litros/dia) de recebimento de leite. Estes dados revelam pequeno percentual de empresas (4,03 %) processando grandes volumes diários de leite.

A Tabela 8 contém o número de municípios e unidades por mesorregião. Em cada município está localizada pelo menos uma unidade considerada neste estudo.

Tabela 8 - Número de unidades por mesorregião

Mesorregiões	Número de Municípios *	Número de Unidades **
Sul/Sudoeste de Minas	77	136
Zona da Mata	41	78
Campo das Vertentes	16	42
Central Mineira	01	02
Centro-Oeste	15	18
Vale do Rio Doce	12	16
Vale do Mucuri	06	08
Jequitinhonha	04	04
Metropolitana/Belo Horizonte	09	16
Triângulo/Alto Paraíba	29	39
Norte	03	06
Noroeste de Minas	06	06
<b>Total</b>	<b>219</b>	<b>371</b>

\* Fonte: MINAS AMBIENTE (1998)

\*\* Fonte: Base de Cálculo

#### 4.1.3. Capacidade de recebimento de leite pelas empresas

Com base nas 371 empresas cadastradas no Serviço de Inspeção Federal e tomadas como referência para este estudo, a capacidade instalada de captação de leite é de onze milhões trezentos e trinta mil litros de leite/dia (11.260.000 l/dia) correspondendo 65,3 % da produção oficial estadual que gira em torno dezessete milhões duzentos e vinte dois mil duzentos e vinte e dois litros de leite ao dia (17.222.222 l/d) conforme MINAS AMBIENTE (1998).

As empresas que captam grandes volumes apresentam plantas que possibilitam diferenciar produtos como, por exemplo: Leite esterilizado, Leite em pó, Iogurte e queijos.

Já as que captam pequenos volumes, produzem basicamente dois produtos: Leite C e Queijos, sendo que, a maior parte do volume de leite é resfriado e enviado para plantas maiores.

A Figura 34 e 35 fazem uma representação da distribuição dos municípios nas mesorregiões, onde verifica-se haver uma concentração de unidades nas mesorregiões Sul/Sudoest de Minas, Zona da Mata e Triângulo/Alto Paraíba.

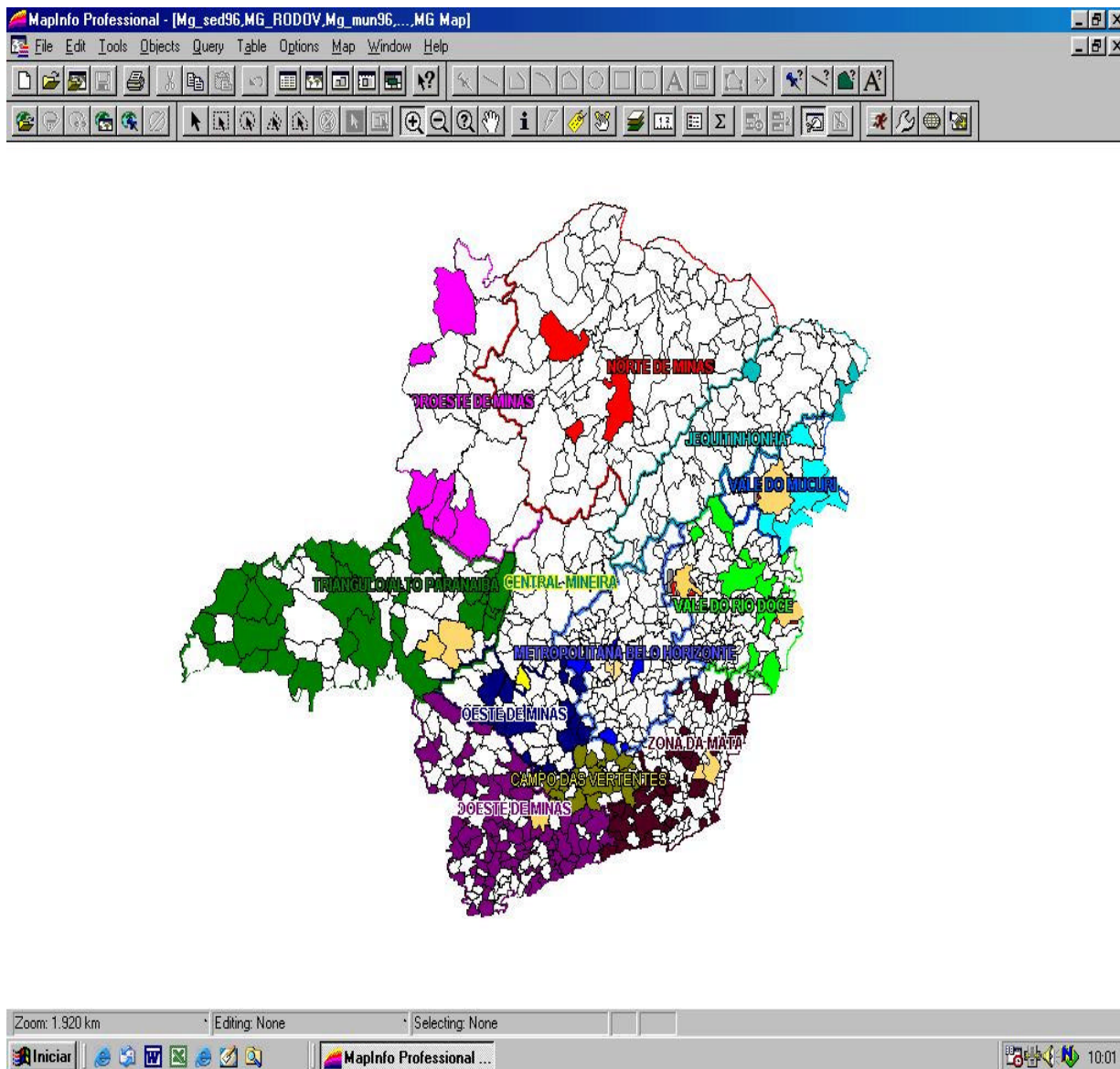


Figura 34 – Mapa de seleção das mesorregiões produtora de soro.

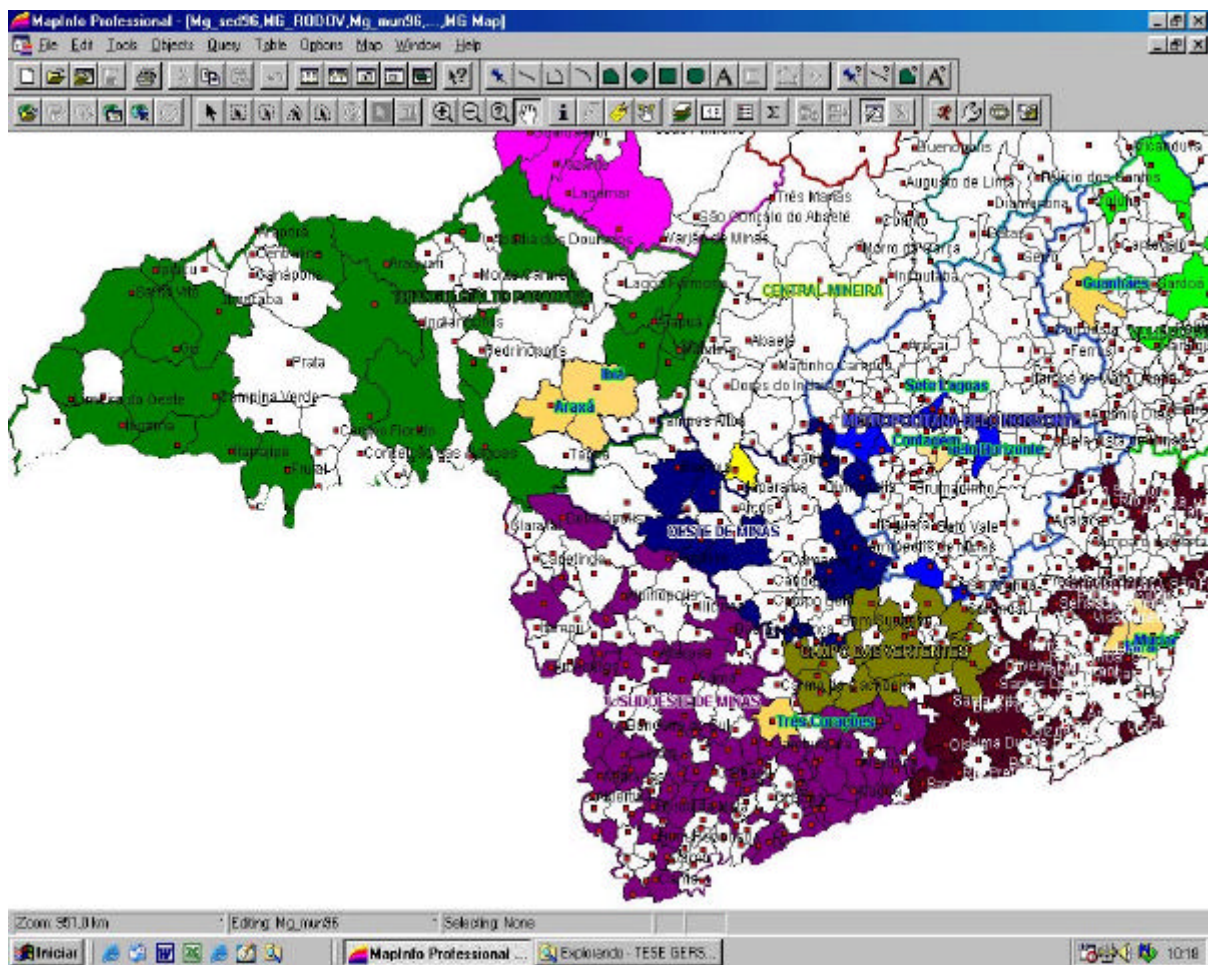


Figura 35 - A concentração dos municípios (i) nas mesorregiões com detalhes.

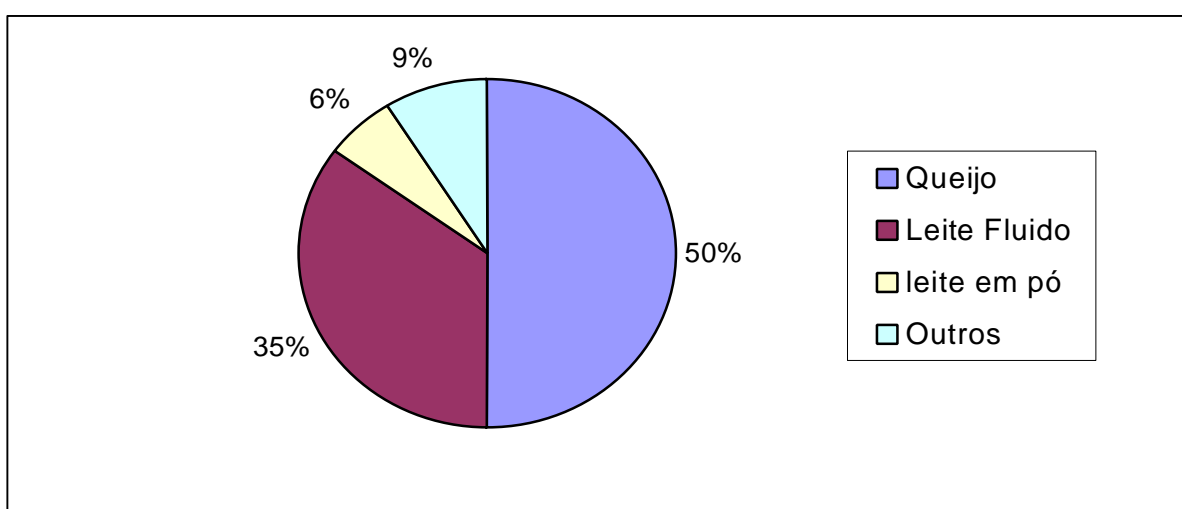
#### 4.1.4. Industrialização de leite no Estado de Minas Gerais

Em relação à industrialização do leite no Brasil, a grande variabilidade da produção nacional tem sido responsável por uma considerável instabilidade na indústria laticinista brasileira. Há alta variabilidade da recepção de leite nos laticínios, o que tem produzido, por sua vez, grandes variações nos preços de derivados, dificultados a administração da produção e tornando os custos fixos mais significativos nos períodos de entressafra. Apesar disso, o mercado brasileiro tem sido um dos mais atraentes para as grandes multinacionais do setor lácteo, pelo fato de a produção ser uma das maiores do mundo e apresentar importante tendência de crescimento.

Conforme estudo realizado pelo MINAS AMBIENTE (1998), os laticínios do Estado de Minas Gerais processam em média 54% do leite recebido, remetendo os restantes 46% na forma de leite resfriado, para cooperativas ou empresas de maior porte. Considerando somente os produtos relativos ao leite processado (que exclui o leite resfriado), tem-se que

63,0% do leite são empregados no fabrico de queijos, inclusive requeijão, e 37,0% são embalados, seja como leite pasteurizado (24,0%) ou longa vida (13,0). Os demais 3,0% são utilizados na produção de doce de leite, iogurte e bebida láctea. A matéria gorda resultante do processo de padronização é praticamente toda utilizada na produção de manteiga.

A Figura 36 mostra os percentuais médios dos produtos industrializados (derivados) de leite atualmente pela indústria laticinista consideradas neste estudo e que pode servir de referencia para o Estado. Assim como, a Figura 37 esquematiza a industrialização do leite em Minas Gerais.



Fonte: EMBRAPA (2002).

Figura 36 – Percentuais médios dos produtos industrializados pelos laticínios cadastrados no SIF

Como pode ser visualizado na Figura 37, as empresas privadas processam mais leite que as cooperativas. Quanto à produção de derivados, as empresas privadas destinam a maior parte do leite recebido na produção de queijo, enquanto as cooperativas priorizam a produção de leite fluído. Aspecto importante também observado na Figura 36 é relativo à produção de leite em pó; as empresas que possuem planta maiores produzem um modesto percentual de leite em pó.

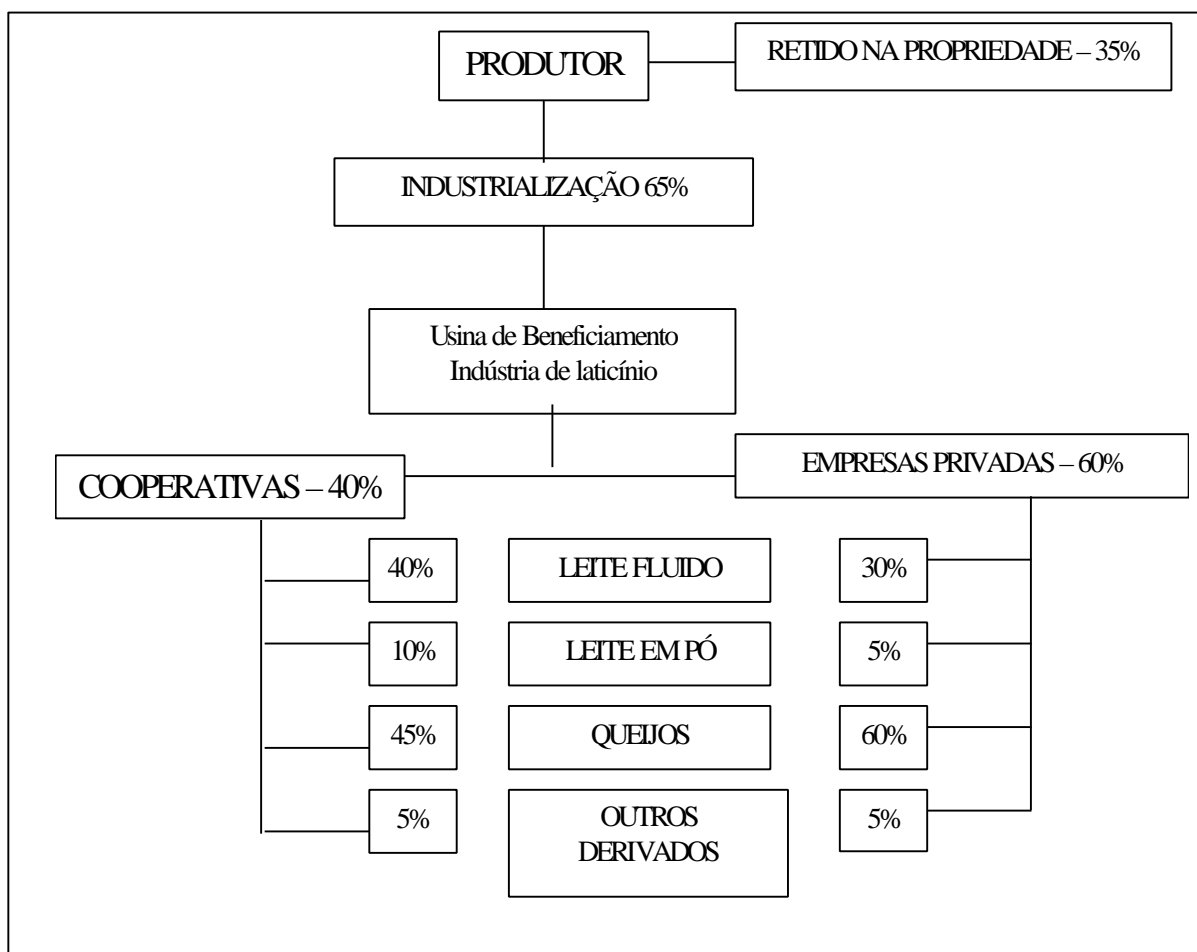


Figura 37 – Industrialização de leite em Minas Gerais.

#### 4.1.4.1. Produção de queijo

A produção de queijo posiciona-se em segundo lugar quanto à destinação do leite captado sob inspeção no Brasil. Até o fim dos anos 70 este segmento produzia poucos e tradicionais tipos. A partir de então foram sendo introduzidos novos queijos, como o *petit suisse*, que ampliaram a oferta para inúmeras variedades. Hoje, no mercado, existem 49 tipos de queijos de fabricação nacional à disposição do consumidor.

Segundo PRIMO (2001) a produção de queijo no Brasil é de 600 mil toneladas, se considerarmos todos os volumes de leite existentes nos mercados citados na Tabela 9 destinados a sua produção.

Tabela 9 – Volume de leite (milhões de litros) destinado à produção de queijos no Brasil

<b>Mercado</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
Formal	2.260	2.560	2.840	2.470	2.490	2.515	2.681	2.850
Informal	3.810	3.400	3.770	4.189	4.261	4.315	4.480	4.400
<b>Total</b>	<b>6.070</b>	<b>5.960</b>	<b>6.610</b>	<b>6.659</b>	<b>6.751</b>	<b>6.830</b>	<b>7.161</b>	<b>7.250</b>
Importação	0,355	0,555	0,339	0,287	0,237	0,200	0,157	0,0785
Disponibilidade	6.425	6.515	6.949	6.946	6.988	7.030	7.318	7.250

Fonte: EMBRAPA (2002).

Nas indústrias de laticínios do Brasil, particularmente para o produto queijo, nos últimos cinco anos segundo RICHTER (1998), KOEHLER (1999 e 2000) e EMBRAPA (2002) as seguintes quantidades foram produzidas, conforme na Tabela 10.

Tabela 10 - Produção de queijo nas indústrias de laticínios do Brasil, no período de 1996 a 2001

<b>Ano</b>	<b>Queijo (1.000 t)</b>
1996	268,7
1997	295,6
1998	338,2
1999	360,1
2000	375,1
2001	393,4
<b>Média</b>	<b>338,5</b>

Fonte: EMBRAPA (2002) e ABIQ (2001).

Para estimar a quantidade de soro gerado no estado, considerou-se segundo RICHARDS (1997), geração entre nove e doze litros de soro/kg de queijo, e foi considerado neste estudo média de 10 litros de soro / kg de queijo produzido. Com base nesta informação e a partir dos dados de produção de queijo no período de 1996 a 2001 nos laticínios do Estado, a geração de soro líquido está demonstrado no Quadro 15.

Quadro 15 - Produção de queijo e estimativa da geração de soro líquido entre 1995 e 2001 nos laticínios do Estado de Minas Gerais

<b>Ano</b>	<b>Produção de Queijo (1.000 t)</b>	<b>Estimativa da Quantidade de Soro de Leite Líquido Gerado (milhões litros)*</b>
1996	112,85	1.128,5
1997	124,15	1.241,5
1998	142,04	1.420,4
1999	151,24	1.512,4
2000	157,54	1.575,4
2001	165,23	1.652,3

Fonte: MINAS AMBIENTE (1998), ABIQ (2001) e PRIMO (2001).

\* Fonte: Base de Cálculo

Observa-se no Quadro 15 que o Estado tem contribuído em média com 42% em média da produção brasileira de queijo.

#### **4.1.4.2. Produção de queijo por mesorregião do estado**

A produção de queijo por mesorregião considerado neste estudo é uma estimativa, pois para ter-se o valor real, teria que considerar a produção dos laticínios sem SIF, a produção informal e a importação. Estes valores na grande maioria não estão disponíveis nas estatísticas.

Em relação à escala de produção e diferenciação de produtos, as indústrias localizadas na mesorregião Rio Doce apresentam maior índice de industrialização, ou seja, 84,0% do total do leite recebido, sendo que 73,0% do leite industrializado (processado) serve para o fabrico de queijos (Prato, Mussarela e Minas). Os 26,2% restantes são comercializados quase totalmente como leite empacotado (pasteurizado e longa vida). (MINAS AMBIENTE, 1998)

Por outro lado, as indústrias das mesorregiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Norte e Nordeste apresentam os mais baixos índices de industrialização. Do volume de leite recebido pelos laticínios, 65,0% é resfriado e destinado a unidades maiores e 35,0% processado. O leite processado é usado na produção de queijos (42,9%) e de leites empacotados (57,0 %). (MINAS AMBIENTE, 1998)

Os valores da Tabela 11 mostram os valores calculados da produção estimadas de queijos nas mesorregiões contendo as unidades consideradas no estudo. As indústrias que

captam grandes volumes apresentam bons índices de industrialização, processando em média 80 % do leite recebido, onde 70% em média são destinados para o fabrico de queijos, conforme o MINAS AMBIENTE (1998). As empresas de pequeno porte destinam 65% do leite para o resfriamento, volume este que é repassado a unidades maiores. Os 35% restantes são processados, sendo que 42% deste percentual é destinado ao fabrico do queijo.

Tabela 11 - Produção de queijo estimada e percentual de participação na produção por mesorregião do estado de Minas Gerais, no ano de 2001

Mesorregião	Capacidade Instalada (L/dia)	Queijo (t/dia)	% Por Região
Sul/Sudoeste de Minas	2.425.000	70,81	15,162
Zona da Mata	1.790.000	67,61	14,477
Campo das Vertentes	380.000	5,58	1,1948
Central Mineira	105.000	5,67	1,2141
Centro-Oeste	210.000	3,08	0,6595
Vale do Rio Doce	1.355.000	69,47	14,875
Vale do Mucuri	845.000	41,33	8,8499
Jequitinhonha	80.000	1,17	0,2505
Metropolitana/Belo Horizonte	1.530.000	80,31	17,197
Triângulo/Alto Paraíba	1.915.000	90,10	19,293
Norte	530.000	28,41	6,0834
Noroeste de Minas	95.000	1,39	0,2976
<b>Total</b>	<b>11.260.000</b>	<b>467,01</b>	<b>100 %</b>

Fonte: Base de Cálculo.

Observa-se na Tabela 11 que o Estado tem contribuído em média com 42% da produção brasileira de queijo. Já os laticínios considerados produziram no ano de 2001 uma quantidade de 121,423 mil, toneladas considerando 260 (duzentos e sessenta dias de trabalho), contribuindo com 73,48% da produção do estado. Esta constatação é justificável, pois no rol das empresas consideradas, estão as maiores indústrias de grande porte do estado de Minas Gerais registradas no SIF. Não se pode esquecer que estes valores foram obtidos através da consideração da capacidade instalada e os índices de industrialização das unidades nas mesorregiões. Normalmente o percentual médio considerado para os cálculos em projetos de investimento é de 80 % da capacidade instalada. Portanto, os valores obtidos passam a ser de

373,60 toneladas/dia e uma soma de 97.131,00 ton/ano e representando 58,78 % da quantidade produzida no Estado.

#### **4.1.4.3. Estimativa da disponibilidade de soro gerado nas unidades consideradas**

Na Tabela 12 estão contidos os números de municípios, a totalidade de unidades por mesorregião e o número de unidade com suas respectivas capacidades instaladas, participantes deste trabalho.

Os valores para cada município e mesorregiões consideradas estão no anexo (Quadro B) da tese, calculados através da metodologia das equações (10) e (12).

Para calcular o volume da disponibilidade do soro, ou seja, o soro não aproveitado, considerou-se os volumes de soro destinado à produção de Bebida Láctea, Alimentação Animal e Ricota.

#### **4.1.4.4. Volume do soro utilizado em bebidas lácteas**

A produção de bebida láctea ainda é pequena, sendo essa uma das boas opções para o aproveitamento do soro. O consumo desse produto vem crescendo nos últimos tempos, mas sua produção e comercialização são monopolizadas por grandes indústrias e cooperativas, que possuem linhas de processo e se utilizam os grandes meios de comunicação para divulgação de seus produtos. Os pequenos e médios produtores ainda buscam caminhos para entrar nesse mercado e a grande maioria destina o soro para os cursos d'água.

De acordo com a Portaria nº 57 de 1999 do Ministério da Agricultura, pode-se utilizar até um percentual de 51% de soro de leite líquido na mistura para obter-se às bebidas lácteas. Utilizando-se deste percentual e do volume destinado a produção de bebidas lácteas nos anos de 1998 e 2001, pode-se também estimar o excesso de soro no conjunto de laticínios considerados do Estado neste estudo. Os volumes utilizados vêm aumentando significativamente, variando de uma participação simbólica em 1998 até aos níveis de aproximadamente 8% em 2001, tendo previsões de aumentar o seu uso para os próximos anos. Os volumes utilizados estão no Quadro 16.

Tabela 12 – Total de municípios, número de unidades, capacidade instalada e volume de soro produzido (litros/dia) por mesorregião

Mesorregiões	Nº de Municípios	Nº de Unidades	Até 5	5 a 10	10 a 20	20-50	50-100	100-300	300-500	> 500	Capacidade Instalada	Volume de Soro Produzido
Sul/Sudoeste de Minas	77	136	85	25	10	13	2			1	2.425.000	728.175
Zona da Mata	41	78	50	12	6	6	2	1	1		1.790.000	676.130
Campo das Vertentes	16	42	28	10	2	2					380.000	55.860
Central Mineira	1	2	1	0	0	0	1				105.000	56.735
Oeste de Minas	15	18	10	3	4	1					210.000	30.870
Vale do Rio Doce	12	16	9	2	2	1			1	1	1.355.000	694.785
Vale do Mucuri	6	8	1		2	2	1	2			845.000	413.315
Jequitinhonha	4	4	2		1	1					80.000	11.760
Metropolitana Belo Horizonte	9	16	8	2	1	1		3	1		1.530.000	803.110
Norte de Minas	3	6	4	1					1		530.000	284.410
Noroeste de Minas	6	6	3	1	1	1					95.000	13.965
Triângulo/Alto Paranaíba	29	39	21	8	4	3		1	1	1	1.915.000	901.005
<b>Total</b>	<b>219</b>	<b>371</b>	<b>222</b>	<b>64</b>	<b>33</b>	<b>31</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>11.260.000</b>	<b>4.670.120</b>

Fonte: Base de Cálculo.

No Quadro 16 observa-se que nos anos de 1998 e 2001, o volume anual do soro de queijo utilizado em bebidas lácteas foi de 2 e 8% respectivamente do total de soro gerado nos laticínios com SIF do Estado.

Quadro 16 – Estimativa do volume de soro para produção de bebida láctea nos anos de 1998 e 2001 e o percentual médio utilizado nos laticínios considerados no estudo

<b>Ano</b>	<b>Soro Utilizado na Produção de Bebida Láctea (Milhões Litros)</b>	<b>Volume de Soro Produzido (Milhões de Litros)</b>	<b>% Usado</b>
1998	19,88	994,28	2,0
2001	37,36	1.214,23	8,0

OBS: Considerou-se 364 dias de operação.

#### **4.1.4.5. Volume do soro utilizado para alimentação animal**

Conforme observações contidas no MINAS AMBIENTE (1998) as análises mostraram que um grande número de indústrias busca diferentes alternativas para a destinação do soro, que basicamente se constitui na doação/venda aos produtores rurais para a alimentação animal, geralmente suínos. Isto demonstra uma mudança de mentalidade deste setor, mesmo diante da falta ainda de diversificação de alternativas produtivas de utilização do soro, em face do volume obtido diariamente na fabricação. Estimou-se a utilização de 10,0 % do volume produzido pelas empresas, já que a grande maioria das pequenas empresas lançam na totalidade o soro produzido nos rios, lagos, lagoas e etc, conforme cálculos contidos no Quadro 17.

Quadro 17 – Estimativa do volume destinado à alimentação animal nos anos de 1998 e 2001 e o percentual médio utilizado nos laticínios considerados no estudo

<b>Ano</b>	<b>Soro Utilizado na Alimentação Animal (Milhões Litros)</b>	<b>Volume de Soro Produzido (Milhões de Litros)</b>	<b>% Usado</b>
1998	97,44	974,40	10,00
2001	117,90	1176,90	10,00

#### 4.1.4.6. Volume do soro utilizado na produção de ricota

A fabricação de ricota aparece como a segunda maior destinação do soro. Como possui baixo teor calórico, é um produto que poderá encontrar uma expansão de mercado com as mudanças de hábitos alimentares dos consumidores e do aumento de preço dos produtos como o queijo, requeijão e leite longa vida, conforme mostrado no Quadro 18.

Quadro 18 – Volume de soro utilizado na produção de ricota nos anos de 1998 e 2001

<b>Ano</b>	<b>Soro Utilizado na Produção de Ricota (milhões litros)</b>	<b>Volume de Soro Produzido (milhões de litros)</b>	<b>% Usado</b>
1998	87,96	876,96	10,00
2001	211,80	1.059,00	20,00

Verifica-se que o volume de soro destinado à fabricação de ricota vem aumentando significativamente devido ao aumento do consumo por produto com baixo teor de gordura.

No Quadro 19 apresenta-se o excesso de soro produzido nos laticínios com SIF considerados neste estudo nos anos de 1998 e 2001.

Quadro 19 – Volume de soro de leite produzido

<b>Ano</b>	<b>Soro Aproveitado (Milhões Litros)</b>	<b>Volume de Soro Produzido (Milhões de Litros)</b>	<b>% Usado</b>	<b>Excesso (Milhões)</b>
1998	205,28	994,28	20,6	789,0
2001	367,10	1.214,23	30,0	847,2

No Quadro 19 estão mostrados os volumes de excesso de soro nos respectivos anos, mesmo considerando os valores dos volumes destinados a produção de Bebida Láctea, Alimentação Animal e Ricota.

#### 4.1.4.7. Produção de soro de queijo em pó

No Estado ocorre utilização do soro para produzir bebidas lácteas, ricota e alimentação animal. Mesmo assim, observa-se um excesso de soro líquido estimado nos

anos de 1998 a 2001 que foram de 789,0 e 847,2 milhões de litros, respectivamente. Utilizando-se das informações da composição química do soro de leite e do valor de 6,5% de sólidos totais presente no soro de leite líquido, segundo GONZÁLEZ SISO (1996), é possível estimar a quantidade que poderia ter sido produzida de soro em pó naqueles anos nos laticínios do Estado de Minas Gerais, demonstrado no Quadro 20.

Quadro 20 – Volume de soro líquido, estimativa de soro em pó possível de ser produzido nos laticínios do estado de Minas Gerais considerando os volumes destinados à produção de bebidas lácteas, ricota e alimentação animal, nos Anos de 1998 e 2001

<b>Ano</b>	<b>Excesso de Soro Líquido (Milhões Litros)</b>	<b>Soro em Pó Possível de Ser Produzido (1.000 t)</b>
1998	789,0	51,285
2001	847,2	55,068

O Quadro 20 mostra uma estimativa da possível produção de soro em pó caso fosse processado, nos anos de 1998 e 2001 nas unidades em estudo do Estado de Minas Gerais, mostrando que seria mais que o suficiente para suprir a nossa demanda interna e não haveria a necessidade de importação.

#### **4.1.4.8. Oportunidades de aproveitamento do excesso de soro**

A partir de informações fornecidas por Jasmin Import Ltda., Milkaut Distribuidora Ltda. e CONFEPAR os preços de comercialização no mercado interno - ex-impostos - em janeiro de 2003 para soro e derivados em pó comercializados são apresentados no Quadro 21.

Os dados do Quadro 21 indicam que os produtos de soro com maior valor de mercado são em ordem decrescente de: soro em pó desmineralizado, a proteína em pó, a lactose em pó e o soro em pó.

Quadro 21 – Preços de comercialização no mercado interno para soro em pó e derivados praticados por algumas empresas

<b>Importador/Produtor</b>	<b>Produto</b>	<b>Preço (R\$)/Kg Sem Impostos</b>
Jazmin Import Ltda – PR	Soro de queijo em pó – marca Sancor	3,07
	Soro desmineralizado em pó – marca comercial Biolan 50	18,63
	Soro de queijo em pó – marca comercial Dairyland	4,96
Milkaut Distribuidora – RS	Proteína de soro em pó	7,07
	Lactose alimentícia em pó	2,92
Confepar – Produtora no PR	Soro em pó	2,77

Fonte: Jasmin Import Ltda., Milkaut Distribuidora Ltda. e CONFEPAR (2001).

Utilizando-se da disponibilidade estimada de soro líquido nos laticínios conforme Quadro 19, é possível calcular a quantidade de derivados que podem ser obtidos no estado sólido e utilizando-se os dados de comercialização conforme Quadro 21, estimar os ganhos possíveis com o aproveitamento do excesso de soro de leite nos laticínios.

Considerando que a produção de queijos nos laticínios avaliados está em torno de 121,423 t/ano, isto corresponde a 1.214,23 litros de soro de queijo. Este possui em sua composição média 6,5% de sólidos totais (0,6% de sais minerais, 0,3% de gordura, 0,9% de proteínas, 4,5% de lactose, 0,1% de ácido láctico resultante da fermentação da lactose). Este volume equivale, aproximadamente, a 7.273,38 toneladas de sais minerais, 10.910,07 toneladas de proteínas, 3.636,69 toneladas de gordura, 54.550,35 toneladas de lactose e 1.212,23 toneladas de ácido láctico. Isto nos mostra que o problema relacionado à poluição é bem mais sério do que se imagina. Descartar soro sem nenhum tratamento eficiente não é só um crime previsto por lei, mas é também rejeitar um alimento que possui alta qualidade. (RICHARDS, 1997).

Tomando-se como referência os anos de 1998 e 2001, pode-se ter as seguintes receitas com os produtos contidos no Quadro 22.

Quadro 22 – Disponibilidade estimada do soro de leite líquido, derivados possíveis de soro produzidos, quantidade estimada por ano, valor de mercado dos produtos e ganho possível com sua comercialização

<b>Ano</b>	<b>Disponibilidade de Soro (Milhões Litros)</b>	<b>Derivados Possíveis</b>	<b>Quantidade (Mil t/Ano)</b>	<b>Valor de Mercado (R\$/Kg)</b>	<b>Ganho Possível (Milhões R\$/Ano)</b>
1998	789,0	Soro em Pó	51,285	3,07	157,444
		Proteína em pó	7,101	7,07	50,204
		Lactose	35,505	2,92	103,674
2001	847,2	Soro em pó	55,068	3,07	169,058
		Proteína em pó	7,624	7,07	53,907
		Lactose em pó	38,124	2,92	111,322

Dos dados do Quadro 22, pode-se constatar que em função do valor de mercado a produção de proteína em pó proporcionaria o maior ganho, enquanto a produção de soro em pó apresenta a segunda melhor opção de ganho a um laticínio e por último a lactose. Porém somente a partir de uma pesquisa da necessidade de mercado é que poderia ser tomado decisão para que tipo de produto direcionar possíveis investimento. No caso da empresa estar funcionando, o fluxo de processo será também dependente dos valores do mercado e dos processos definidos. Neste estudo, utilizou-se os processos propostos pela NIRO INC. da Holanda que tem toda linha para diversas capacidades.

Esta estimativa apresentada no Quadro 22 é apenas um indicativo da importância econômica para o conjunto das empresas de laticínios no aproveitamento do soro de leite gerado no processo de fabricação de queijo, pois após o uso em bebida láctea, ricota e alimentação animal e transformação em pó, observa-se que estes mesmos laticínios em conjunto poderiam ainda ter incorporado às suas receitas alguns milhões de reais ao ano como oportunidade de aproveitamento destes derivados lácteos.

#### 4.1.4.9. Contribuição dos laticínios em estudo na redução de importação de soro em pó

Para que se possa caracterizar a importância do aproveitamento do soro de leite das unidades em estudo, comparou-se para os anos de 1998 e 2001, as quantidades importadas de soro de leite em pó com os valores estimados de recuperação do soro de leite remanescente dos aproveitamentos apresentados anteriormente, apresentando-os no Quadro 23.

Quadro 23 – Estimativa de contribuição dos laticínios do Estado na redução de importação de soro de leite em pó

Ano	Soro em Pó Importado pelo Brasil (1.000 t)	Soro em Pó Possível de Ser Recuperado nos Laticínios (1.000 t)	Participação dos Laticínios Considerados
1998	31,5	51,285	163,0%
2001	37,5	55,068	147,0%

Os dados do Quadro 23 demonstram que as unidades consideradas do Estado de Minas Gerais poderiam suprir todas as necessidades de importação do país, gerando ainda um excedente exportável ou comercializável em nossos nichos de mercado interno.

#### 4.2. Dimensionamento da Unidade Processadora

No Brasil, os queijos tiveram um consumo recorde nestes últimos cinco anos, volume que continua em ascensão. Aliado a este aumento está também a necessidade ambiental de criar alternativas para a utilização do soro.

No estado de Minas Gerais concentram-se aproximadamente 1.200 unidades beneficiadoras de leite, que dentre outros produtos são responsáveis por 42% da produção nacional de queijo, gerando aproximadamente 1,652 bilhões de litros de soro de queijo/ano. Apenas este dado justificaria a oportunidade de negócio para a implantação de unidade processadora para fabricar soro em pó, proteína em pó e lactose em pó, com tecnologia de membranas filtrantes e sob especificações exigidas pelo setor alimentício, seu maior mercado consumidor.

Entretanto, há que se considerar a influência dos aspectos:

a) financeiros – para o qual restrições de disponibilidade de capital para investimentos não foram consideradas, pois admitiu-se que o investidor disponha dos recursos; do ponto de equilíbrio operacional de custos (*break-even-point*), que devido ao baixo nível de custos fixos foi considerado como indicador muito baixo na análise;

b) legais – pela inexistência de restrições de domínio do mercado, que possam ser afetadas pela legislação do CADE (Conselho Administrativo de Defesa Econômica), visto que o consumo interno é suprido por importações;

c) mercadológicos – em que a inexistência de concorrente local posicionado influenciasse a disponibilidade de volume de matéria-prima a ser adquirida – pelo imenso excedente de oferta deste item; enquanto pelo lado do consumo a planta projetada representará aproximadamente 1/3 (32%) da demanda interna aparente, hoje suprida exclusivamente por plantas situadas em outros países;

d) tecnológicos – que devido ao domínio das tecnologias por poucas empresas de atuação mundial, restringe as opções de tamanhos de plantas disponíveis.

e) disponibilidade da matéria-prima – a produção de queijo no Estado de Minas Gerais, gera um grande volume de soro que não é aproveitado.

Portanto, a escala foi determinada exclusivamente através da capacidade dos equipamentos, cujos fabricantes somente disponibilizam o conjunto completo para grandes volumes, ou seja, para 100.000 ou 250.000 litros de soro/dia.

Optou-se pela linha de produção da Empresa Niro Inc. com sede na Dinamarca, pois esta domina os ciclos de concentração, secagem e separação dos componentes do soro, fornecendo linha completa para produzir soro em pó e proteína e lactose em pó.

A unidade processadora está projetada para processar 500.000 litros de soro por dia, com fluxos de processo divididos em dois volumes de 250.000 litros cada, processando respectivamente 250.000 litros para fabricação de soro em pó e 250.000 litros para extrair proteína e lactose em pó, com coeficiente técnico de processo de 95% deste componentes presentes no soro.

#### **4.2.1. Principais Fornecedores de Equipamentos**

Com o objetivo de obter os custos e a capacidade dos equipamentos para o fracionamento-concentração, bem como evaporação e secagem do soro de leite, foram feitas

pesquisas junto às empresas fornecedoras de equipamentos e insumos que atuam no mercado nacional e internacional.

As informações quanto à capacidade, características do processo e custos foram fornecidas pelos seguintes fornecedores: Lacti-lab do Brasil Ltda., que fornece equipamentos para concentração do soro de leite, a Addcor Engenharia S/A, com equipamentos para concentração do soro de leite pelo sistema de osmose reversa, a Okte Engenharia S/A, com equipamentos de fracionamento do soro de leite pelo sistema de ultrafiltração e a Tetrapak, com fracionamento e concentração do soro de leite pelo sistema de ultrafiltração e osmose reversa, além de sistema de evaporação e secagem. A APV Systems fornece equipamentos de evaporação e secagem e sistemas de membranas, porém não forneceu informações sobre este último item.

Em decorrência dos fabricantes possuírem equipamentos com volumes e processos diferentes, optou-se por aquelas que disponibilizassem a capacidade de processar o volume de 250 mil litros de soro por dia, de forma a compor o modelo da Unidade Processadora de Soro de Queijo.

Tendo em conta que na produção de soro e derivados em pó há necessidade de equipamentos para fracionar/concentrar, bem como equipamentos para evaporação e secagem, a adoção no modelo proposto é da empresa Niro Inc (Holanda e Estados Unidos), que fornece todos os equipamentos necessários e a mais alta tecnologia para o processamento do soro, conforme descrito no Quadro 24.

Quadro 24 – Empresas fornecedoras dos equipamentos de evaporação e secagem, equipamentos fornecidos, volume de processo e custo dos equipamentos

<b>Empresas Fornecedoras</b>	<b>Equipamentos</b>	<b>Capacidade Processo (1.000 L/Dia)</b>	<b>Custos Equipamentos (US\$)</b>
Tetrapak	Evaporação e Secagem	250	6.500.000,00
Niro Inc.	Concentração e Secagem	250	6.300.000,00
APV Systems	Evaporação e Secagem	250	6.500.000,00

Fonte: TETRAPAK, APV SYSTEMS e NIRO INC., 2002

#### 4.2.2. Seleção do Conjunto de Equipamentos

A NIRO INC, com sede na Holanda e filiais nos Estados Unidos da América é uma empresa que domina a tecnologia de processamento de soro e seus derivados, possuindo toda a metodologia e planta de processo e engenharia do processamento. Foi tomada como referência para definir os fluxos de processamento dos produtos que serviram para realizar o estudo de viabilidade técnico-econômica.

Esta empresa forneceu orçamentos com os valores dos conjuntos de equipamentos principais: Planta de Osmose Reversa, Ultrafiltração, Nanofiltração e Spray Dryer. Contudo, não discriminaram os demais equipamentos necessários tais como: bombas, equipamentos de frio, calor, tubulações, etc, que foram pesquisados nas empresas de montagem industrial (Okte, Addcor).

Os montantes orçados serviram para dimensionar o investimento de uma Unidade de Processamento de Soro, com a capacidade de processar quinhentos mil litros de soro dia (500.000 litros de soro/dia) e a fabricação de três produtos finais: soro em pó, proteína e lactose em pó, conforme descritos no Quadro 24.

Quadro 25 – Tipo de produtos possíveis de serem fabricados, equipamentos necessários, investimentos e empresas fornecedoras dos equipamentos para produzir soro e derivados em pó

<b>Tipo de Produtos</b>	<b>Equipamentos</b>	<b>Investimentos (US\$)</b>	<b>Empresas Fornecedoras</b>
Soro em pó	Evaporação e secagem	6.500.000,00	APV Systems , Tetrapak e Niro Inc.
Lactose e proteína em pó	(UF + OR) + evaporação e secagem	7.400.000,00	Tetrapak + APV Sistemas ou Tetrapak e Niro Inc.

1,00 dólar = R\$3,00.

UF = ultrafiltração; e OR = osmose reversa.

Para os itens de obras civis, instalações elétricas, sanitárias e hidráulicas, sistema de tratamento ambiental, conforme Quadro 26, foram tomados a partir de empreendimentos de mesmo porte e definidos os valores de investimento. Atribuiu-se, finalmente, o custo de 3% sobre o montante dos investimentos fixos para compor o item de montagem industrial.

Quadro 26 – Investimentos em obras civis, tratamento de efluentes, instalações industriais, maquinaria e montagem

Descrição	Área (m <sup>2</sup> )	Valor (R\$)
Construção Civil (m <sup>2</sup> )	2.870	1.004.500
Sistema de Tratamento Efluentes (ETE e filtros)		245.000
Instalações Industriais (Frio/Calor/Energia/Tubulação)		2.000.000
Outras Máquinas/Equipamentos		8.000.000
Outros (Montagem) (Em Percentual s/Inv. Fixo3%)		1.465.950

### 4.3. Análise da Viabilidade Técnico-Econômico

Esta análise objetiva constatar que a partir de um dado investimento inicial em uma planta industrial definida, resultem tanto quanto possível fluxos de caixa operacional positivos que comprovem a viabilidade de um Projeto de implantação de uma Unidade Processadora de Soro no Estado de Minas Gerais, avaliados através dos indicadores econômico-financeiros Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL), Tempo de Retorno (*Payback*) e Ponto de Equilíbrio (*Break-even Point*).

Como decorrência dos riscos e incertezas futuras inerentes a qualquer negócio, foi contemplada também a Análise de Sensibilidade dos principais parâmetros do Projeto em um tópico específico, através da flexibilização das variáveis Despesas, Receitas, Investimento e Matéria-prima, de modo a avaliar os impactos das mudanças nos indicadores econômico-financeiros para a situação de normalidade, a qual pressupõe o perfeito controle sobre as variáveis.

A avaliação de projetos de investimento comumente envolve um conjunto de técnicas que buscam estabelecer parâmetros de sua viabilidade. Em condições de incerteza, uma alternativa para a obtenção do retorno esperado e do risco de um projeto pode ser expresso através da utilização das técnicas através de métodos empíricos (método de Hetz) e o método analítico (método de Hiller).

Utilizou-se a técnica do modelo probabilístico levando em conta o caráter estocástico dos valores, devido à possibilidade de utilização de técnicas de simulação, como feitas na análise de sensibilidade neste estudo que buscam estabelecer parâmetros de sua viabilidade. Comumente estes parâmetros são expressos pelo *Payback*, TIR e VPL, já comentados acima.

### **4.3.1. Análise dos Investimentos**

#### **4.3.1.1. Investimento fixo**

É o investimento destinado às imobilizações de capital tais como: terreno, obras civis, equipamentos e demais custos inerentes à implantação da unidade processadora de soro (Tabela 13).

A proposta da unidade industrial foi definida com três processos para produzir soro em pó, proteína em pó e lactose em pó, optando-se pelo conjunto de equipamentos fabricados pela NIRO INC, que possui capacidade de processar 250.000 litros de soro/dia e atende as especificações de processamento na escala sugerida.

Para a produção de soro em pó adotou-se uma configuração com capacidade de processar 250.000 litros de soro/dia conjugada ao processamento de proteína e lactose em pó em um conjunto com capacidade de processar 250.000 litros de soro/dia, totalizando um volume processado de 500.000 de soro/dia.

Na escala de operação de 500.000 litros de soro/dia observa-se que os equipamentos de Ultrafiltração, Osmose Reversa, Evaporação e Ultrafiltração correspondem a 70,15% do investimento total da planta industrial, complementados por acessórios, com 28,09% e obras civis, 1,76% do total. As inversões fixas se completam com o investimento em veículos para a frota de transporte, compostos por 5 cavalos-mecânicos e 10 Carretas-Tanques, que representam 2,90% do total.

#### **4.3.1.2. Capital de giro**

O capital de giro consiste na estimativa de recursos financeiros necessários à operação normal da empresa, de modo a cobrir com segurança seu ciclo operacional, a partir de recursos próprios e de terceiros.

Para o item “matéria-prima” foram considerados na quantidade necessária para o funcionamento contínuo da planta diuturnamente, havendo a necessidade de estocar um volume de 250.000 litros de soro para evitar falta de soro e não existir paradas na operação, com prazo de pagamento de fornecedores em 21 dias. Quanto aos produtos acabados, foi considerado um prazo de estoque de 7 dias em função de parâmetros técnicos (controle de qualidade). O valor foi calculado pelo preço de custo por quilo dos produtos produzidos, levando-se em consideração uma produção média diária de 17.250 Kg de soro em pó, 2.250

Kg de proteína em pó e 12.500 Kg de lactose em pó. Com relação aos créditos a serem obtidos dos demais fornecedores, estipulou-se um prazo médio de 30 dias, cujo valor corresponde ao somatório de material de embalagem, energia, combustíveis e lubrificantes. Finalmente, para a reserva de caixa, estimou-se o valor gasto com salários e encargos sociais, despesas com prazo de 15 dias.

Tabela 13 – Estimativa dos investimentos fixos

Item	Descrição	US\$		Em R\$
1	Construção Civil (m <sup>2</sup> )		2.870 m <sup>2</sup>	1.004.500
2	Máquinas e Equipamentos			
2.1	Tanques de Armazenagem		250.000 l	750.000
2.2	Ultrafiltração/Osmose Reversa			
	• Linha A - Evaporação/Secagem	6.500.000	Soro em pó	18.655.000
	• Linha B - Osmose Reversa/Ultrafiltração	7.400.000	Proteína/Lactose	21.238.000
	Soma dos conjuntos	13.900.000		
3	Sistema de Tratamento Efluentes (lagoas/filtros)			245.000
4	Instalações Industriais (Frio/Calor/Energia/Tubulação)			2.000.000
5	Outras Máquinas/Equipamentos			8.000.000
6	Veículos (5 Cavalo+ 10 Carretas Tanque)		5 Cav. + 10 Carr.	1.650.000
7	Outros( Montagem) (em Perc. s/Inv.Fixo)		3%	1.272.200
<b>Total</b>				<b>54.814.700</b>

1US\$ - R\$ 2,87

Cav = Cavalo e Carr. = Carreta

O somatório do investimento fixo com a diferença sem a cobertura de recursos de terceiros, apontada nas necessidades de capital de giro, corresponde ao investimento total para a implantação da unidade industrial. No presente estudo estes números correspondem a R\$ 54.814.700 e R\$ 2.987.729,94 respectivamente, totalizando um montante de R\$ 57.798.429,94.

A Tabela 14 ilustra a distribuição dos valores monetários que compõem o capital de giro. É interessante ressaltar que o item de maior relevância na composição das necessidades de capital de giro refere-se aos produtos acabados, demonstrando que se a empresa trabalhar com pequenos estoques poderá flexibilizar outros itens importantes, como venda a prazo e crédito a fornecedores. Isto reflete a situação ideal da unidade processadora, uma vez que os produtos apresentam, dependendo do tipo de embalagem, validade de até um ano.

Tabela 14 – Necessidade de capital de giro (em milhares de R\$)

Discriminação	Períodos		
	Dias	Ano I	
		Movimento/Ano	Total
<b>NECESSIDADES</b>			
1 - Caixa mínimo	15	7.198	300
2 - Matérias-primas nacionais	21	9.100	531
3 - Materiais secundários	30	2.808	234
4 - Produtos em elaboração	3	27.583	230
5 - Produtos acabados	7	27.583	536
6 - Combustíveis e lubrificantes	30	2.621	218
7 - Peças de reposição	30	548	46
8 - Financiamento das vendas	32	27.583	2.452
9 - Outros	35	1.578	153
<b>SUBTOTAL</b>			<b>4.700</b>
<b>FONTES</b>			
10 - Crédito de fornecedores	25	15.926	1.106
11 - Contas a pagar	30	7.198	600
12 - Impostos e contribuições	10	387	11
13 - Recursos próprios	0	-	<b>2.984</b>
<b>TOTAL</b>			<b>4.700</b>

#### 4.3.2. Análise de Custos

##### 4.3.2.1. Custos fixos

São os custos referentes ao conjunto de obrigações da empresa com os recursos fixos, por unidade de tempo. Em outras palavras, são os custos que não dependem da operação da fábrica, ou seja, produzindo ou não, estes custos são gerados e com valor fixo. Sua alocação está representada pelos custos de salários e encargos sociais e custos de manutenção industrial.

Observa-se na Tabela 15 que o item "mão-de-obra" é o de maior relevância na composição dos custos operacionais, que é uma consequência direta da necessidade de se empregar mão-de-obra qualificada para que se obtenha sucesso com o empreendimento. A alocação de 1% sobre os investimentos totais a título de manutenção industrial (preditiva), considera que os equipamentos (unidade industrial e veículos) trabalhem sem interrupção por falhas. Na mesma Tabela 15 está apresentado o resumo dos encargos sociais conforme a classe salarial.

Para estimar a necessidade de pessoal tanto administrativo quanto operacional, considerou-se imprescindível que a operação da fábrica seja feita por profissionais qualificados e com experiência no setor. A presença de auxiliares com conhecimentos na área, também é fator relevante para o sucesso do projeto. Esta estimativa de recursos humanos parte do princípio de que a qualidade do produto deve ser única e constante ao longo do ano.

Tabela 15 – Custos fixos anuais para a unidade

				<b>Em R\$</b>
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>		<b>B.C.</b>	<b>Custo Anual</b>
1	Salários e Encargos			
2	Administração			
2.1	Presidente	1	5400	64.800
2.2	Diretoria	4	4000	192.000
2.3	Administrativo	15	450	81.000
3	Operação/Transporte	30	850	306.000
4	Encargos/Contr. Social	60,13%		387.095
5	Depreciação	10,00%	54814700	5.481.470
6	Seguros	1,25%	54.814.700	685.184
<b>TOTAL</b>				<b>7.197.549</b>
<b>Obs.:</b>				
<b>Resumo dos Encargos Sociais:</b>			<b>Faixa até</b>	<b>Perc.</b>
a)	IAPAS (Empresa+Empreg.)	29,22%	=> 720,00	7,65%
b)	Sal. Educação	2,50%	=> 1.200,00	9,00%
c)	Terceiros (Sal. Educação+Sist. S)	5,80%	=> 2.400,00	11,00%
d)	13º Salário + adicional férias	11,11%		9,22%
e)	SAT	3,00%		
f)	FGTS + verbas rescisórias	8,50%		
<b>Total</b>		<b>60,13%</b>		

A estrutura de pessoal é composta por quatro diretorias responsáveis pela área financeira, administrativa, produção e vendas, e um quadro auxiliar de motoristas e operários no chão-de-fábrica, além de equipe de contabilidade, vendas, administração, conservação, limpeza e segurança patrimonial, todos reportando a uma presidência.

#### 4.3.2.2. Custos variáveis

Os custos variáveis foram calculados admitindo-se a utilização da capacidade total de produção, de cuja composição fazem parte à matéria-prima, materiais de embalagem,

energia elétrica, custos de transporte, membranas de reposição dos processos, insumos de laboratório e despesas tributárias e contribuições.

Como item determinante nesta composição, a matéria-prima (soro de queijo) representa 57,13% do custo total e o valor referencial a ser pago na sua aquisição foi determinado ao preço de R\$ 0,05 (cinco centavos) por litro, constituindo-se no item crítico do estudo de viabilidade do projeto.

Os custos que, a priori, aumentam ou diminuem com acréscimos ou decréscimos do volume de produção ou atividade, mas não exatamente nas mesmas proporções, foram considerados como semi-variáveis no presente estudo.

Tais custos são as despesas comerciais, administrativas, gastos de energia elétrica da área de administração e seguros globais, tendo em conta uma futura classificação contábil mais acurada, denominada como Despesas I.

As Tabelas 16, 17 e 18, descrevem os itens de custos variáveis, semi-variáveis despesas tributária e Contribuições.

Tabela 16 – Estimativa do custo variável anual

<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Custo Unitário</b>	<b>Quant. Anual</b>	<b>Custo Anual</b>
Matéria-Prima (Soro de Leite)	R\$/litro	0,05	182.000.000	9.100.000
Material de Embalagem (sc 50kg) PEAD/PEBD 60x100x0,12x0,92	R\$/t	6.790,00	15	104.778
Energia 63,7 kwh/mil litros de soro <sup>(1)</sup>	R\$/kwh	0,19	11.593.400	2.202.746
Lenha	R\$/m <sup>3</sup>	30,00	12.000	360.000
Transporte (Comb./Lubrif.)	R\$/km	2,00	1310400	2.620.800
Insumos (Membranas/Matl. de Laboratório)	vb	vb	vb	500.000
MOD (Salários e Encargos) Operação/Transporte		850	30	306.000
Encargos/Contr. Social	%	s/MOD	60,13%	183.988
Manutenção Industrial	%	S/Inv.Fixo	1%	568.647
<b>Total</b>				<b>15.946.959</b>

(1) Fonte: Minas Ambiente 1998

Tabela 17 - Despesas tributária e contribuições

Discriminação	Alíquota	Ano I (R\$)	
		Valor base	Total
ICMS:			
(Créditos)			
- compras fora da UF	18%	14.388.324	-2.589.898
- compras dentro da UF	17%	-	-
Débitos			
- vendas fora da UF	18%	40.340.791	6.857.935
- vendas dentro da UF	7%	-	-
Incentivos Fiscais (Governo Estadual*)	67%	-	-2.859.584
<b>A recolher</b>			<b>1.408.452</b>
IPI (Dec. 4544/02)	0%	-	-
PIS/PASEP	0,65%	40.340.791	262.215
COFINS	3%	40.340.791	1.210.224
<b>Totais</b>			<b>2.880.891</b>

(\*) Benefícios fiscais para implantação do Projeto equivalente a redução da carga tributária incidente sobre produtos da Cesta Básica (Convênio ICMS -128/94)

Tabela 18 – Estimativa dos custos semi-variáveis anuais

Discriminação	B.Cálculo	Perc.	Total Anual (R\$)
Comerciais	40.340.791,40	2,00%	806.816
Administrativas	40.340.791,40	1,50%	605.112
Energia/Administração	VB		13.200
CPMF	40.340.791,40	0,38%	153.295
<b>Total</b>			<b>1.578.432</b>

#### 4.3.2.3. Custos totais de produção

Os custos totais de produção para o funcionamento da Unidade Processadora apontados na Tabela 19 foram calculados para o período de um ano, considerando a produção projetada. Analisando a composição de custos observa-se que os variáveis correspondem a 74% dos custos totais, enquanto que os fixos apenas a 26%.

Tabela 19 – Estimativa dos custos totais anuais de produção

Item	Descrição	Percentual	Custo Anual (R\$)
1	Custos Fixos	5%	7.197.549
2	Custos variáveis		
2.1	Custo de Fabricação	72%	17.504.882
2.2	Despesas Tributárias e Contribuições	13%	2.880.891
<b>Total</b>			<b>27.583.321</b>

#### 4.3.3. Receitas

A receita total foi calculada ao preço de R\$ 3,39 (três reais e trinta e nove centavos) o quilograma, para o soro em pó, de R\$ 7,07 (sete reais e sete centavos) para a proteína em pó e R\$ 2,92 (dois reais e noventa e dois centavos) para lactose.

Conforme legislação em vigor, a unidade estaria sujeita aos seguintes tributos:

a) Federais:

- IRPJ: Decreto nº 2.462/88, sobre o Lucro Líquido do exercício, ajustado pelas adições, exclusões ou compensações prescritas ou autorizadas pela legislação, incide alíquota de **15%**; se o valor for igual ou superior à R\$ 240.000,00, incidirá adicional de 10%, perfazendo alíquota de **25%**;
- CSLL: Instituída pela Lei nº 7.689/88 com regulamentação pelo Decreto nº 2.462/88 e legislação complementar - incide sobre o Lucro líquido do exercício, à alíquota de **9%**;
- PIS/PASEP: Instituído pela Lei Complementar nº 7, de 07/09/70, conforme Lei nº 10.637/02 - 1,65% sobre a Receita Operacional Bruta;
- COFINS: Instituída pela Lei Complementar 70, de 30/12/91 e modificada pela Lei 9.718/98 e 10.833/03, à alíquota de 3% sobre a Receita Operacional Bruta;
- IPI – conforme Decreto 4.544/02, alíquota 0 - Capítulo 4, 17 e 35.

b) Estaduais:

- Conforme lei 12423/1996 (21/12/1996) SEF/MG.

Com base nos preços praticados para cada produto final, apurou-se o valor médio ponderado de R\$ 3,46 (três reais e quarenta e seis centavos), na composição do fluxo de caixa admitindo-se 100% da capacidade operacional. Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 – Estimativa da receita anual para a unidade processadora

<b>Regime de Operação (dias/ano) 364</b>				
Produtos	Unidade	Quantidade Diária	Preço de Venda (R\$/kg)	Receita em R\$ Anual
Soro em pó	kg	6.279.000	3,39	21.264.461,40
Proteína em pó	kg	819.000	7,07	5.790.330,00
Lactose em pó	kg	4.550.000	2,92	13.286.000,00
<b>Total (Anual)</b>	<b>kg</b>	<b>11.648.000</b>	<b>3,46</b>	<b>40.340.791,40</b>

A Tabela 21 apresenta os coeficientes técnicos dos produtos soro em pó, proteína e lactose em pó produzido pelo conjunto proposto.

Tabela 21 – Fluxo do volume para produção de soro, proteína e lactose em pó e respectivos coeficientes técnicos

Fluxos de produção	Volume (L)	Coeficientes técnico (%)	Kg/dia
(A) Soro em Pó	250.000	6,9	17.250
(B) Proteína em pó	250.000*	0,9	2.250
Lactose em pó		5,00	12.500
<b>Total</b>	<b>500.000</b>		<b>32.000</b>

\* O volume de 250.000 litros/dia é utilizado para produzir proteína e lactose em pó.

#### 4.3.4. Fluxo de Caixa

No intuito de se compreender melhor as análises propostas no presente trabalho procurou-se elaborar inicialmente o fluxo de caixa, baseado na metodologia clássica sugerida por SILVA (1992), HOLANDA (1982), WOILER (1986) e BUARQUE (1984), onde na Tabela 22 está apresentado o resumo da viabilidade econômico-financeira para implantação de Unidade Processadora de Soro de Queijo e a Tabela 23 sumariza o fluxo de caixa.

A representação do fluxo de caixa na situação de normalidade, comumente adotada para avaliar projetos de grande porte e longo tempo de retorno, compreende o período de 10 anos e mantém as projeções inalteradas no prazo avaliado.

Os valores utilizados correspondem àqueles estimados durante a confecção das Tabelas de orçamentos dos custos e dos investimentos. A receita operacional foi estimada na premissa de que toda a produção anual (11.648 toneladas) seja comercializada ao preço médio citado anteriormente.

Neste estudo aplicou-se uma taxa de Custo de Capital em 17,50% ao ano para efeito de comparação com uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 15,0% ao ano a título de Retorno sobre o Capital Próprio. A taxa de custo financeiro reflete aquela normalmente aplicada em Projetos de investimento desse mesmo porte apoiados por órgãos financiadores nacionais (BNDES e demais Agentes do Sistema Financeiro).

Tabela 22 – Resumo de viabilidade econômico-financeira para implantação de unidade processadora de soro de queijo

<b>DADOS GERAIS</b>		<b>INVERSÃO DE CAPITAL</b>	
Volume de Vendas (kg/ano)	11.648.000	Equipamento	\$ 54.814.700,00
Preço Médio Unitário (R\$/kg)	\$ 3,46	Capital de Giro	\$ 2.983.729,94
Imp. de Renda.+ CSLL + 10 (%)	34,00%	Investimento Total	\$ 57.798.429,94
Custo do Capital (%)	17,50%	<b>CÁLCULO DO VPL E DA TIR</b>	
Períodos de Projeção (anos)	10	Custo de Capital	17,50%
<b>CUSTOS VARIÁVEIS E FIXOS</b>		TMA	15,00%
Custos Variáveis	\$ 20.385.772,45	VPL	R\$ 5.409.756,36
Custos Fixos	\$ 7.197.549,23	Pay-back (anos)	4
Custos Totais	\$ 27.583.321,68	TIR	20,56%
<b>UNIDADE PROCESSADORA</b>			
Capacidade Operacional 500 mil l/dia			

A viabilidade simulada na Tabela 23 considerou apenas a aplicação de Recursos Próprios, sendo que novos estudos de viabilidade técnico-econômica deverão ser realizados para quaisquer outros casos de decisão do investimento.

Tabela 23 - Fluxo de caixa (em milhares de R\$)

NÍVEL DE OCUPAÇÃO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ESTIMATIVAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volume de Vendas		11.648	11.648	11.648	11.648	11.648	11.648	11.648	11.648	11.648	11.648
Preço Unitário (ex-impuestos)		\$ ,00346	\$ ,00346	\$ ,00346	\$ ,00346	\$ ,00346	\$ ,00346	\$ ,00346	\$ ,00346	\$ ,00346	\$ ,00346
Custos Variáveis		\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386
Custos Fixos		\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198
Investimento Total	\$ 54.815	\$ 2.984									
<b>DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS</b>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Receitas		\$ 40.341	\$ 40.341	\$ 40.341	\$ 40.341	\$ 40.341	\$ 40.341	\$ 40.341	\$ 40.341	\$ 40.341	\$ 40.341
Custos Variáveis		\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386	\$ 20.386
Lucro Bruto		\$ 19.955	\$ 19.955	\$ 19.955	\$ 19.955	\$ 19.955	\$ 19.955	\$ 19.955	\$ 19.955	\$ 19.955	\$ 19.955
Custos Fixos		\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198	\$ 7.198
Lucro Tributável		\$ 12.757	\$ 12.757	\$ 12.757	\$ 12.757	\$ 12.757	\$ 12.757	\$ 12.757	\$ 12.757	\$ 12.757	\$ 12.757
IR+CSLL		\$ 4.314	\$ 4.314	\$ 4.314	\$ 4.314	\$ 4.314	\$ 4.314	\$ 4.314	\$ 4.314	\$ 4.314	\$ 4.314
Lucro Líquido		\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444
<b>FLUXO DE CAIXA OPERACIONAL</b>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lucro Líquido		\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444	\$ 8.444
Depreciação		\$ 5.481	\$ 5.481	\$ 5.481	\$ 5.481	\$ 5.481	\$ 5.481	\$ 5.481	\$ 5.481	\$ 5.481	\$ 5.481
Fluxo de Caixa Operacional		\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925
FCO aplicando a Fórmula	(\$ 54.815)	\$ 10.942	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925
		(\$ 43.873)	(\$ 29.948)	(\$ 16.022)	(\$ 2.097)	\$ 11.829	\$ 25.754	\$ 39.679	\$ 53.605	\$ 67.530	\$ 81.456
<b>BALANÇO PATRIMONIAL</b>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ATIVO</b>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Caixa		\$ 16.909	\$ 30.835	\$ 44.760	\$ 58.685	\$ 72.611	\$ 86.536	\$ 100.462	\$ 114.387	\$ 128.312	\$ 142.238
Ativo Fixo	\$ 54.815	\$ 54.815	\$ 54.815	\$ 54.815	\$ 54.815	\$ 54.815	\$ 54.815	\$ 54.815	\$ 54.815	\$ 54.815	\$ 54.815
Depreciação Acumulada		(\$ 5.481)	(\$ 10.963)	(\$ 16.444)	(\$ 21.926)	(\$ 27.407)	(\$ 32.889)	(\$ 38.370)	(\$ 43.852)	(\$ 49.333)	(\$ 54.815)
Ativo Fixo Líquido	\$ 54.815	\$ 49.333	\$ 43.852	\$ 38.370	\$ 32.889	\$ 27.407	\$ 21.926	\$ 16.444	\$ 10.963	\$ 5.481	\$
TOTAL DO ATIVO	\$ 54.815	\$ 66.242	\$ 74.686	\$ 83.130	\$ 91.574	\$ 100.018	\$ 108.462	\$ 116.906	\$ 125.350	\$ 133.794	\$ 142.238
<b>PASSIVO</b>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capital Próprio	\$ 54.815	\$ 57.798	\$ 57.798	\$ 57.798	\$ 57.798	\$ 57.798	\$ 57.798	\$ 57.798	\$ 57.798	\$ 57.798	\$ 57.798
Lucro Acumulado		\$ 8.444	\$ 16.888	\$ 25.332	\$ 33.776	\$ 42.220	\$ 50.664	\$ 59.108	\$ 67.551	\$ 75.995	\$ 84.439
TOTAL DO PASSIVO	\$ 54.815	\$ 66.242	\$ 74.686	\$ 83.130	\$ 91.574	\$ 100.018	\$ 108.462	\$ 116.906	\$ 125.350	\$ 133.794	\$ 142.238

#### **4.3.5. Taxa interna de retorno**

Na análise da taxa de retorno foi considerado como fator crítico do projeto o preço de custo da matéria-prima soro de queijo, pois este representa 62,63% da formação dos custos operacionais.

O valor estipulado em R\$ 0,05 por litro no custo de aquisição, considerado como o preço mais atrativo para o presente estudo, pois remunera um subproduto da indústria de laticínios que não se constitui em fonte de receitas e, ao contrário, representa gastos com o tratamento de efluentes durante toda a vida útil das indústria do setor.

Desse modo, foram elaborados fluxos de caixa propondo uma variabilidade no custo de aquisição da matéria-prima (um litro de soro de queijo), que representam os cenários de viabilidade do empreendimento, sob a ótica da indústria, ou seja, quando disponível no próprio empreendedor sem quaisquer custos de aquisição foi atribuído o valor de R\$ 0,00 (zero reais), quando adquirida de terceiros R\$ 0,05 (cinco centavos), na situação de normalidade de preços, e R\$ 0,10 (dez centavos), sob forte pressão de preços dos fornecedores.

Para a situação em que haja disponibilidade da matéria-prima no próprio local de implantação da Unidade Processadora, ao custo de aquisição e atribuído igual a R\$ 0,00, o fluxo de caixa ao longo de 10 anos, apresenta TIR de 32,62%, com plena viabilidade do projeto.

Quando a matéria-prima for adquirida de terceiros, para a situação de normalidade de preço de aquisição remunerando em R\$ 0,05 por litro de soro, o fluxo de caixa resultante apresentou uma taxa de retorno TIR de 20,56 %, superior a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 15,0% ao ano, que ainda torna viável o projeto.

Já para o valor a ser pago de R\$ 0,10 ao litro de soro, a taxa interna de retorno foi de 6,88%, inferior a taxa mínima de atratividade, não se justificando a implantação do empreendimento se mantidas as mesmas condições para os demais parâmetros.

#### **4.3.6. Tempo de retorno de capital**

Este indicador tem aplicação para comparação com os resultados obtidos com os outros valores atribuídos à aquisição do soro, pois mostra o prazo de tempo mínimo para que os desembolsos sejam integralmente recuperados, considerando os juros anuais sobre o capital devido.

Considerando as mesmas variáveis na análise da TIR, a recuperação do capital investido ocorreu num período de dois anos para a situação onde o preço atribuído ao soro foi de R\$ 0,00 (zero reais), ou seja, sem nenhum custo de aquisição supondo a disponibilidade do soro na planta, quatro anos para o preço do soro de R\$ 0,05 (cinco centavos) e sete anos para o preço do soro de R\$ 0,10 (dez centavos).

#### **4.3.7. Valor presente líquido**

Dentro do mesmo critério de análise, o valor afinal obtido do projeto no presente estudo foi positivo. Isto significa que o projeto é capaz de gerar recursos financeiros suficientes para cobrir todo o montante gasto com a implantação e funcionamento do mesmo, principalmente para os dois primeiros cenários (Otimista, onde o valor atribuído ao soro igual a R\$ 0,00 e para o Cenário Provável, onde o valor atribuído ao soro foi de R\$ 0,05 por litro e para o último cenário Pessimista valor do soro R\$ 0,10) gerando os seguintes VPL's: Cenário Otimista (R\$ 28.056.432,50) Cenário Provável (R\$ 5.409.756,36) e o Cenário Pessimista (R\$ - 17.236.919,79) ao final dos 10 anos analisados, considerando-se uma taxa de juros anual de 17,50% e uma taxa mínima de atratividade de 15,0%.

#### **4.3.8. Ponto de nivelamento**

O ponto de nivelamento ou ponto de equilíbrio representa a situação em que os custos totais se igualam à receita total. É calculado pela fórmula:

$$PN = \frac{\text{Custo Fixo}}{\text{Receita Total} - \text{Custo Variável}}$$

Em valores monetários isto significa dizer que a empresa tem que faturar no mínimo R\$ 14.550.466,37 anuais para poder sobreviver no mercado. Ou ainda ter venda de no mínimo 4.201 toneladas de produtos para cobrir todos os seus custos fixos e variáveis, necessitando de trabalhar 36,1% da capacidade de operação. Este valor confere ao projeto uma certa margem de segurança em relação aos produtos importados.

Porém, fatores ligados à renda da população e a demanda por produtos em pó oriundos do soro de queijo que compõe o mercado interno.

Para apurar o Ponto de Nivelamento, foram atribuídos neste estudo o montante das despesas tributária e Contribuições na composição do item Custos Fixos (salários e encargos), em razão de que aqueles dependem de uma melhor classificação contábil quando em pleno funcionamento da unidade e estão sujeitos ao Plano Operacional Estratégico, a exemplo de verbas de publicidade, seguros, etc.

Graficamente o ponto de nivelamento pode ser visto na Figura 38. Ele está representado no encontro da linha da receita com a linha dos custos totais. A região do gráfico entre as linhas de custo total e receita total, abaixo do ponto de nivelamento, refere-se a prejuízos; e a região acima refere-se aos lucros.

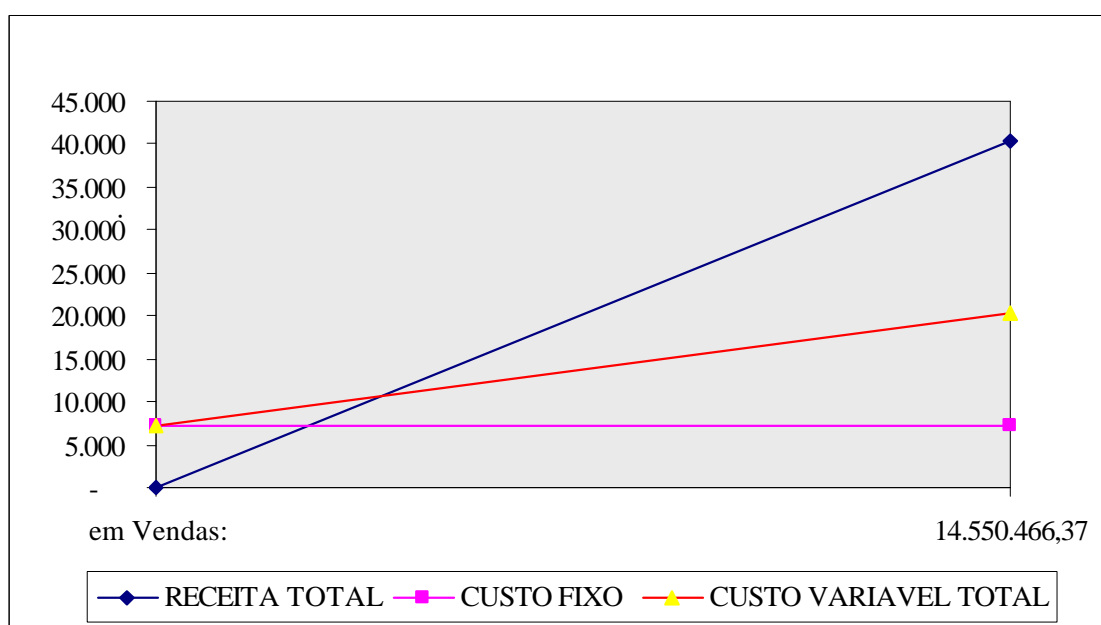


Figura 38 – Ponto de nivelamento da unidade produtora.

#### 4.3.9. Análise de sensibilidade

Para melhor avaliar o impacto das variações dos parâmetros mais sujeitos a incertezas, uma Análise de Sensibilidade foi realizada nos itens relevantes do projeto: Receita, Custos Totais, Insumos e Investimento.

Desse modo, foram alterados individualmente os valores de cada parâmetro, que sofreram a variação de uma escala entre -100%, -90%, -50%, ..... -10%, -6%, -3% e

assim sucessivamente até o limite de + 100%. A cada variação obtinha-se um novo valor para a TIR que, plotados em um gráfico, geraram as Figuras 39, 40 e 41.

Foram propostas três situações (cenários) diferentes: otimista, provável e pessimista, para os quais se manteve fixos os preços pagos pela matéria-prima e promovendo variações nos demais parâmetros.

O cenário otimista, em que a Unidade Processadora determina a aquisição do soro sem qualquer remuneração, pressupõe amplas condições de negociação e a disponibilidade de estrutura de captação da matéria-prima nas instalações das empresas que a produzem. De outro lado, havendo a disponibilidade de soro no próprio local de implantação do Projeto, está se assumindo que ao custo zero não há remuneração para um subproduto que, até então, apenas representa gastos na implantação e manutenção de sistemas de tratamento de efluentes. Para a situação Provável, considerada mais provável no presente trabalho, mantém-se fixado o preço da matéria-prima em R\$ 0,05 por litro, alterando os demais parâmetros.

Para o cenário pessimista, com preço do soro fixado em R\$ 0,10 por litro, não há atratividade na implantação da Unidade Processadora, que, sob o ponto de vista de retorno dos investimentos, apresenta indicadores que não recomendam a realização do empreendimento.

A comparação entre os três cenários propostos é mostrada nas Figuras 39, 40 e 41 que apresentam os efeitos simulados. A inclinação das linhas indica o grau de sensibilidade de cada variável, dentro da faixa de variações considerada. Desse modo, gráficos em que as linhas apresentam baixa inclinação representam investimentos menos sensíveis às alterações nos parâmetros considerados e vice-versa.

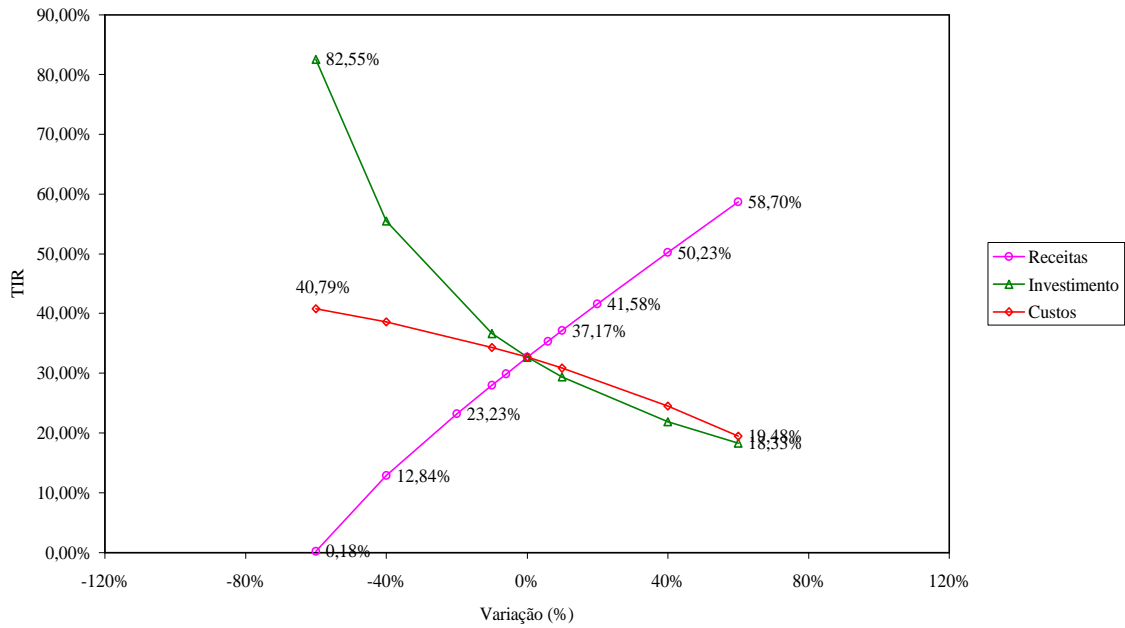


Figura 39 – Gráfico da sensibilidade para a unidade com capacidade operacional de 500.000 litros de soro/dia – Cenário Otimista (R\$ 0,00).

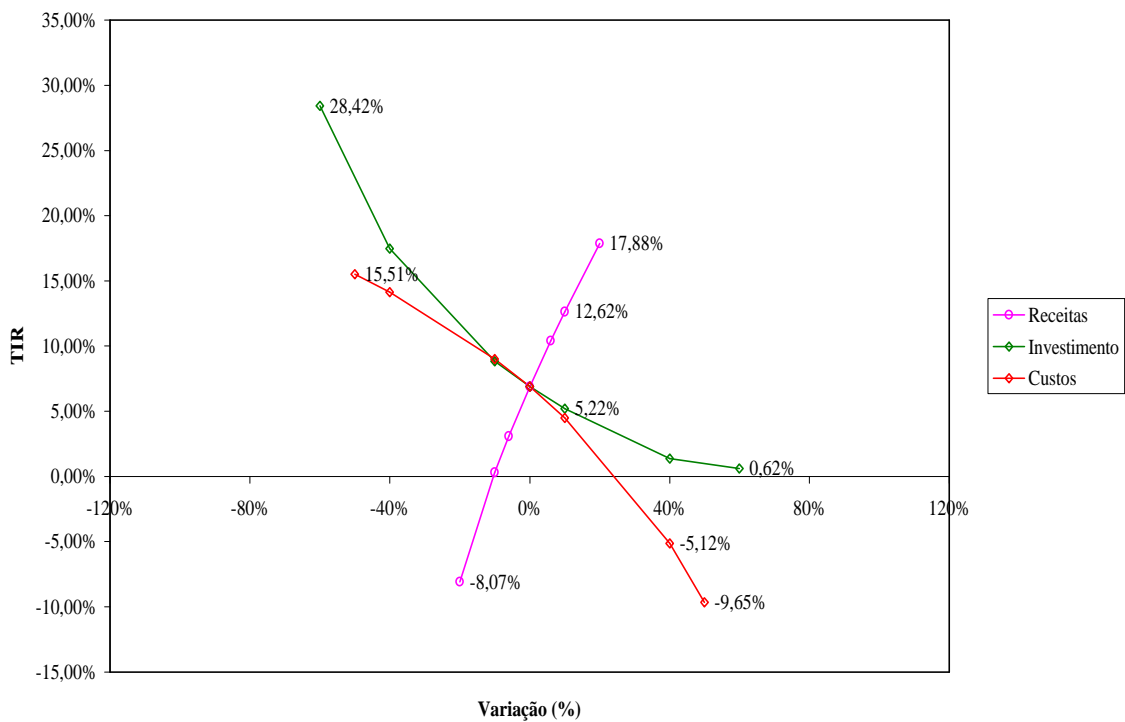


Figura 40 – Gráfico da Sensibilidade para a Unidade com Capacidade Operacional de 500.000 litros de soro/dia – Cenário Pessimista (R\$ 0,10)

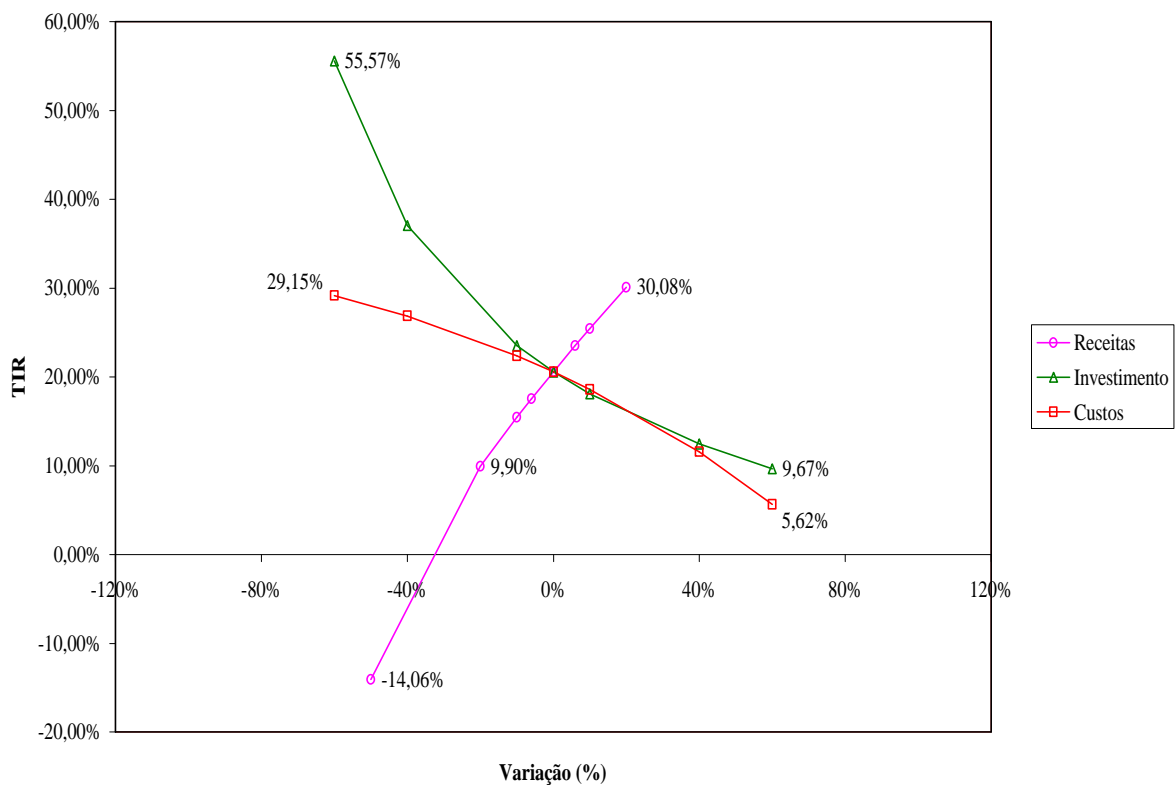


Figura 41 – Gráfico da Sensibilidade para a Unidade com Capacidade Operacional de 500.000 litros de soro/dia – Cenário Provável (R\$ 0,05)

Na avaliação dos riscos e incertezas de tomada de decisão pela realização dos investimentos, observa-se que o projeto apresenta maior sensibilidade à variação do investimento, dado ser em valores elevados, sugerindo que este fator concentra maior suscetibilidade à sobrevivência do empreendimento.

Evidencia-se na análise que a capacidade de realização das receitas aliada a manutenção das premissas de preços das aquisições de matéria-prima podem conduzir o negócio ao sucesso. Assim, a gestão do negócio exigirá que se promova forte atuação no marketing para realização das receitas, o que conduzirá a taxa interna de retomo a um patamar bastante atrativo, do ponto de vista do potencial investidor.

No item de contas operacionais, ainda que a amplitude de variação utilizada tenha sido grande (76%), não se observou significativa mudança nas TIR's, demonstrando que o projeto é pouco sensível a este item. Mantidas as premissas de preços da matéria-prima, demonstrando que a sobrevivência do projeto ficará ameaçada por pequenas alterações no custo da matéria-prima (soro de queijo) ou no montante investido.

As comparações entre os cenários extremos estão sumarizadas nos itens a seguir (Tabelas 24 e 25):

Tabela 23 – Resumo de Viabilidade Econômico-financeira para Implantação de Unidade Processadora de Soro de Queijo – Cenário Otimista

<b>DADOS GERAIS</b>		<b>INVERSÃO DE CAPITAL</b>	
Volume de Vendas (kg/ano)	11.648.000	Equipamento	\$ 54.814.700,00
Preço Médio Unitário (R\$/kg)	\$ 3,46	Capital de Giro	\$ 2.086.237,39
Imposto de Renda e CSLL (%)	34,00%	Investimento Total	\$ 56.900.937,39
Custo do Capital (%)	17,50%	<b>CÁLCULO DO VPL E DA TIR</b>	
Períodos de Projeção (anos)	10	Custo de Capital	17,50%
<b>CUSTOS VARIÁVEIS E FIXOS</b>		TMA	15,00%
Custos Variáveis	\$ 11.826.312,45	VPL	R\$ 28.056.432,50
Custos Fixos	\$ 7.197.549,23	Pay-back (anos)	2
Custos Totais	\$ 19.023.861,68	TIR	32,66%
<b>UNIDADE PROCESSADORA</b>			
Capacidade Operacional 500 mil l/dia			

Tabela 24 – Resumo de Viabilidade Econômico-financeira para Implantação de Unidade Processadora de Soro de Queijo – Cenário Pessimista

<b>DADOS GERAIS</b>		<b>INVERSÃO DE CAPITAL</b>	
Volume de Vendas (kg/ano)	11.648.000	Equipamento	\$ 54.814.700,00
Preço Médio Unitário (R\$/kg)	\$ 3,46	Capital de Giro	\$ 3.881.222,50
Imposto de Renda e CSLL (%)	34,00%	Investimento Total	\$ 58.695.922,50
Custo do Capital (%)	17,50%	<b>CÁLCULO DO VPL E DA TIR</b>	
Períodos de Projeção (anos)	10	Custo de Capital	17,50%
<b>CUSTOS VARIÁVEIS E FIXOS</b>		TMA	15,00%
Custos Variáveis	\$ 28.945.232,45	VPL	(R\$ 17.236.919,79)
Custos Fixos	\$ 7.197.549,23	Pay-back (anos)	7
Custos Totais	\$ 36.142.781,68	TIR	6,88%
<b>UNIDADE PROCESSADORA</b>			
Capacidade Operacional 500 mil l/dia			

#### 4.4. Análise Locacional

A localização de uma empresa deve ser estudada de acordo com os objetivos da mesma e com o setor do qual ela faz parte. No caso da indústria de laticínio, há uma preocupação em coincidir a proximidade das duas pontas da cadeia de suprimentos: o produtor de leite e o mercado consumidor. Além disso, a questão de minimização dos custos é bastante discutida.



Em relação ao estudo proposto, o produtor da matéria-prima é a indústria de laticínio que produz soro e a unidade processadora deve localizar o mais próximo possível das unidades produtora de soro. O uso de novas ferramentas disponibilizadas nos softwares, ajuda os estudos de localização de unidades industriais.

Mapas foram digitalizados para localizar todos os municípios que contem unidades que processam o leite e geram volume de soro. Com a utilização do software LogWare foi possível identificar os locais para instalar a unidade processadora de soro de queijo.

A figura 42 mostra o mapa obtido através do *software* MapInfo 7.5 Profissional, localizando os cinco possíveis locais (municípios) escolhidos para instalar a unidade processadora, pois estas conseguem captar o volume igual ou superior a 500.000 (quinhentos mil litros de soro/dia).

A resposta dos cinco locais propícios para instalar a unidade processadora fornecida pelo software LogWare foi: Ibiá, Três Corações, Betim, Muriaé, Resplendor.

Para melhor compreensão do mapa, adotou-se a seguinte legenda:

-  Sede Municipal
-  Unidade Processadora

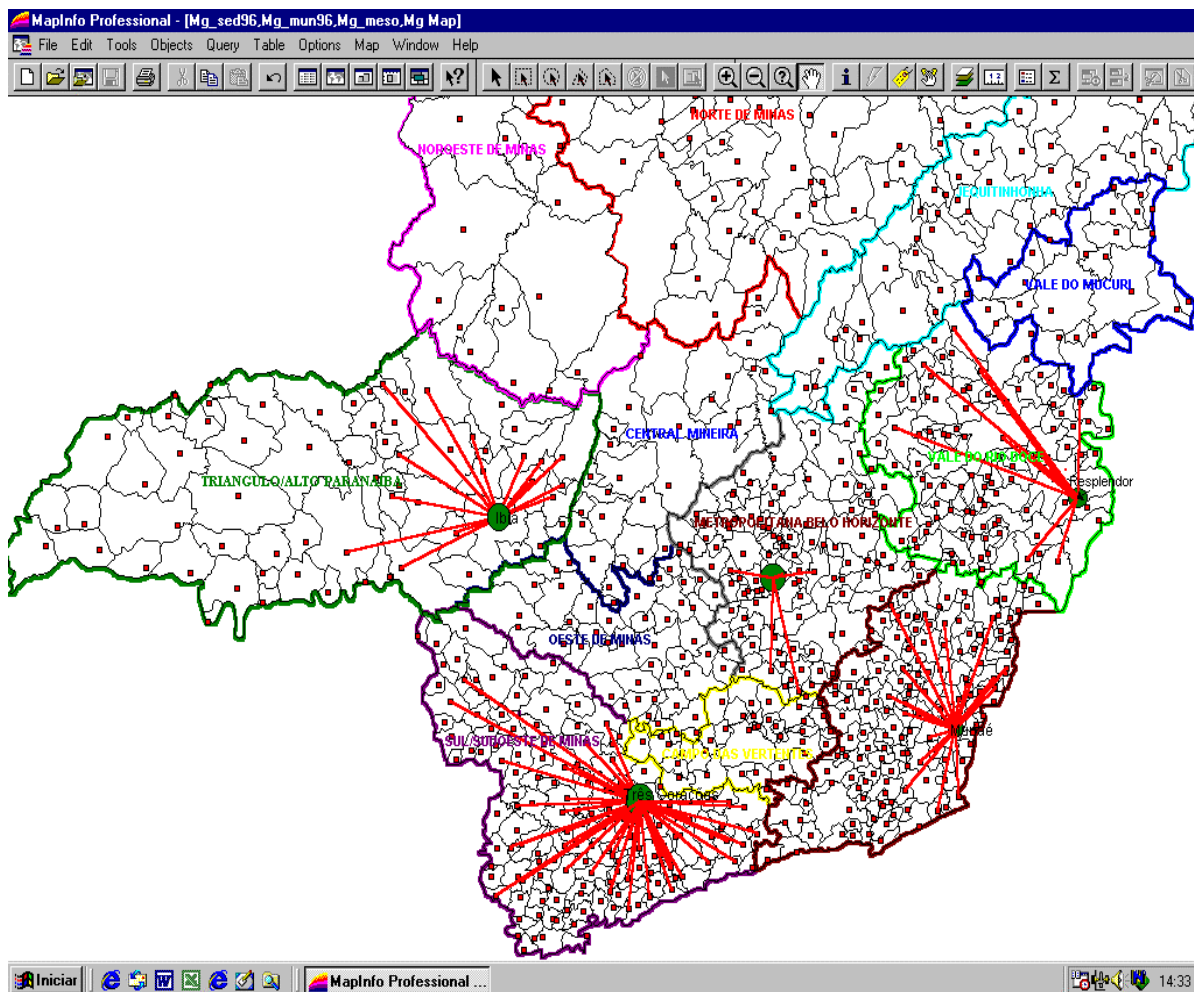


Figura 42 – Mapa digitalizado mostrando os possíveis locais de instalar a unidade processadora de soro.

A Figura 43 apresenta uma imagem da interface do software logWare mostrando a tabela de entrada de dados a ser utilizado pelo programa P-MED. A Figura 44 exhibe o resultado apresentado pelo programa. Verifica-se que na resposta são informados os locais que compõem cada localidade escolhida e o volume total a ser transportado para cada localidade, no caso, os resultados são da mesorregião Sul/Sudoeste de Minas. Os locais escolhidos foram os municípios de Três Corações e Poços de Caldas, com suas respectivas redes de captação de soro.

Verifica que o município de Três Corações possui disponibilidade de matéria-prima (soro de queijo) que atende a capacidade operacional de 500.000 de soro/dia da unidade de processadora em sua rede, portanto pode ser considerado um dos possíveis locais de implantá-la. O mesmo procedimento foi feito nas outras onze mesorregiões do estado de Minas Gerais.

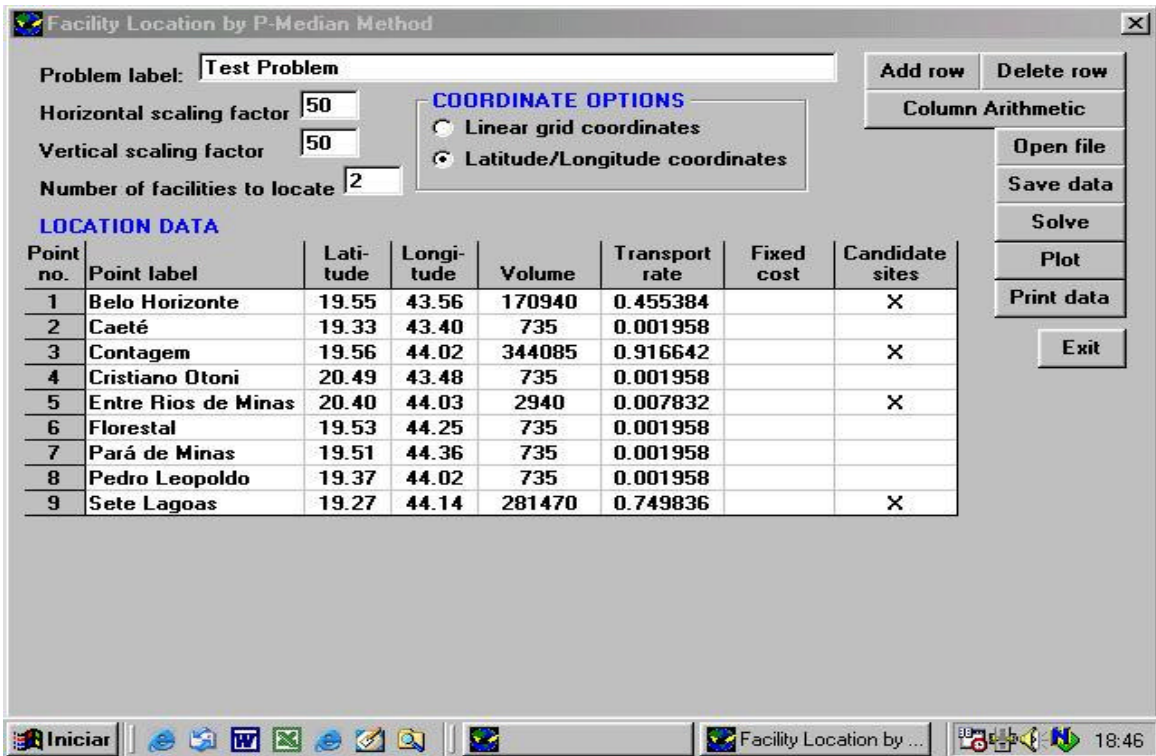


Figura 43 – Imagem da interface do LogWare com dados em sua Tabela

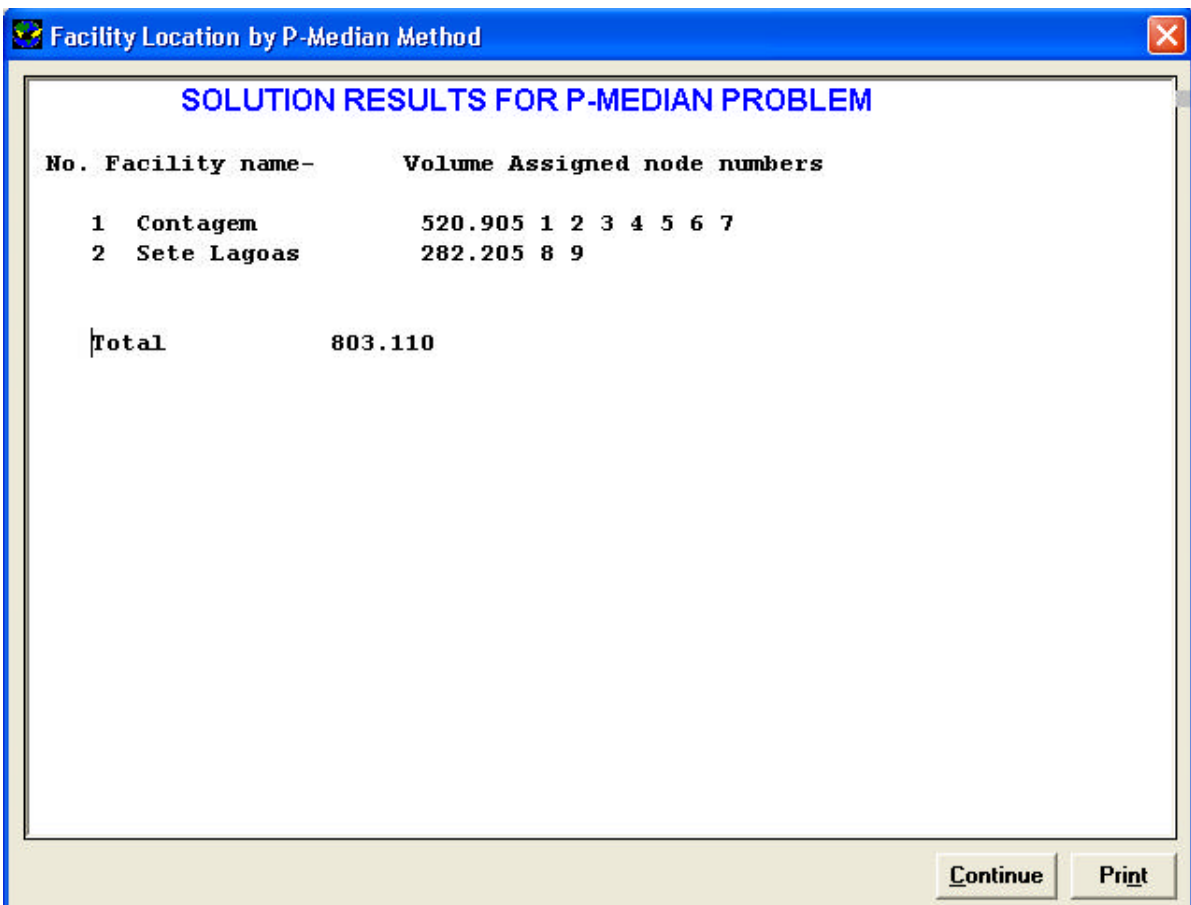


Figura 44 – Resultados fornecidos pelo programa P-MED

Como pode ser verificado na Figura 44, o software P-MED mostra os resultados conforme é instruído na tabela de entrada de dados. No caso, foi solicitado duas localidades como pontos de recebimento de soro e a resposta que melhor atendeu foram as Cidades de Contagem (520.905 Litros) e Sete Lagoas (282.205 Litros), com suas respectivas redes de captação de soro. A cidade de Contagem, entre as duas cidades, é a localidade que atende a instalação da unidade processadora de queijo, pois tem em sua rede o suprimento acima de 500.000 litros de soro.

A Figura 45 mostra o mapa com os locais possíveis de instalar a unidade processadora de soro com mais detalhes. Estas unidades podem ser equipadas com a planta que realiza todos os processos, inclusive o processo de Osmose Reversa que reduz o volume de água do soro até 34%, diminuindo, portanto o custo de transporte, caso houver a necessidade de ser deslocado para outra fábrica.

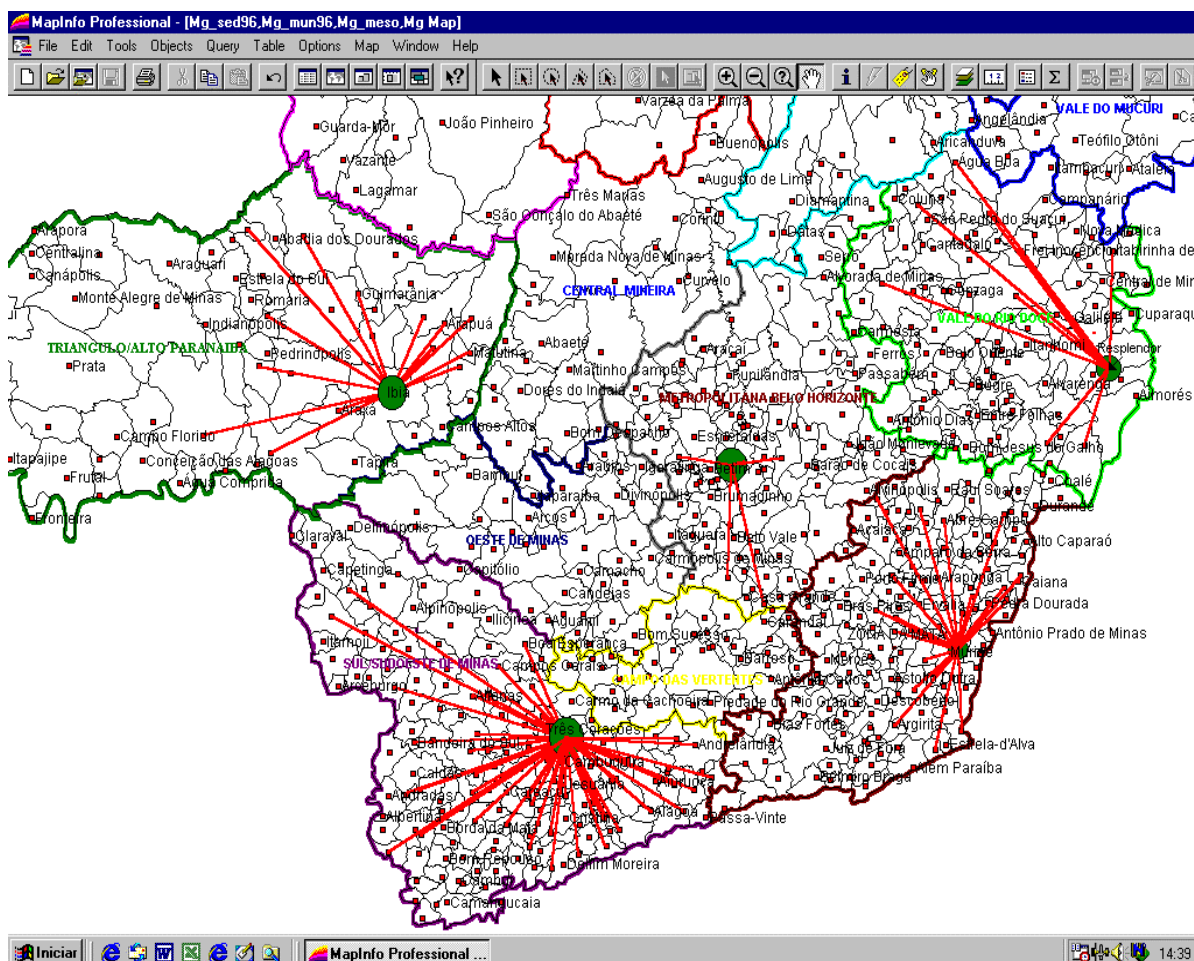


Figura 45 – Mapa digitalizado mostrando os possíveis locais de instalar a unidade processadora de soro.

Verifica-se que através dos dados fornecidos pelo software LogWare e o MapInfo Professional possibilitou o desenvolvimento de um SIG que mostra a localização de unidades para o processamento de soro gerado pelas unidades de laticínios estudados, possibilitando a construção dos mapas e localizar a unidade processadora de soro no Estado de Minas Gerais.

#### **4.5. Análise dos Resultados**

Quanto à capacidade instalada de recebimento de leite, observou-se que a grande maioria das indústrias isoladas têm pequeno porte, indicando a necessidade de implementação de processos de evaporação e secagem e processos de membranas no aproveitamento do soro de leite em uma unidade centralizadora que dispõe das referidas instalações para produzir os produtos acima citado, conforme (APV SYSTEMS, 2001).

Neste sentido o conceito de PAULI (1996), poderia ser aplicado na formação dos chamados conglomerados industriais, embora individualmente cada laticínio deva buscar alternativas de gerenciamento de seus resíduos e segundo TIMOFIECSYK *et al.* (2000), as técnicas de prevenção da poluição e minimização de resíduos devam ser analisadas como alternativas importantes à redução da poluição.

Como citado por MAIMON (1996) e KIPERSTOK (1999), a prevenção da poluição e minimização de resíduos revelam uma atitude pró-ativa ao longo de todo o processo deixando de lado as tecnologias de controle da poluição, proporcionando a minimização do volume e carga poluidora dos efluentes de laticínios sendo ponto fundamental para a redução dos custos de um sistema de tratamento de efluentes. Para BRAILE (1971), por esta razão, todo soro produzido deve ser conduzido para a central e/ou unidade que faça parte do processo.

Como apresentado por AMANTE (1997), o conceito de valorização de resíduos deve explorar o potencial dos mesmos e ser aplicado na obtenção de soro e derivados em pó. Os processos de evaporação, secagem e processos de membranas conduzirão à sua minimização, devendo ser considerada na elaboração de políticas industriais por órgãos governamentais e/ou pela iniciativa privada.

Para a indústria de laticínios o aproveitamento do soro de leite pode vir a atender às necessidades das demais indústrias de alimentos, pois conforme relatado por LAGRANGE e DALLAS (1998) e DALLAS (1999), o uso do soro e derivados em pó proporciona um aumento de rendimentos de produção e redução de custos quando comparado a outras

alternativas existentes e neste caso a obtenção do soro em pó e derivados pelas indústrias de laticínios nacionais deve ser pensado enquanto alternativa de fonte de renda adicional.

Ainda no contexto de aplicação de alternativas no gerenciamento de resíduos, a implementação do Sistema de Gestão Ambiental tem um papel importante para pequenos laticínios de uma mesma região, pois pode propiciar a sua união, reduzindo significativamente os custos de implantação, relata GESTÃO AMBIENTAL (1998).

De acordo com os dados de PRIMO (2001), o Brasil é um grande importador de lácteos e a importação de soro de leite em pó tem tido uma evolução crescente entre os anos de 1995 e 2000. Porém, como demonstrado neste trabalho, os laticínios do Estado de Minas Gerais, considerados, podem contribuir e/ou suprir a necessidade de importação de soro e seus componentes.

JANK *et al.* (1998) e DE NEGRI *et al.* (1998), relatam que os produtos lácteos são internalizados basicamente pelos chamados “importadores sem fábricas” a preços competitivos, seja graças aos subsídios praticados na origem do produto (caso da União Européia), seja pelos baixos custos de produção (países da Oceania) e, principalmente devido aos preços dilatados de pagamentos a menores taxas de juros obtidos pelos importadores.

SALEJ (2000), afirma que a inviabilização do beneficiamento do soro de leite no Brasil é ocasionado pelos elevados subsídios praticados na Comunidade Européia, e que esta falta de beneficiamento representa uma perda de renda para o setor. Caso ocorresse, haveria significativa melhoria das condições ambientais e sociais nos locais de forte produção de leite e seus derivados como mostrado nos mapas digitalizados as concentrações dos municípios que contém unidades que processam queijos nas regiões onde nascem os rios das principais bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais.

Quanto aos subsídios praticados pela Comunidade Européia, PRIMO (2001), relata que houve compromisso a partir do acordo agrícola da rodada do Uruguai em reduzi-los, porém não se pode esperar que apenas essas medidas proporcionem a viabilização do aproveitamento do soro de leite.

GESTÃO AMBIENTAL (1998), relata que o objetivo principal do aproveitamento tecnológico/racional do resíduo do laticínio é a redução dos custos de funcionamento de uma estação de tratamento de efluentes e agregar valor a um derivado lácteo, que pelas suas características nutricionais pode representar uma fonte a mais de receitas financeiras, confirmadas através da análise de viabilidade técnica-econômica neste trabalho.

Os resultados fornecidos pelo estudo da avaliação técnico-econômica comprovam a viabilidade de instalar uma unidade com capacidade de processar 500.000 litros de soro/dia, tendo em vista a grande disponibilidade de matéria-prima não aproveitada e indicadores financeiros TIR e VPL plenamente compatíveis com retorno esperado por possíveis empreendedores.

De outro lado à demanda interna por produtos derivados do soro de queijo, apontadas nas crescentes importações desses produtos (+ 30% ao ano, em média) justificam por se só a implantação de uma unidade no Brasil, que contribuiria para uma redução no déficit da balança comercial de US\$ 24,904 milhões (EMBRAPA, 2002).

O estudo locacional realizado neste trabalho mostrou que as unidades estudadas estão localizadas principalmente nas mesorregiões Sul/Sudoeste de Minas, Zona da Mata, Triângulo/Alto Paranaíba, Vale do Rio Doce e Metropolitana Belo Horizonte. Nas doze mesorregiões contém unidades consideradas neste estudo, no total de 371 e juntas geram o volume de 4.670.120 (quatro milhões seiscentos setenta mil e cento e vinte litros de soro/dia) conforme mostrado na Tabela 12.

Como não há o valor de comercialização para a matéria-prima (soro de queijo) no mercado (publicado) a ser utilizado como referência neste trabalho, sendo que o valor praticado por algumas empresas nos Estados de Minas Gerais e Paraná é de três centavos por litro, decidiu-se verificar o seu impacto sobre o investimento, através dos três cenários propostos.

Os três cenários (Otimista, Provável e Pessimista) mostraram que o projeto de investimento para a unidade processadora é dependente do preço a ser atribuída a matéria-prima (soro de queijo), pois o percentual dos componentes (produtos) de interesse contido no soro, somam 6,5%, sendo necessário grande volume, no caso, 500.000 litros de soro/dia.

O Cenário Provável é o mais realista, apresentou TIR igual a 20,56%, o VLP foi de R\$ 5.409.756,36 e o Tempo de Retorno do Investimento foi de 4 (quatro) anos. A maior parte do volume de soro produzido, atualmente não está sendo aproveitado, seria pouco provável que as empresas o entregaria a unidade processadora por um valor nulo que corresponde ao cenário Otimista, a não ser se elas obtiverem algum incentivo por parte dos órgãos governamentais ou por algum benefício que a unidade processadora oferecesse. Este cenário apresentou a TIR de 32,66% o VLP foi de R\$ 28.056.432,50 e o Tempo de Retorno do Investimento de dois anos. Quanto ao cenário Pessimista (valor do soro R\$ 0,10), os resultado para a TIR 6,88% foi menor que a TMA (Taxa Mínima de Atratividade) 15%, o Valor

Líquido Presente foi negativo (R\$ -17.236.919,79), não sendo, portanto, visto com bons olhos por organismos financiadores, mesmo apresentando o Tempo de Retorno do investimento igual a 7 anos.

O gráfico da análise de sensibilidade sumarizou as simulações de impacto nas variações dos parâmetros, sujeitos a influências na tomada de decisão do investimento.

Pode-se observar que o parâmetro que mais influenciou na TIR foi o custo atribuído à matéria-prima, em função da escala de variações definida na metodologia utilizada.

Através da utilização dos softwares MapInfo Profissional e LogWare foi possível digitalizar e localizar as unidades nos respectivos municípios, assim como, fazer a localização dos possíveis locais de implantação da unidade processadora, unidade concentradora e armazenadora. Os municípios candidatos que atendem a disponibilidade do soro (500.000 litros) a ser utilizado foram: Três Corações (Sul/Sudoeste de Minas), Ibiá (Triângulo/Alto Paranaíba), Resplendor (Vale do Rio Doce), Muriaé (Zona da Mata), Contagem (Metropolitana Belo Horizonte), conforme estão mostradas nos mapas.

O Quadro 27 exhibe os municípios, volumes disponível em suas redes de captação de soro e as suas respectivas taxas de transporte.

Quadro 27 – Municípios candidatos para instalação da unidade processadora

<b>Municípios</b>	<b>Volume Disponível na Rede Captação (l)</b>	<b>Taxa de Transporte</b>
1 - Contagem	520.905,00	0,91664
2 – Ibiá	707.280,00	1,04428
3 – Muriaé	529.585,00	0,77529
4 – Resplendor	694.785,00	1,04428
5 – Três Corações	609.700,00	1,04664

Verifica-se no Quadro 27 que dentre os cinco municípios, o que apresenta maior possibilidade de receber a unidade processadora de soro de queijo é o Município de Ibiá, situado na mesorregião Triângulo/Alto Paranaíba foi escolhido por possuir maior volume de soro disponível na rede de captação e a segunda maior taxa de transporte, conforme mostra a Figura 46.

O Estados Unidos são o maior produtor mundial de produtos de soro, fabricando mais de 800.000 toneladas anualmente de derivados de soro em pó (USDEC, 1998). Parte deste soro está vindo para o nosso país, conforme dados já citados. Caso não houvesse uma vantagem que seja, eles estariam, ainda processando o soro oriundo da industrialização do soro, acreditamos que não. Porque nós devemos continuar a sua importação, se países como

Portugal, Argentina, Israel e Nova Zelândia que não estão entre os dez maiores produtores de leite, mas já estão com suas unidades processadoras de soro instaladas.

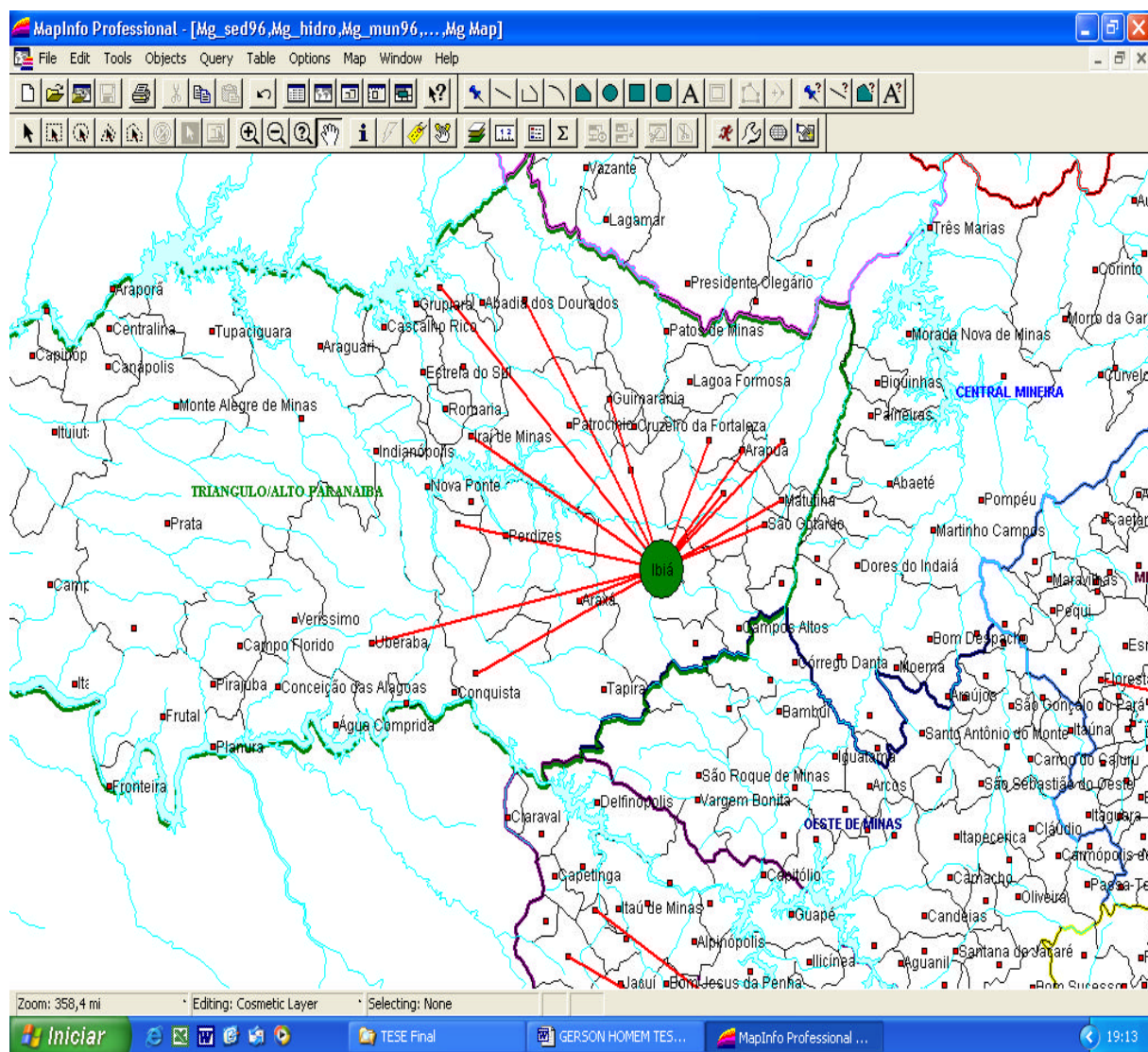


Figura 46 – Unidade Processadora localizada no município de Ibiá, com sua rede de captação de soro de queijo.

Já que há a possibilidade de fazermos o seu aproveitamento. E agora que sabemos que há viabilidade técnico-econômica para uma unidade processadora de quinhentos mil litros de soro e outras vantagens como ambiental e nutricional. Poderíamos produzir soro em pó, proteína em pó e lactose em pó em Minas Gerais, geraríamos emprego, não haveria necessidade de importá-los e proporcionaríamos uma redução de custo e permitiria uma possibilidade a mais de agregar valor em toda cadeia do leite no Estado de Minas Gerais.

## 5. CONCLUSÃO

O Estado de Minas Gerais é composto por 853 (oitocentos e cinquenta e três) municípios, onde a agropecuária faz parte da sua história econômica e social desde os primórdios, vindo a conquistar grande projeção com a decadência do ouro, sendo a pecuária leiteira atividade de destaque praticada de forma mais ou menos expressiva em todos eles.

De acordo com a proposta de trabalho de estudar avaliação técnico-econômica e análise locacional de unidade processadora de soro de queijo em Minas Gerais, chegou-se as seguintes conclusões:

O soro de queijo é produzido em todas as unidades em maior ou menor volume e está diretamente relacionado com a capacidade instalada e o índice técnico de processamento. Constatou-se que as empresas que têm a capacidade instalada até cinquenta mil litros de leite, apresentam menor índice técnico (0,147), o que mostra que o percentual do volume captado de 35 %, é industrializado e em média 42% deste percentual é destinado ao fabrico do queijo. Já para as unidades com capacidade instalada acima de cinquenta mil litros, o valor encontrado foi de 0,56, onde 80% do volume de leite é processado e 70% deste volume é destinado a fabricação de queijo.

Quanto à distribuição espacial das indústrias nas mesorregiões de Minas Gerais, verificou-se que não há concentração em uma área específica e sim predominância nas mesorregiões: Triângulo/Alto Paranaíba, Metropolitana Belo Horizonte, Sul/Sudoeste de Minas e Zona da Mata. Este padrão locacional está diretamente relacionado à maior população e maior concentração de produtores de leite nessas regiões, mostrando que a indústria deve instalar-se próximo às regiões produtoras e aos centros consumidores, como propõe a teoria de localização.

O volume de soro calculado nas unidades laticinistas consideradas neste estudo, localizadas nas mesorregiões do Estado de Minas Gerais, foi de quatro milhões seiscentos e setenta mil cento e vinte litros de soro/dia, muito acima da necessidade da unidade processadora dimensionada neste trabalho, mostrando que seriam necessárias 10 (dez) unidades processadoras para absorver todo o soro gerado pelas empresas.

O Brasil, no ano de 2002, importou 36.631 toneladas de soro em pó, correspondendo a um valor de US\$ 24,9 milhões FOB. Verificou-se que somente os laticínios que compõem este estudo poderiam suprir as necessidades de importação do país, gerando ainda um excedente exportável ou comercializável em nossos nichos de mercado interno.

A unidade processadora produziria 11.648 toneladas/ano que suprimiria 32,1% das importações feitas pelo Brasil no ano de 2002, com o custo de produção de R\$ 1,388/Kg de produto em pó.

A análise da viabilidade técnico-econômica feita demonstrou que para processar 500.000 (quinhentos mil) litros de soro/dia, necessita de um montante de investimento de R\$ 54.814.700,00 (cinquenta e quatro milhões, oitocentos e quatorze mil e setecentos reais) – US\$ 18,271,566.00, valor este em concordância com algumas unidades instaladas em Israel, Portugal, Argentina e Nova Zelândia, dimensionadas para aproveitar 1.000.000 litros de soro/dia, onde os investimentos atingiram aproximadamente US\$ 35,0 (trinta e cinco milhões de dólares)

Os resultados dos cálculos da viabilidade mostraram que existe viabilidade econômica para o projeto de investimento proposto para processar quinhentos mil litros de soro/dia. Foram feitos três cenários para verificar a influência do valor da matéria-prima na viabilidade. A Taxa Interna de Retorno para o cenário Otimista foi de 32,66% o Valor líquido Presente igual a R\$ 28.056.432,50 e Tempo de Retorno do investimento foi de 2 anos. Para o cenário Provável, a Taxa Interna de Retorno foi de 20,56% o Valor Líquido Presente igual a R\$ 5.409.756,36 e o Tempo de Retorno do investimento foi igual a 4 anos. No cenário Pessimista a Taxa Interna de Retorno foi de 6,88% o Valor Líquido Presente foi negativo R\$ - 17.236.919,79 e o Tempo de Retorno do investimento foi de 7 anos.

Conclui-se que o cenário Provável é o mais realista e que comprova a viabilidade técnica-econômica deste estudo.

Os resultados obtidos do estudo da análise locacional mostraram que há volume de soro acima da capacidade de processamento da unidade projetada e que muitos locais podem ser escolhidos para a sua localização.

Foi possível desenvolver um modelo locacional composto de unidades processadoras, para a utilização de todo soro gerado e não aproveitado pelas unidades estudadas neste trabalho. Os locais escolhidos para as unidades processadoras foram os municípios de Contagem, Resplendor, Três Corações, Muriaé e Ibiá.

A análise locacional concluiu que para localizar uma unidade processadora, o Município de Ibiá é o melhor local.

Conclui-se, também que não podemos mais tratar o soro de queijo como um resíduo (efluente industrial) e sim como uma matéria-prima que apresenta valor nutricional e funcional e principalmente econômico, pois se processado utilizando os processos propostos, pode reduzir custos e possibilitar uma oportunidade a mais de agregar valor ao longo da cadeia do leite, como também reduzir os custos intangíveis referentes à questão ambiental, não considerados neste estudo. Em alguns países já o denominam como um produto originário do processamento do queijo.

## 6. TRABALHOS FUTUROS

O modelo mostrado na Figura 47 fica de proposta de ponto de partida para novos estudos de viabilidade técnico-econômica e locacional que objetivem o processamento de todo o soro produzido por empresas localizadas no Estado de Minas Gerais, podendo ser ampliado para o Brasil. Ele apresenta unidades processadoras, concentradoras e armazenadoras.

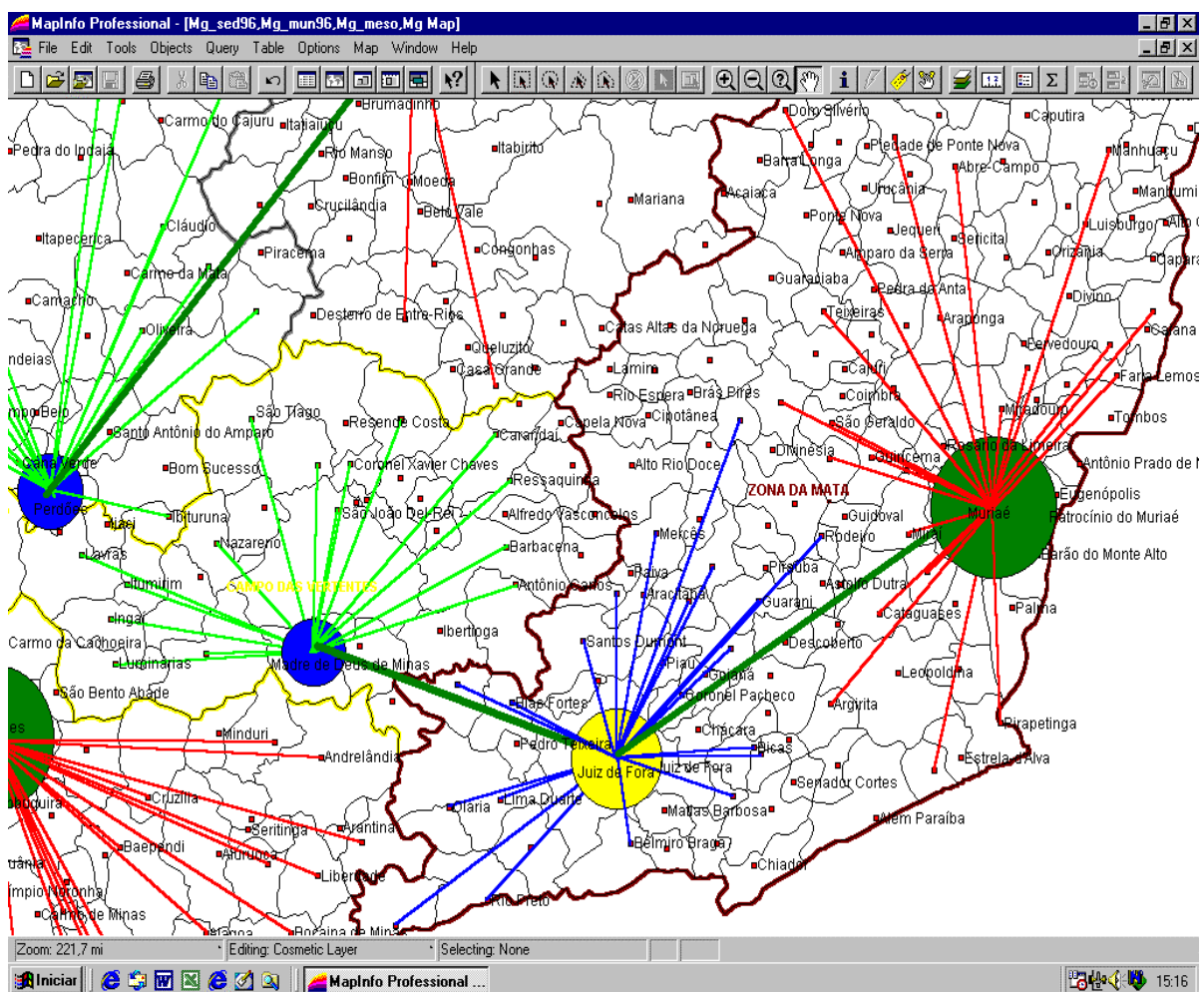


Figura 47 – Modelo proposto para o processamento de soro para as empresas estudadas.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIQ - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO. Controle da poluição em indústria de queijo. In: **Leite e derivados**, n. 21, mar/abr. p. 64-65, 1995.
- ABIC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE QUEIJOS - ABIQ. "O alvo é mostrar a importância de consumir mais queijos". **Leite e Derivados**, v. 1, n., p. 3-6, 1991.
- ABIC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE QUEIJOS - ABIQ. "O aumento do consumo de queijos". **Leite e Derivados**, v. 5, n., p. 10-16, 1998.
- ADRIAN, J. **Valeur alimentaire du lait**. Paris: La Maison Rustique, 1973. 229 p.
- AHLSTEDT, S., CARLSSON, B. Antibodies in human serum and milk induced by entero bacteria and food proteins. **Immunology of the Gut**. Excerpta Medica Amsterdam, p. 115-134, 1977
- AKINC, U., KHUMAWALA, B. M. An efficient branch and bound algorithm for the capacitated warehouse location problem. **Management Science**, 23 (6): 585-94, 1977.
- ALMEIDA, K.E de, *et al.* Avaliação sensorial de bebida láctea preparada com diferentes teores de soro, utilizando-se dois tipos de cultura láctea. In: **Indústria de laticínios**, mar./abr. p. 50-54, 2001
- AMANTE, E. R. **Proposições metodológicas para a minimização e valorização de resíduos de feculárias e das indústrias processadoras de aves, suínos e pescados do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 1997. 187 f. Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina.
- AMANTE, *et al.* Um panorama da tecnologia limpa na indústria de alimentos. In: Bol. SBCTA, 33(1):16-21, jan/jun. 1999
- ANTUNES, P. A. Location analysis helps manage solid waste in central Portugal. **Interfaces**, v. 29, n. 4 July-August, p. 32-43, 1999
- Anuário Estatístico. Editora MILKBIZZ, 1999 e 2000. São Paulo.
- APV SYSTEMS. Apv dryer handbook. Copenhagen, 2001
- ARONOFF, S. Geographic Information Systems: A Management Perspective, WDL Publications: Ottawa, 1989.
- AURAND, L.W. *et al.* **Food composition and analysis**. Van Nostrand Reinhold. USA, 1987

- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos – planejamento, organização e logística empresarial**. 4ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001
- BARTEZZAGHI, E.; COLORNI, A.; PALERMO, P. C. A search tree algorithm for plant locations problems. **European Journal of Operational Research**. 7: 371-79, 1981.
- BARTH, C.A., SCHLIMME, E.. Milk proteins: Nutritional, Clinical, **Functional and Technological Aspects**, 1988, pg 72-111.
- BATALHA *et al.* **Gestão agroindustrial**. São Paulo: Atlas, 1997.
- BELLO, C. V. V. **Zeri – Uma proposta para o desenvolvimento sustentável, com enfoque na qualidade ambiental voltada ao setor industrial**. Florianópolis, 1998. 107 f. Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina.
- BRAILE, P. M. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. In: Tratamento de despejos de laticínios. CETESB. São Paulo, FESB. São Paulo, 1971.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamento Técnico de Identidade dos Queijos. Portaria 146. Disponível:< <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa> > acesso em janeiro 2001
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para bebidas lácteas. Portaria nº 57. Disponível:< <http://www.agricultura.gov.br/das/dipoa>> acesso em janeiro 2002
- BREALEY, R. A., MYERS, S. C. **Principles of corporate finance**. New York: McGraw-Hill, 1992.
- BRUNI, A. L., SOUZA, A. F. e LUPORINI, C. E. A determinação do valor da empresa com base no FCD: Um estudo de caso. Anais do II SemeAd FEA/USP. São Paulo, 1997.
- BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. Rio de Janeiro: Campus, 1984. 266p.
- BURROUGH, P. A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Monographs on Soil and Resources Survey No 12, Oxford University Press: New York, 1986.
- BUZAI, G. D. e DURÁN, D. Enseñar e investigar com sistemas de información geográfica. Argentina, 1990.
- CAMARA, G. e FREITAS, U. Perspectivas em SIG in Revista Fator GIS n o 10 Ano 3, Sagres Editora, Curitiba, 1995.
- CAL-VIDAL, J. Ultrafiltração de soro láctico e aproveitamento de seus componentes. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 1978, Juiz de Fora, **Anais...** Juiz de Fora: ILCT, 1978. p. 86-105.
- CASAROTTO FILHO, N. e KOPITKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão**. 5.ed. São Paulo: vértice, 1992. 325 p.
- CASTAIGNE, F., GOULET, J. Tratamientos y procesos em la industria lechera. In: AMITO, J. **Ciencia y tecnologia de la leche**. Acribia S.A Zaragoza, p. 159-194, 1991

- CETEC, MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de ciência e tecnologia. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC). Belo Horizonte. **Manual para fabricação de laticínios**, 1985.
- CHERYAN, M., et al. Food and beverage industry applications. In: NOBLE, R. D. **Membrane separations technology**. Principles and applications. Elsevier, p. 415-465 1999.
- CHRISTOFIDES, N., BEASLEY, J. E. Extensions to a lograngean relaxetion approach for the capacitated werehouse location problem. **Euroean Journal of Operatinal Research**, 12: 19-28, 1983
- CLEMENTE, A. **Projetos empresariais e públicos**. São Paulo: Atlas, 1998. p. 341
- COELHO, N. C. As exportações agrícolas numa perspectiva de comércio exterior. **Revista de Política Agrícola**, v., n. 3, p. 6-27, 1997.
- CONTADOR, C. R. **Avaliação social de projetos**. São Paulo: Atlas, 1981. 301 p.
- COSTA, R. C. Obtenção de lactose a partir de permeado de soro de queijo e permeado de leite. **Campinas, 1995. 75 f. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.**
- COTON, S.G. Ultrafiltration - fractionation applications. **Journal of the Society of Dairy Technology**, v. 27, n. 3, p.: 121-7. 1994.
- DAIRY MANAGEMENT INC. **Opportunities for membrane filtration for milk**. Disponível: < <http://www.extraordinarydairy.com> >Acesso em março 2000.
- DALLAS, P. O uso de derivados de soro em aplicações de produtos de consumo. In: **Leite e derivados**, Ano 8, nº 46, mai/jun, p. 48-50, 1999.
- DASKIN, M. **Network and discret location**. New York: John Wile and Sons, 1995
- DE NEGRI, J. A. et al. Lácteos. In: **Competitividade de grãos e cadeias selecionadas do agribusiness**. IPEA, Brasília, 1998.
- DREZNER, Z. Facility location: a survey of applications and methods. Springer-Verlag, New York, 1995.
- DUMAIS, R. et al. Queso. In: AMIOT, J. **Ciencia y tecnologia de la leche**. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España, p. 249-296. 1991
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Estatística da Produção de leite em Minas Gerais. EMBRAPA DE LEITE, Juiz de Fora, 2003.
- ERKUT, E., NEUMAN, S. Analytical models for locating undesirable facilities. **European journal of operational research**. v. 40, p . 275-291, 1989
- ERKUT, E., VERTER, V. "Hazardous materials logistsc". In **Facilities location**. New York: Z. Drezner, 1996. p. 467-506
- FARO, C. **Crítérios quantitativos para a avaliação e seleção de projetos de investimento**. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1971. 142 p.
- ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO. Reambulação, Ministério do Exército, Manual Técnico Serviço Geográfico T 34-703. Fator Gis, Junho 1999,
- FAO. Suero - una fuente de proteínas con gran Poteñcial. **Boletin Mensual de Economia y Estadística Agrícolas**, v.23, n. 4, 1974.

- FENSTERSEIFER, J. E.; GALESNE, A. e ZIEGELMANN, J. A utilização de técnicas analíticas nas decisões de investimentos de capital das grandes empresas do Brasil. **Revista de Administração**, São Paulo, 22(4), 70-78, out-dez 1987
- FERREIRA, C. L. de L. F. Relevância da utilização de soro e leite na indústria de laticínios. In: **Indústria de laticínios**. set/out. p. 39-40, 1997.
- FIELD, R. Processos de separação por membranas. In: **Curso de Extensão Universitária**. Universidade Federal do Paraná, 14-18/06/99.
- FISCHBECK, P.: "GIS: More than a Map". *OR/MS Today*, 42-45, Aug. 1994.
- FRANÇA, P.M. Análise de localização: usos, modelos e técnicas de solução. Campinas (SP), UNICAMP, 1980. 23 p.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO – FJP. Dados estatísticos da produção e consumo de leite. In. Revista EXAME. Informe publicitário, Janeiro 2002
- FURTADO J. S. *et al.* Manual de Prevenção de Resíduos na fonte & Economia de Água e Energia. In: Fundação Vanzolini e Departamento de Engenharia de Produção. Versão de 1998. Disponível: < <http://www.vanzolini.org.br/tecnologiaimpa/artigos> > Acesso em março 2000
- FURTADO, J. S. Novas políticas e a indústria social e ambientalmente responsável. Fundação Vanzolini & Depto de Engenharia de Produção. Escola politécnica, USP. Disponível: < <http://www.vanzolini.org.br/tecnologiaimpa/artigos> > Acesso em março 2000.
- FURTADO, M. M. Metodologia básica de fabricação de queijo reino. In: **Indústria de laticínios**. Jan/fev. p. 26-28. 1999.
- FURTADO, M. Tratamento de efluentes. Setor primário compensa escassez de obras públicas. In: **Química e derivados**, abril, 2001. p. 14-28.
- GALVÃO, R. D. e RAGGI, L. A. A method for solving to optimality uncapacitated locatoin problems. **Annals of Operations Research**. V. 18, 1989. p. 225 – 244
- GEA NIRO INC. Membrane filtration: reverse osmosis, nanofiltation, ultrafiltration and microfiltration. Gea Filtration, Hudson, 2002.
- GEIPOT - **Transporte e armazenagem**. Brasília (DF),. v. 3, 1982. 175 p.
- GERSDORFF, R. C. J. von . Identificação e Elaboração de projetos. **Manual de engenharia econômica** , Rio de Janeiro: Zahar, 1979. 349 p.
- GESTÃO AMBIENTAL – Protege a natureza, reduz custos e melhora a imagem da marca. In: **Indústria de laticínios**. Nov/dez, , 1998. p. 36-41
- GIROTO, J. M. Soro de leite nos laticínios do Estado do Paraná, oportunidades e restrições. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Paraná – UFPR Curitiba, 2001.
- GONZÁLEZ SISO, M. I. The biotechnological utilization of cheese whey: **a review**. **Published by Elsevier Science Limited. Great Britain**. 1996.
- GPS MAPPING SYSTEMS. General reference, Trimble Navigation Limited, Sunnyvale, California, 1994
- GREENHUT, M. L. **Plant location on the theory and practice**. Chapel-hill, University of North Caroline Press, 1959. 338 p.

- HAKIMI, S. L. Optimum location of switching centers and the absolute centers and the medians of a graph. **Operation Research**, 12: 450 – 459, 1964.
- HAKIMI, S. L. Optimum distribution of switching centers in a communication network and some related graph theoretic problems. **Operation Research**, 13: 462-475, 1965.
- HANDLER, Y. G., MIRCHANDANI, B. P. **Location on networks**. Massachusetts, Mit Press, 1979. p. 233
- HANSEN, P., LABBÉ, M., PEETERS, D. e THISSE, J. F. "Facility location analysis". In **Systems of cites and facility location**. London : Academic Publishers, 1988. p. 1-70
- HARPER, W. J. Functional properties of whey protein concentrates and their relationship to ultrafiltration. In: **New applications of membrane processes**. IDF special Issue 9021, Belgiun, p. 77-107, 1991.
- HEINE, W. E., KLEIN, P. D., e REEDS P. J.. The importance of a-lactalbumin in infant nutrition. **J. Nutr.** 121: 277-283, 1991.
- HILLSMAN, E. L. The p-median structure as a unified linear model for location-allocation analysis. **Environmental and planning A.**, 16: 305-318. (1984)
- HITCHCOCK, F. L. The distribution of a product from several sources to numerous localities. **Journal of mathematics and physics**. n.º 20: 224-30, 1941.
- HOLANDA, N. **Planejamento e projetos**. 12ª Ed., UFC/Nilson Holanda, Fortaleza, 1983.
- HOLLANDA, R. T. – Descentralização Industrial. Câmara dos Deputados. Assessoria Legislativa. Centro de Documentação e Informação. Coordenação de Publicações. Brasília. 1982.
- HOWARD, J.B. e REES, D.C. Perspectives on non-heme iron protein chemistry. In: **Advances in Protein Chemistry**, vol. 42, 1991, pg 199-272.
- HUGUNIN, A. O uso de produtos de soro em iogurte e produtos lácteos fermentados. In: **Leite e derivados**. Ano IX, n. 49, nov./dez, p. 22-29, 1999.
- IBGE – Instituto Brasileiro Geografia e Estatística. Senso estatístico: anuário, 2002.
- ISARD, W. Location and space economy. Ney York: John Wiley and Sons, 1956.
- JANK, Marcos Sawaia e GALAN, Valter Bertini – “Competitividade do Sistema Agroindustrial do Leite”, PENZA/USP, nov. de 1998, (Versão Final, Divulgação Restrita).
- JARVINEN, P.J. e RAJALA, J. A branch and bound algorithm for seeking the p-median. **Operations Research**, 20, 173-178, 1972.
- JELLEN, P. Pressure-driven membrane processes: principles and definitions. In: **New applications of membrane processes**. IDF special issue. 9201, Belgiun, p. 07-14, 1991
- KIPERSTOK, A. **Tecnologias limpas. Porque não fazer já o que certamente virá amanhã**. Disponível: < <http://www.fieb.org.br/articles> > acesso em 25/05/2000.
- KOEHLER, J. C. **Caracterização da bovinocultura de leite do Estado do Paraná**, II Edição, Governo do Estado do Paraná, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, Curitiba, 2000.
- KOEHLER, J. C. Leite. In: **Acompanhamento da situação agropecuária do Paraná**. Secretaria de Estado da Agricultura/DERAL/CEPA/Pr.1999

- LAGRANGE V. e DALLAS P. Aplicações de derivados de soro em produtos lácteos. In: **Indústria de laticínios**. jan/fev, p. 49-51, 1998
- LAGRANGE, V. et al. **Inovação de produto com concentrados de proteína de soro de leite dos U.S.A.** Boletim SBCTA, 31.(1): 17-21, jan./jun. 1997.
- LEITE, J.C. **Metodologia para elaboração da carta de susceptibilidade à contaminação e poluição das águas subsuperficiais**. Universidade de São Paulo, Tese de Mestrado. Escola Superior de Engenharia de São Carlos, 1999. 189 pág.
- LORENA, L. A. N. e SENNE, E. L. F. Improving traditional subgradient scheme for lagrangean relaxation: an application to location problems. **International Journal of Mathematical Algorithms**, 1: 133-151, 1999.
- LOVATO, L., ARANHA, C. R., GOES NETO, F. M. Sistemas de informação geográficas; uma abordagem aos mecanismos de coleta e tratamentos dos dados e uma apresentação de ferramentas ao trato de informações geográficas referenciadas; Relatório Técnico 01-01/92, 1992.
- LOVE, R., MORRIS, J. e WESOLOWSKI, G. **Facilities location**. New York: North-Holland, 1988
- MACHADO NETO, J. R. Localização de indústria de moagem de calcário agrícola no Estado de Goiás. Viçosa (MG), U.F.V., Imprensa Universitária, 1979. 110 p. (Tese M. Sc.)
- MACHADO, R. M. G. da S. **Sistemas de tratamento e controle ambiental utilizado nas indústrias de laticínios**. In: Seminário “Efluentes de Laticínios: Alternativas Tecnológicas e Viabilidade Econômica”. ITAL, 29 e 30/06/00
- MADRID, A. El suero de queserías. In: **Manual de Tecnología quesera**. Espanha, AMV Ediciones Mundi Prensa, p. 209-221, 1995
- MAPA/SIF – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Serviço de Inspeção Federal. Relação de estabelecimentos de laticínios no Estado de Minas Gerais. 2002
- MARGARIDA, G. Í. Análise da adequação de uma hierarquia de Classes Básicas para modelagem conceitual de SIG através de um estudo de caso . PPGCC da UFRGS. Porto Alegre, 1998.
- MAIMON. D. **Passaporte Verde**. Gestão ambiental e competitividade. Rio de Janeiro. Qualitymark Editora. 1996.
- MARIETTO, Maria das Graças B.. Um modelo de Localização Industrial: Estudo de Potencialidade de Agroindústrias no Estado de Mato Grosso do Sul. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas) –Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990.
- MASSOTE PRIMO, Wilson; “Leite: Mercosul em busca da auto-suficiência”; in Revista Indústria de Laticínios, ano I, no. 4m, setembro/96, p. 12.
- MASTER, K. Meeting powder requirements in spray drying equipment. Quarterly Bulletin of the Powder Advisory Center. v. 2, n.º1, 1971.
- MATEUS, G. R. Critério para fixação de facilidade para um programa de localização capacitado. . Rio de Janeiro (RJ), COPPE/UFRJ, 1986. 152 p. (Tese de Doutorado)

- MEIRELES, Almir José - “Desafios da Qualidade do Leite Cru no Brasil e Posição do País no MERCOSUL”, palestra proferida no ENCONTRO SOBRE QUALIDADE DO LEITE LONGA VIDA, S. Paulo, dez. 1997).
- MELLO, E. M. Obtenção e caracterização de concentrado protéico de queijo, por ultrafiltração. Campinas: UNICAMP, 1989. P. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, 1989.
- MELNICK, J. **Manual de projetos de desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Entrelivros Cultural, 1978. p. 293
- MILK & MORE. Whey a valuable raw material. **Dairy consulting milk & Whey ingredients**. 2000.
- MILKIBIZZ, Editora. **Anuário Estatístico**, 1999 e 2000. São Paulo.
- MINAS AMBIENTE/CETEC. **Pesquisa tecnológica para controle ambiental em pequenos e médios laticínios de Minas Gerais: diagnóstico**. Belo Horizonte: 2.v, 1998.
- MINAS AMBIENTE/SILEMG. **Projeto de tratamento de efluentes da indústria de laticínios**. Belo Horizonte, 2000.
- MING, P. O uso de soro de leite e concentrados protéicos de soro na indústria de carne. In: **Revista nacional da carne**. Ago. p. 60., 1998.
- MOOR, C. V. Whey proteins: manufacture. In: FOX, P.F. **Developments in Dairy Chemistry**. nº 4. Elsevier applied science. London and New York, p. 245-284, 1989.
- MOORE, S.A., *et al.* Three dimensional structure of diferic bovine lactoferrin at 2.8 Å resolution. **J. Mol. Biol.**, 1997. p. 274, 222-236
- MOSQUIN, M.C.A.V. *et al.* Desenvolvimento de “soft-drinks”. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, XVI, Juiz de Fora, 1999. **Anais**. Revista do Instituto Cândido Tostes. P. 164-175, 1999.
- MULLER, L.L. Milk proteins in food. **Process Biochemistry**, v., n., p. 7-9, 1974.
- NEEBE, A.W. A branch and bound algorithm for the p-median transportation problem. **Journal of the Operational Research Society**, 29, 989-995, 1978.
- NEVES, A. L. R. A. **Viabilidade técnico-econômica e análise de risco da implantação de microcervejarias no Brasil**. Universidade Federal de Viçosa. Tese de Mestrado. Viçosa, 1996.
- NICHOLS, T.E. Transportation and regional development in agriculture. **American Journal of Agricultural Economics**, 51 (5): 1455-63, 1969.
- NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários**. Administração financeira, orçamento e avaliação econômica. Piracicaba: FEALQ, 1981. 274.
- OLIVEIRA, C. Dicionário Cartográfico 4. Ed. IBGE: Rio de Janeiro, 1993.
- OLIVEIRA, J. A. N. **Engenharia econômica: uma abordagem às decisões de investimento**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1982. 172 p.
- PAPA, J. L. **Visão geral: tratamento de efluentes em laticínios**. In: Seminário “Efluentes de Laticínios: Alternativas Tecnológicas e Viabilidade Econômica”. ITAL, 29 e 30/06/00

- PAULI, G. **Emissão Zero – A busca de novos paradigmas: o que os negócios podem oferecer à sociedade**. EDIPUCRS, Porto Alegre, RS. 1996.
- PAWLOWSKY, U. Curso de mestrado em tecnologia química, área de concentração tecnologia de alimentos. Curitiba. UFPR, 1999, 50 p. **Apostila da disciplina: Tratamento e aproveitamento de resíduos industriais.**
- PAWLOWSKY, U. Reaproveitamento de Resíduos Industriais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL XII, Curitiba, 1983. **Anais**. SUREHMA. Curitiba- Paraná. 1983.
- PITZ, J. C. Sistemas de informações geográficas. **Centro de Ciências Agrárias**. UFSC. 2001.
- POIRIER, C. C., REITER, S. E. **Supply chain optimization: building the strongest total business**. 1. ed. San Francisco: Berrett-Koehler, 1996. 300 p.
- PONZANO, E.H.G *et al.* Fermentação do soro de queijo por *Kluyveromyces Fragiles* como uma alternativa para redução de sua capacidade poluente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 15 (1):170-173, jul-dez. 1995.
- PORTER, J. M. G. The present nutritional status of milk proteins. **Journal of the Society of Dairy Technology**, v. 31, n.4, p.199-202, 1978.
- PRIMO, W. M. **Restrições ao desenvolvimento da indústria brasileira de laticínios**. Disponível em < <http://www.terraviva.com.br/estudos/analises> > acesso em 02/01/01
- QASSIM, R. Y. Minimização de rejeitos. In: SEMINÁRIO DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS. III, Búzios, 1995. **Anais**. ABES (org.) Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e ambiental. Rio de Janeiro, Búzios, p. 63-105, 08/12/05/1995.
- RAGGI, A. L. Método de solução para problemas de localização não capacitados. Rio de Janeiro: UFRJ, 1987. p. 271 Dissertação (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1987.
- REED JUNIOR, R. **Localizacion, “layout” y mantinimiento de planta**. Buenos Aires: El Ateneo, 1971. 222 p.
- REIS, G. L. Sistema de gestão ambiental em laticínios. In: **Revista Cândido Tostes**. n. 308, mai/jun., 54 :35-47, 1999.
- REITER, B. **The biological significance of the non-immunoglobulin protective proteins in milk**. In: **Developments in Dairy Chemistry - 3, 1985, pg. 281-336**.
- RENNER, E., M.H. ABDEL-SALAN. Utilization of permeate. In: **Application of ultrafiltration in the dairy industry**. Elsevier Science Publishers Ltda. London and New York, p. 315-343, 1991
- REVELLE, C. e LAPORTE, G. The plant location problem: new models and research prospects. **Operations Research**, v. 44 no. 6, 1996. 864 - 874
- RIBEIRO, C. V. T. Como fazer projetos de viabilidade-econômica: manual de elaboração. Cuiabá: Edunic, 2000.
- RICHARDS, N. S. P.S. Emprego racional do soro láctico. In: **Indústria de laticínios**. p. 67-69. mai/jun 1997.

- RICHARDSON, H. W. **Economia regional, teoria da localização, estrutura urbana e crescimento regional**. Rio de Janeiro: Zahar, 1981. 421 p.
- RICHTER, G. O. Bovinos de Leite. In: **Acompanhamento da situação agropecuária do Paraná**. Secretaria de Estado da Agricultura/DERAL/CEPA/Pr. v. 1. p. 27-34, maio/98
- RODRIGUEZ, M. O B. Optimizacion de la explotación de abastecimientos mediante indicadores de gestión – Curso M19 /1997 – Grupo Mecanica de Flúidos – UPV – Valência: Espanha, 1997
- ROLLAND, J. Sub-produtos lácteos. In: AMIOT, J. **Ciência y tecnologia de la leche**. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España, p. 371-393, 1991
- SALEJ, S. B. **Impactos da liberalização comercial sobre a qualidade ambiental – países em desenvolvimento**. Disponível: < <http://www.unilivre.org.br/artigos> > acesso em dezembro 00
- SANCHES, C. S. Mecanismos de interiorização dos custos ambientais na Indústria: Rumo a mudanças de comportamento. In: **Revista de administração de empresas**. São Paulo, v. 37, n.2, , abr/jun. p. 56-67. 1997.
- SANTOS, H. do N. Métodos de solução para problemas de localização capacitadas com ou sem restrição de fonte única. Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990.
- SAUL, N. **Análise de investimentos: criterios de decisão e avaliação de desempenho nas maiores empresas do Brasil**. Porto Alegre: Ortiz, 1992. 283 p.
- SCOTT, J.T., CHALITA, L.E. Modelo para determinar el numero, tamaño y localización optima del fabricas. IN: SCOTT,J.T., HOFFMANN, A. R. **Modelos del minimización del costos**. Chipingo, México. Talleres Gráficas de la Nacion, 1971. Cap. 4 p. 61-77. 78 p.
- SEBRAE / MG. **Diagnóstico da indústria de laticínios do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1997. 270 p.
- SGARBIERI, V. C. Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Livraria Varela, 1996.
- SGARBIERI, V. C. A nata do soro. Universidade Estadual de Campinas. Campinas: UNICAMP, 2002.
- SILVA, C. A. B. **Avaliação financeira de projetos com auxilio de planilhas eletrônicas**. Viçosa, MG: UFV, 1992. 27 p.
- SOARES, M. G., DEE, T. M. e CAIXETA FILHO, J. V. Logística da coleta de leite na Inglaterra: oportunidades para a redução de custos. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, v. 11, n.131, 1997. p. 11-15
- SOTTIEZ, P. Produtos derivados das Fabricações Queijeiras. p.397-436. In: LOUQUET, F. M. **O Leite**. 2º vol. Coleção Euroagro. Publicações Europa-américa. Portugal, 1985.
- SOUCEK, B. and The IRIS Group. Neural and Intelligent Systems Integration: Fifth and Sixth Generation Integrated Reasoning Information Systems. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA, 1991.
- SPREER, E. **Lactologia Industrial**. Zaragoza, Editora Acríbia S.A. España, 1991

- STOLLSTEIMER, J. F. A working model for plant and location. **Journal of Farm Economics**, **45**(3): 631-45, 1963.
- SWAISGOOD, R. The benefits of dietary whey protein concentrate on the immune response and health. **S. Afr. J. Dairy Sci.**, **24**: No 24, 1996
- TEIXEIRA, A. Qual a Melhor Definição de SIG, Revista Fator GIS, n o 11 Ano 3, Sagres Editora, Curitiba,1995a.
- TEITZ, M.B. e BART, P. Heuristic Methods for Estimating the Generalized Vertex Median of a Weighted Graph. **Operations Research**, 16, 955-961, 1968.
- TEIXEIRA, A. A História dos SIGs, Revista Fator GIS, n o 10 Ano 3, Sagres Editora, Curitiba, 199b.
- TIMOFIECSYK, F.R et al. Minimização de resíduos em indústria de alimentos. In: **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**. Vol. 18, nº2 jul/dez p. 221-235, 2000.
- USDEC - United State Dairy Export Council. **Manual de referência para produtos de soro dos EUA**. Arlington,1997.
- USDEC - United State Dairy Export Council. **Whey users profile: Brazil**. Arlington: 1998
- USDEC. Aplicações do soro de leite em panificação. In: **Engenharia de alimentos**. nº 27, ano 5, p.29-35, 1999.
- VALLE, C. E. **Implantação de indústrias**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 354p.
- VAN DENDER, A. G. F. **Contribuição ao Estudo do uso da ultrafiltração de leite na fabricação de queijo minas frescal**. Campinas. SP, 1995, 176 f. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas.
- VEISSEYRE, R. Tecnologia de los productos derivados del lactosuero y la mazada. In: **Lactologia técnica**, Acríbia, Zaragoza, España, p. 573-592, 1988.
- VIEIRA, P. **Secagem: uma alternativa rentável**. In: Leite e derivados. **p. 46-48 1999**.
- VILLELA, P. R. de C. Instalação de postos de atendimento e venda de insumos numa cooperativa agrícola; uma aplicação do problema da mochila 0-1. Rio de Janeiro (RJ), COPPE/UFRJ, 1983. 169 p. (Tese M.Sc)
- VOGELAAR, R. de C. B. Recuperação de proteínas do soro do queijo tipo mussarela por coagulação e floculação com quitosana. Curitiba, 1996, 96 f. Dissertação de mestrado. Tecnologia Química, Universidade Federal do Paraná.
- Von ZUBEN, Fernando, “Sistema de Gestão Ambiental”, Palestra - Grande Fórum da Indústria Alimentícia - Grupo CATHO. julho/96
- VRIGNAUD, Y. Valorisation du lactosérum - une longue histoire. **Revue Laitiere Française**, v. 422, n. , p. 41-8, 1983.
- WASEN, I. **Whey: profit for the industry and environment protection**, Campinas: Westfalia Separator do Brasil, 1998. 22 p.
- WEBER, A. **Theory of the location of industries**. Chicago: University of Chicago, 1962. 256 p.

WILSON, J. D. GIS Innovations Invigorate Project Implementations. June 1998.

WOILER, S., MATHIAS, W. F. **Projetos: planejamento, elaboração, análise.** São Paulo: Atlas, 1986. 293 p.

ZALL, R. R. **Membrane processing of cottage cheese whey.** New York, U. S. Enviromental Protection Agency, 1977. 104 p.

## **ANEXOS**

Quadro A - Padrões dos EUA para Soro em Pó

Sabor	Normal, livre de sabor indesejáveis.
Aparência Física	Coloração uniforme, não-aglutinante, livre de grumos, praticamente livre de partículas escuras visíveis.
Contagem bacteriana estimada	CTM < 50.000/g
Coliformes	< 10/g
Gordura de leite	< 1,5%
Umidade	< 5,0%
Acidez	Não é parâmetro para classificação. Ajuda a diferenciar soro doce de soro ácido. Esta informação é fornecida no certificado.
<b>Análise opcionais</b>	
Proteína (Nx6,38)	> 11%
Alcalinidade das cinzas	< 225ml 0,1 N HCl//100g
Teor de partículas queimadas	< 15,0 mg

Fonte: USDEC, 1998.

Quadro B – Contendo as Mesorregiões, os Municípios com suas Respectivas Unidades											
I- SUL/SUDOESTE DE MINAS	N.º DE UNIDADES	Até 5	5 a 10	10 a 20	20-50	50-100	100-300	300 – 500	> 500	CAPACIDADE INSTALADA (mil l/d)	VOLUME DE SORO PRODUZIDO (l/d)
Coefficiente Técnico de Processamento		0,147				0,56					
Aiuruoca	1	1								5.000	735
Alagoa	3	2		1						30.000	4410
Alfenas	1	1								5.000	735
Alpinópolis	1			1						20.000	2940
Alterosa	1				1					50.000	7350
Andradas	1		1							10.000	1470
Andrelândia	3	2		1						30.000	4410
Arceburgo	1				1					50.000	7350
Baependi	2	2								10.000	1470
Bandeira do Sul	2	2								10.000	1470
Boa Esperança	1			1						20.000	2940
Bocaina de Minas	3	3								15.000	2205
Bom Jardim de Minas	1		1							10.000	1470
Bom Jesus da Penha	1		1							10.000	1470
Bom Repouso	2	1	1							15.000	2205
Borda da Mata	1	1								5.000	735
Caldas	8	5	2		1					95.000	13965
Camanducaia	1	1								5.000	735
Cambuí	2	1	1							15.000	2205
Cambuquira	1			1						20.000	2940
Campanha	2	1	1							15.000	2205
Campos Gerais	1				1					50.000	7350
Capitólio	1	1								5.000	735
Carvalhópolis	1				1					50.000	7350
Carvalhos	2	1			1					55.000	8085
Caxambu	1	1								5.000	735
Conceição das Pedras	1	1								5.000	735

Quadro B – (Cont...) Contendo as Mesorregiões , os Municípios com suas Respectivas Unidades											
1- SUL/SUDOESTE DE MINAS	N.º DE UNIDADES	Até 5	5 a 10	10 a 20	20-50	50-100	100-300	300 – 500	> 500	CAPACIDADE INSTALADA (mil l/d)	VOLUME DE SORO PRODUZIDO (l/d)
Coefficiente Técnico de Processamento		0,147				0,56					
Conceição do Rio Verde	1	1								5.000	735
Congonhal	1	1								5.000	735
Cordislândia	1	1								5.000	735
Cruzília	3	1	1		1					65.000	9555
Delfim Moreira	1	1								5.000	735
Delfinópolis	1		1							10.000	1470
Espírito Santo do Dourado	1	1								5.000	735
Estiva	1		1							10.000	1470
Extrema	1	1								5.000	735
Guaxupé	1	1								5.000	735
Heliodora	2		2							20.000	2940
Ibitiúra de Minas	2	1			1					55.000	8085
Inconfidêntes	1	1								5.000	735
Itamonte	8	6	2							50.000	7350
Itanhandú	1	1								5.000	735
Juruaia	1		1							10.000	1470
Lambari	1				1					50.000	7350
Liberdade	3	1	2							25.000	3675
Machado	1	1								5.000	735
Maria da Fé	2	2								10.000	1470
Marmelópolis	1	1								5.000	735
Mindurí	1	1								5.000	735
Monte belo	2	2								10.000	1470
Monte Sião	1	1								5.000	735
Muzambinho	2	2								10.000	1470
Natércia	1	1								5.000	735
Olímpio Noronha	1	1								5.000	735

Continua..

Quadro B – (Cont...) Contendo as Mesorregiões , os Municípios com suas Respectivas Unidades											
1- SUL/SUDOESTE DE MINAS	N.º DE UNIDADES	Até 5	5 a 10	10 a 20	20-50	50-100	100-300	300 – 500	> 500	CAPACIDADE INSTALADA (mil l/d)	VOLUME DE SORO PRODUZIDO (l/d)
Coefficiente Técnico de Processamento		0,147				0,56					
Passa Quatro	4	2	1		1					70.000	10290
Piranguinho	1	1								5.000	735
Poço Fundo	1	1								5.000	735
Poços de Caldas	6	3	2			1				135.000	61145
Pouso Alegre	3	1	1	1						35.000	5145
Pouso Alto	3	2			1					60.000	8820
Pratápolis	1			1						20.000	2940
Santa Rita de Caldas	4	3			1					65.000	9555
Santa Rita do Sapucaí	1	1								5.000	735
São Gonçalo do Sapucaí	4	3				1				115.000	58205
São João da Mata	1			1						20.000	2940
São Lourenço	3	2	1							20.000	2940
São Sebastião da Bela Vista	1	1								5.000	735
São Sebastião do Paraíso	1				1					50.000	7350
São Sebastião do Rio Verde	1	1								5.000	735
São Vicente de Minas	2	2								10.000	1470
Silvianópolis	2	2								10.000	1470
Soledade de Minas	1	1								5.000	735
Três Corações	2		1						1	710.000	393470
Três Pontas	1		1							10.000	1470
Varginha	3	1		2						45.000	6615
Wenceslau Braz	1	1								205.000	30135
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>	<b>85</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2.625.000</b>	<b>757575</b>

Continua..

Quadro B – (Cont...) Contendo as Mesorregiões , os Municípios com suas Respectivas Unidades s											
2 – CAMPO DAS VERTETES	N.º DE UNIDADES	Até 5	5 a 10	10 a 20	20-50	50-100	100-300	300 – 500	> 500	CAPACIDADE INSTALADA (mil l/d)	VOLUME DE SORO PRODUZIDO (l/d)
<b>Coeficiente Técnico de Processamento</b>		0,147				0,56					
Antônio Carlos	4	3	1							25.000	3.675
Barbacena	2	1	1							15.000	2.205
Carandaí	1	1								5.000	735
Carrancas	3	2		1						30.000	4.410
Coronel Xavier Chaves	1	1								5.000	735
Ingáí	1	1								5.000	735
Itumirim	2	1	1							15.000	2.205
Lagoa Dourada	1		1							10.000	1.470
Lavras	5	4			1					70.000	10.290
Luminária	4	3	1							25.000	3.675
Madre de Deus de Minas	1				1					50.000	7.350
Nazareno	3	3								15.000	2.205
Ressaquinha	2	2								10.000	1.470
Ritápolis	1			1						20.000	2.940
São João Del Rei	7	4	3							50.000	7.350
São Tiago	4	2	2							30.000	4.410
<b>TOTAL</b>	<b>42</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>					<b>380.000</b>	<b>55.860</b>

Q Quadro B – (Cont...) Contendo as Mesorregiões , os Municípios com suas Respectivas Unidades											
3 – METROPOLITANA BELO HORIZONTE	N.º DE UNIDADES	Até 5	5 a 10	10 a 20	20-50	50-100	100-300	300 – 500	> 500	CAPACIDADE INSTALADA (mil l/d)	VOLUME DE SORO PRODUZIDO (l/d)
<b>Coeficiente Técnico de Processamento</b>		0,147				0,56					
Belo Horizonte	4	2	1				1			320.000	170940
Caeté	1	1								5.000	735
Contagem	4	1			1		2			655.000	344085
Cristiano Ottoni	1	1								5.000	735
Entre Rios de Minas	1			1						20.000	2940
Florestal	1	1								5.000	735
Pará de Minas	1	1								5.000	735
Pedro Leopoldo	1	1								5.000	735
Sete Lagoas	2		1					1		510.000	281470
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>3</b>	<b>1</b>		<b>1.530.000</b>	<b>803110</b>

Quadro B– Contendo as Mesorregiões, os Municípios com suas Respectivas Unidades											
4 – ZONA DA MATA	N.º DE UNIDADES	Até 5	5 a 10	10 a 20	20- 50	50- 100	100- 300	300 – 500	> 500	CAPACIDADE INSTALADA (mil l/d)	VOLUME DE SORO PRODUZIDO (l/d)
Coefficiente Técnico de Processamento		0,147				0,56					
Abre Campo	1				1					50.000	7350
Argirita	1				1					50.000	7350
Belmiro Braga	2	1	1							15.000	2205
Bias Fortes	1	1								5.000	735
Bicas	1	1								5.000	735
Carangola	1			1						20.000	2940
Cataguases	1	1								5.000	735
Dom Silvério	1			1						20.000	2940
Espera Feliz	2	1			1					55.000	8085
Faria Lemos	3	2	1							20.000	2940
Guarani	2	2								10.000	1470
Guarara	1	1								5.000	735
Guiricema	2		2							20.000	2940
Juiz de Fora	6	4		1		1				140.000	61880
Lima Duarte	4	3				1				115.000	58205
Manhuaçu	2	1			1					55.000	8085
Mercês	1		1							10.000	1470
Miradouro	1	1								5.000	735
Mirai	7	5		1			1			345.000	174615
Muriaé	6	3	1		1			1		575.000	291025
Olaria	1	1								5.000	735
Oliveira Fontes	1	1								5.000	735
Paula Cândido	2	1	1							15.000	2205
Pequeri	1	1								5.000	735
Pirapetinga	1	1								5.000	735
Rio Casca	1				1					50.000	7350
Rio Novo	2	1		1						25.000	3675
Rio Pomba	2	1	1							15.000	2205
Rio Preto	1	1								5.000	735
Rodeiro	1	1								5.000	735
Santa Rita do Ibitipoca	2	2								10.000	1470
Santa Rita de Jacutinga	1		1							10.000	1470
Santana de Cataguases	2	2								10.000	1470
Santos Dumont	4	3	1							25.000	3675

Continua...

Quadro B – (Cont...) Contendo as Mesorregiões , os Municípios com suas Respectivas Unidades												
São Francisco do Glória	1	1									5.000	735
São Geraldo	2		1	1							30.000	4410
Senador Fermino	1		1								10.000	1470
Tabuleiro	3	3									15.000	2205
Teixeira	1	1									5.000	735
Visconde do Rio Branco	1	1									5.000	735
Volta Grande	1	1									5.000	735
<b>TOTAL</b>	<b>78</b>	<b>50</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>1.790.000</b>	<b>676130</b>

Quadro B – (Cont...) Contendo as Mesorregiões , os Municípios com suas Respectivas Unidades											
5 – OESTE DE MINAS	N.º DE UNIDADES	Até 5	05/out	out/20	20-50	50-100	100-300	300 – 500	> 500	CAPACIDADE INSTALADA (mil l/d)	VOLUME DE SORO PRODUZIDO (l/d)
Coeficiente Técnico de Processamento					0,147				0,56		
Aguanil	1	1								5.000	735
Bambuí	1	1								5.000	735
Carmópolis de Minas	1			1						20.000	2.940
Cláudio	1		1							10.000	1.470
Conceição do Pará	1	1								5.000	735
Formiga	1			1						20.000	2.940
Ibituruna	1	1								5.000	735
Iguatama	1			1						20.000	2.940
Itauna	1	1								5.000	735
Oliveira	1	1								5.000	735
Passa Tempo	1	1								5.000	735
Perdões	4	1	1	1	1					85.000	12.495
Pimenta	1	1								5.000	735
Piunhí	1	1								5.000	735
São Gonçalo do Pará	1		1							10.000	1.470
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>					<b>210.000</b>	<b>30.870</b>

Continua..

Quadro B – (Cont...) Contendo as Mesorregiões , os Municípios com suas Respectivas Unidades											
6 – VALE DO RIO DOCE	N.º DE UNIDADES	Até 5	5 -10	10-20	20-50	50-100	100-300	300 – 500	> 500	CAPACIDADE INSTALADA (mil l/d)	VOLUME DE SORO PRODUZIDO (l/d)
Coeficiente Técnico de Processamento		0,147				0,56					
Água Boa	2	1			1					55000	8085
Conselheiro Pena	3	2		1						30000	4410
Frei Inocência	1		1							10000	1470
Galiléia	1	1								5000	735
Governador Valadares	1			1						20000	2940
Guanhães	1							1		500000	280000
Ipanema	2	2								10000	1470
Itabirinha de Mantena	1		1							10000	1470
Mutum	1	1								5000	735
Resplendor	1								1	700000	392000
São José da Safira	1	1								5000	735
São José do Jacuri	1	1								5000	735
TOTAL	16	9	2	2	1			1	1	1355000	694785

Quadro B – (Cont...) Contendo as Mesorregiões , os Municípios com suas Respectivas Unidades											
7 – JEQUETINHONHA	N.º DE UNIDADES	Até 5	5 a 10	10 a 20	20- 50	50- 100	100- 300	300 – 500	> 500	CAPACIDADE INSTALADA (mil l/d)	VOLUME DE SORO PRODUZIDO (l/d)
Coeficiente Técnico de Processamento		0,147				0,56					
Comercinho	1	1								5.000	735
Palmópolis	1	1								5.000	735
Santa Maria do Salto	1				1					50.000	7350
Santo Antônio do Jacinto	1			1						20.000	2940
TOTAL	4	2		1	1					80.000	11760

Continua..

Quadro B – (Cont...) Contendo as Mesorregiões , os Municípios com suas Respectivas Unidades											
8 – VALE DO MUCURI	N.º DE UNIDADES	Até 5	5 a 10	10 a 20	20-50	50-100	100-300	300 – 500	> 500	CAPACIDADE INSTALADA (mil l/d)	VOLUME DE SORO PRODUZIDO (l/d)
<b>Coeficiente Técnico de Processamento</b>		0,147				0,56					
Água Formosa	1				1					50.000	7350
Ataléia	1	1								5.000	735
Carlos Chagas	1					1				100.000	56000
Frei Gaspar	1			1						20.000	5880
Nanuque	1						1			300.000	168000
Teófilo Otôni	3			1	1		1			370.000	181230
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>			<b>845.000</b>	<b>419195</b>

Quadro B – (Cont...) Contendo as Mesorregiões , os Municípios com suas Respectivas Unidades											
9 – NOROESTE DE MINAS	N.º DE UNIDADES	Até 5	5 a 10	10 a 20	20-50	50-100	100-300	300 – 500	> 500	CAPACIDADE INSTALADA (mil l/d)	VOLUME DE SORO PRODUZIDO (l/d)
<b>Coeficiente Técnico de Processamento</b>		0,147				0,56					
Buritís	1			1						20.000	2940
Cabeceira Grande	1		1							10.000	1470
Guarda-Mor	1	1								5.000	735
Lagamar	1	1								5.000	735
Presidente Oligário	1				1					50.000	7350
Vazante	1	1								5.000	735
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>					<b>95.000</b>	<b>13965</b>

Continua..

Quadro B – (Cont...) Contendo as Mesorregiões , os Municípios com suas Respectivas Unidades											
10 – TRIÂNGULO/ALTO PARANAÍBA	N.º DE UNIDADES	Até 5	5 a 10	10 a 20	20-50	50-100	100-300	300 – 500	> 500	CAPACIDADE INSTALADA (mil l/d)	VOLUME DE SORO PRODUZIDO (l/d)
<b>Coefficiente Técnico de Processamento</b>		0,147				0,56					
Araguari	1	1								5.000	735
Arapuá	1	1								5.000	735
Araxa	3	2						1		510.000	281470
Campina Verde	2	1	1							15.000	2205
Carmo do Paraiba	1	1								5.000	735
Coromandel	1			1						20.000	2940
Doradoquara	1	1								5.000	735
Frutal	1	1								5.000	735
Guimarânia	1	1								5.000	735
Gurinhantã	1				1					50.000	7350
Ibiá	1								1	700.000	392000
Ipiacú	1	1								5.000	735
Iraí de Minas	1	1								5.000	735
Itapagipe	1	1								5.000	735
Ituiutaba	2			1			1			320.000	170940
Iturama	2		2							20.000	2940
Limeira do Oeste	2	2								10.000	1470
Matutina	1				1					50.000	7350
Rio Paranaíba	2			2						40.000	5880
Sacramento	2	1			1					55.000	8085
Santa Juliana	1	1								5.000	735
Santa Vitória	1		1							10.000	1470
São Francisco de Sales	1		1							10.000	1470
São Gotardo	1		1							10.000	1470
Tapaciguara	2	2								10.000	1470
Tiros	1		1							10.000	1470
Uberaba	2	1	1							15.000	2205
Uberlândia	1	1								5.000	735
Veríssimo	1	1								5.000	735
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1.915.000</b>	<b>901005</b>

Continua..

Quadro B – (Cont...) Contendo as Mesorregiões , os Municípios com suas Respectivas Unidades											
11 – NORTE DE MINAS	N.º DE UNIDADES	Até 5	5 a 10	10 a 20	20- 50	50- 100	100- 300	300 – 500	> 500	CAPACIDADE INSTALADA (mil l/d)	VOLUME DE SORO PRODUZIDO (l/d)
<b>Coeficiente Técnico de Processamento</b>		0,147				0,56					
Lagoa dos Patos	1		1							10.000	1470
Montes Claros	4	3						1		515.000	282205
São Francisco	1	1								5.000	735
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>1</b>					<b>1</b>		<b>530.000</b>	<b>284410</b>

Quadro B – (Cont...) Contendo as Mesorregiões , os Municípios com suas Respectivas Unidades											
12 – CENTRAL MINEIRA	N.º DE UNIDADES	Até 5	5 a 10	10 a 20	20-50	50- 100	100-300	300 – 500	> 500	CAPACIDADE INSTALADA (mil l/d)	VOLUME DE SORO PRODUZIDO (l/d)
<b>Coeficiente Técnico de Processamento</b>		0,147				0,56					
Lagoa da Prata	2	1				1				105.000	56735
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>1</b>				<b>1</b>				<b>105.000</b>	<b>56735</b>

Continua..

Quadro C – Contendo as Mesorregiões, os Municípios com suas Unidades com as Respectivas Informações (latitude, longitude, volume de soro e taxa de transporte)

1- SUL/SUDOESTE DE MINAS	Latitude	Longitude	Volume de soro	Taxa de Transporte
Aiuruoca	21.58	44.36	735	0,0019551
Alagoa	22.10	44.38	4410	0,0117306
Alfnas	21.25	45.56	735	0,0019551
Alpinópolis	20.51	46.23	2940	0,0078204
Alterosa	21.14	46.08	7350	0,019551
Andradas	22.04	46.34	1470	0,0039102
Andrelândia	21.44	44.18	4410	0,0117306
Arceburgo	21.21	46.56	7350	0,019551
Baependi	21.57	44.53	1470	0,0039102
Bandeira do Sul	21.43	46.23	1470	0,0039102
Boa Esperança	21.05	45.33	2940	0,0078204
Bocaina de Minas	22.10	44.23	2205	0,0058653
Bom Jardim de Minas	21.56	44.11	1470	0,0039102
Bom Jesus da Penha	21.01	46.31	1470	0,0039102
Bom Repouso	22.28	46.08	2205	0,0058653
Borda da Mata	22.16	46.09	735	0,0019551
Caldas	21.55	46.23	13965	0,0371469
Camanducaia	22.45	46.08	735	0,0019551
Cambuí	22.36	46.03	2205	0,0058653
Cambuquira	21.51	45.17	2940	0,0078204
Campanha	21.50	45.24	2205	0,0058653
Campos Gerais	21.14	45.45	7350	0,019551
Capit6lio	20.36	46.03	735	0,0019551
Carvalhópolis	21.46	45.50	7350	0,019551
Carvalhos	22.00	44.27	8085	0,0215061
Caxambu	21.58	44.55	735	0,0019551
Conceiç3o das Pedras	22.09	45.27	735	0,0019551
Conceiç3o do Rio Verde	21.52	45.05	735	0,0019551
Congonhal	22.09	46.02	735	0,0019551
Cordislândia	21.47	45.42	735	0,0019551
Cruzília	21.50	44.48	9555	0,0254163
Delfim Moreira	22.30	45.16	735	0,0019551
Delfinópolis	20.20	46.51	1470	0,0039102
Espírito Santo do Dourado	22.02	45.57	735	0,0019551
Estiva	22.27	46.01	1470	0,0039102
Extrema	22.51	46.19	735	0,0019551
Guaxupé	21.18	46.42	735	0,0019551
Heliadora	22.04	45.32	2940	0,0078204
Ibitiúra de Minas	22.03	46.26	8085	0,0215061
Inconfidentes	22.19	46.19	735	0,0019551
Itamonte	22.17	44.52	7350	0,019551
Itanhandú	22.17	44.56	735	0,0019551
Juruiaia	21.15	46.34	1470	0,0039102

Continua...

Quadro C – Contendo as Mesorregiões, os Municípios com suas Unidades com as Respectivas Informações (latitude, longitude, volume de soro e taxa de transporte)

Lambari	21.58	45.21	7350	0,019551
Liberdade	22.01	44.19	3675	0,0097755
Machado	21.39	45.55	735	0,0019551
Maria da Fé	22.18	45.22	1470	0,0039102
Marmelópolis	22.26	45.09	735	0,0019551
Minduri	21.40	44.36	735	0,0019551
Monte belo	21.19	46.22	1470	0,0039102
Monte Sião	22.25	46.34	735	0,0019551
Muzambinho	21.22	46.31	1470	0,0039102
Natércia	22.07	45.30	735	0,0019551
Olímpio Noronha	22.04	45.15	735	0,0019551
Passa Quatro	22.23	44.58	10290	0,0273714
Piranguinho	22.24	45.31	735	0,0019551
Poço Fundo	21.46	45.57	735	0,0019551
Poços de Caldas	21.47	46.33	61145	0,1626457
Pouso Alegre	22.13	45.56	5145	0,0136857
Pouso Alto	22.11	44.58	8820	0,0234612
Pratápolis	20.44	46.51	2940	0,0078204
Santa Rita de Caldas	22.01	46.20	9555	0,0254163
Santa Rita do Sapucaí	22.15	45.42	735	0,0019551
São Gonçalo do Sapucaí	21.53	45.35	58205	0,1548253
São João da Mata	21.55	45.55	2940	0,0078204
São Lourenço	22.06	45.03	2940	0,0078204
São Sebastião da Bela Vista	22.09	45.45	735	0,0019551
São Sebastião do Paraíso	20.55	46.59	7350	0,019551
São Sebastião do Rio Verde	22.13	44.58	735	0,0019551
São Vicente de Minas	21.42	44.26	1470	0,0039102
Silvianópolis	22.01	45.50	1470	0,0039102
Soledade de Minas	22.02	45.02	735	0,0019551
Três Corações	21.41	45.15	393470	1,0466302
Três Pontas	21.22	45.30	1470	0,0039102
Varginha	21.33	45.26	6615	0,0175959
Wenceslau Braz	22.32	45.21	30135	0,0801591
2 – CAMPO DAS VERTETES				
	Latitude	Longitude	Volume de Soro	Taxa de Transporte
Antônio Carlos	21.19	43.44	3675	0,0097755
Barbacena	21.13	43.46	2205	0,0058653
Carandaí	20.57	43.48	735	0,0019551
Carrancas	21.29	44.38	4410	0,0117306
Coronel Xavier Chaves	21.01	44.13	735	0,0019551
Ingaí	21.24	44.55	735	0,0019551
Itumirim	21.19	44.52	2205	0,0058653
Lagoa Dourada	20.54	44.04	1470	0,0039102

Continua...

**Quadro C – Contendo as Mesorregiões, os Municípios com suas Unidades com as Respectivas Informações (latitude, longitude, volume de soro e taxa de transporte)**

Lavras	21.14	45.00	10290	0,0273714
Luminária	21.30	44.54	3675	0,0097755
Madre de Deus de Minas	21.28	44.19	7350	0,019551
Nazareno	21.13	44.36	2205	0,0058653
Ressaquinha	21.03	43.45	1470	0,0039102
Ritópolis	21.01	44.13	2940	0,0078204
São João Del Rei	21.08	44.15	7350	0,019551
São Tiago	20.24	44.30	4410	0,0117306
<b>3 – METROPOLITANA BELO HORIZONTE</b>				
	Latitude	Longitude	Volume de Soro	Taxa de Transporte
Belo Horizonte	19.55	43.56	170940	0,45538416
Caeté	19.33	43.40	735	0,00195804
Contagem	19.56	44.02	344085	0,91664244
Cristiano Ottoni	20.49	43.48	735	0,00195804
Entre Rios de Minas	20.40	44.03	2940	0,00783216
Florestal	19.53	44.25	735	0,00195804
Pará de Minas	19.51	44.36	735	0,00195804
Pedro Leopoldo	19.37	44.02	735	0,00195804
Sete Lagoas	19.27	44.14	281470	0,74983608
<b>4 – ZONA DA MATA</b>				
	Latitude	Longitude	Volume de Soro	Taxa de Transporte
Abre Campo	20.17	42.28	7350	0,0195804
Argirita	21.36	42.50	7350	0,0195804
Belmiro Braga	21.56	43.24	2205	0,00587412
Bias Fortes	21.36	43.45	735	0,00195804
Bicas	21.42	43.03	735	0,00195804
Carangola	20.43	42.01	2940	0,00783216
Cataguases	21.23	42.41	735	0,00195804
Dom Silvério	20.09	42.58	2940	0,00783216
Espera Feliz	20.39	41.54	8085	0,02153844
Faria Lemos	20.48	42.00	2940	0,00783216
Guarani	21.21	43.02	1470	0,00391608
Guarara	21.43	43.02	735	0,00195804
Guiricema	21.00	42.43	2940	0,00783216
Juiz de Fora	21.45	43.21	61880	0,16484832
Lima Duarte	21.50	43.47	58205	0,15505812
Manhuaçu	20.15	42.02	8085	0,02153844
Mercês	21.11	43.20	1470	0,00391608
Miradouro	20.53	42.20	735	0,00195804
Mirai	21.11	42.36	174615	0,46517436
Muriaé	21.07	42.21	291025	0,7752906
Olaria	21.51	43.56	735	0,00195804
Oliveira Fontes	21.20	43.27	735	0,00195804
Paula Cândido	20.52	42.58	2205	0,00587412
Pequeri	21.50	43.07	735	0,00195804

Continua...

Quadro C – Contendo as Mesorregiões, os Municípios com suas Unidades com as Respectivas Informações (latitude, longitude, volume de soro e taxa de transporte)

Pirapetinga	21.39	42.20	735	0,00195804
Rio Casca	20.13	42.39	7350	0,0195804
Rio Novo	21.28	43.07	3675	0,0097902
Rio Pomba	21.16	43.10	2205	0,00587412
Rio Preto	22.05	43.49	735	0,00195804
Rodeiro	21.12	42.51	735	0,00195804
Santa Rita do Ibitipoca	21.33	43.54	1470	0,00391608
Santa Rita de Jacutinga	22.08	44.05	1470	0,00391608
Santana de Cataguases	21.17	42.33	1470	0,00391608
Santos Dumont	21.27	43.33	3675	0,0097902
São Francisco do Glória	20.47	42.16	735	0,00195804
São Geraldo	20.55	42.50	4410	0,01174824
Senador Fermينو	20.54	43.06	1470	0,00391608
Tabuleiro	21.21	43.14	2205	0,00587412
Teixeira	50.39	42.51	735	0,00195804
Visconde do Rio Branco	21.00	42.50	735	0,00195804
Volta Grande	21.46	42.32	735	0,00195804
5 – OESTE DE MINAS				
	Latitude	Longitude	Volume do Soro	Taxa de Transporte
Aguanil	20.56	45.23	735	0,00195804
Bambuí	20.00	45.58	735	0,00195804
Carmópolis de Minas	20.32	44.38	2940	0,00783216
Cláudio	20.26	44.45	1470	0,00391608
Conceição do Pará	19.45	44.53	735	0,00195804
Formiga	20.27	45.25	2940	0,00783216
Ibituruna	21.09	44.44	735	0,00195804
Iguatama	20.10	45.42	2940	0,00783216
Itauna	20.04	44.34	735	0,00195804
Oliveira	20.41	44.49	735	0,00195804
Passa Tempo	20.39	44.29	735	0,00195804
Perdões	21.05	45.05	12495	0,03328668
Pimenta	20.29	45.47	735	0,00195804
Piunhí	20.27	45.57	735	0,00195804
São Gonçalo do Pará	19.58	44.51	1470	0,00391608
6 – VALE DO RIO DOCE				
	Latitude	Longitude	Volume de Soro	Taxa de Transporte
Água Boa	17.59	42.23	8085	0,02153844
Conselheiro Pena	19.10	41.28	4410	0,01174824
Frei Inocência	18.33	41.54	1470	0,00391608
Galiléia	19.00	41.32	735	0,00195804
Governador Valadares	18.51	41.56	2940	0,00783216
Guanhães	18.46	42.55	280000	0,74592
Ipanema	19.48	41.42	1470	0,00391608
Itabirinha de Mantena	18.33	41.13	1470	0,00391608
Mutum	19.49	41.26	735	0,00195804

Continua...

**Quadro C – Contendo as Mesorregiões, os Municípios com suas Unidades com as Respectivas Informações (latitude, longitude, volume de soro e taxa de transporte)**

Resplendor	19.19	41.15	392000	1,044288
São José da Safira	18.19	42.08	735	0,00195804
São José do Jacuri	18.16	42.40	735	0,00195804
<b>7 – JEQUETINHONHA</b>				
	Latitude	Longitude	Volume de Soro	Taxa de Transporte
Comercinho	16.17	41.17	735	0,00195804
Palmópolis	16.44	40.25	735	0,00195804
Santa Maria do Salto	16.14	40.08	7350	0,0195804
Santo Antônio do Jacinto	16.32	40.10	2940	0,00783216
<b>8 – VALE DO MUCURI</b>				
	Latitude	Longitude	Volume de Soro	Taxa de Transporte
Água Formosa	17.04	40.56	7350	0,0195804
Ataléia	18.02	41.06	735	0,00195804
Carlos Chagas	17.42	40.45	56000	0,149184
Frei Gaspar	18.03	41.25	5880	0,01566432
Nanuque	17.50	40.21	168000	0,447552
Teófilo Otôni	17.51	41.30	181230	0,48279672
<b>9 – NOROESTE DE MINAS</b>				
	Latitude	Longitude	Volume de Soro	Taxa de Transporte
Buritis	15.37	46.25	2940	0,00783216
Cabeceira Grande	16.01	47.05	1470	0,00391608
Guarda-Mor	17.46	47.06	735	0,00195804
Lagamar	18.10	46.48	735	0,00195804
Presidente Oligário	18.24	46.25	7350	0,0195804
Vazante	17.59	46.54	735	0,00195804
<b>10 – TRIÂNGULO/ALTO PARANAÍBA</b>				
	Latitude	Longitude	Volume de Soro	Taxa de Transporte
Araguari	18.30	48.11	735	0,00195804
Arapuá	19.02	46.09	735	0,00195804
Araxá	19.35	46.56	281470	0,74983608
Campina Verde	19.32	49.29	2205	0,00587412
Carmo do Paraíba	18.59	46.18	735	0,00195804
Coromandel	18.28	47.12	2940	0,00783216
Doradoquara	18.25	47.36	735	0,00195804
Frutal	20.01	48.56	735	0,00195804
Guimarânia	18.50	46.47	735	0,00195804
Gurinhantã	19.12	49.27	7350	0,0195804
Ibiá	19.28	46.32	392000	1,044288
Ipiaçu	18.48	49.56	735	0,00195804
Iraí de Minas	18.59	47.27	735	0,00195804
Itapagipe	19.54	49.21	735	0,00195804
Ituiutaba	18.58	49.27	170940	0,45538416
Iturama	19.43	50.11	2940	0,00783216

Continua..

Quadro C – Contendo as Mesorregiões, os Municípios com suas Unidades com as Respectivas Informações (latitude, longitude, volume de soro e taxa de transporte)				
Limeira do Oeste	19.33	50.34	1470	0,00391608
Matutina	19.13	45.58	7350	0,0195804
Rio Paranaíba	19.11	46.14	5880	0,01566432
Sacramento	19.51	47.26	8085	0,02153844
Santa Juliana	19.18	47.31	735	0,00195804
Santa Vitória	18.50	50.07	1470	0,00391608
São Francisco de Sales	19.51	49.46	1470	0,00391608
São Gotardo	19.18	46.02	1470	0,00391608
Tapaciguara	18.35	48.42	1470	0,00391608
Tiros	19.00	45.57	1470	0,00391608
Uberaba	19.45	47.56	2205	0,00587412
Uberlândia	18.55	48.16	735	0,00195804
Veríssimo	19.39	48.18	735	0,00195804
11 – NORTE DE MINAS				
	Latitude	Longitude	Volume de Soro	Taxa de Transporte
Lagoa dos Patos	16.58	44.34	1470	0,00391608
Montes Claros	16.44	43.44	282205	0,75179412
São Francisco	15.56	55.51	735	0,00195804
12 – CENTRAL MINEIRA				
	Latitude	Longitude	Volume de Soro	Taxa de Transporte
Lagoa da Prata	20.01	45.32	56735	0,15114204

## **APÊNDICE**



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(ATE 5.000L/DIA) - LT8			
9	ENTREMINAS INDUSTRIA E COMERCIO DE LATICINIOS LTDA	RUA SIMAO FARIA NETO 700	ITAPAGIPE
53	MINA ALIMENTOS LIMITADA	AV. DO CONTORNO -BR 354 KM 712	CAXAMBU
107	LATICINIOS ATALEIA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	R GRAO MOGOL 338	ATALÉIA
154	FEAN INDUSTRIA E COMERCIO DE LATICINIOS LTDA	RUA PRIMEIRO DE MAIO 46 FERRUGINHA	CONSELHEIRO PENA
258	SALLES E SALLES DOCES E LATICINIOS LTDA	ESTRADA SENADOR AMARAL KM 06 B. DO PORTÃO	CAMBUÍ
287	LATICINIOS IBITURUNA LTDA	PRACA DA ESTACAO	IBITURUNA
319	LATICINIOS VIEIRA LTDA	BAIRRO MATO DENTRO	ITANHANDU
338	NEY ROMANELLI	FAZ.ST.ANTONIO-B.DE ESTIVAS-KM58 BR 154	ITAMONTE
340	FLAVIO GARCIA DAL POGGETTO	ALAMEDA DR NELSON DE PAIVA 323	POÇOS DE CALDAS
342	LATICINIOS M. B. LTDA	R. FLORIANO PEIXOTO, 54	LIMA DUARTE
361	SULMISA - IND. E COMERCIO DE ALIMENTOS LTDA	RUA ILDEFONSO MENDES, 74-ITANHANDU	BELO HORIZONTE
405	COOPERATIVA AGROPECUARIA SAO TIAGO LTDA	RUA SAO JOSE NO.25	SÃO TIAGO
438	INDUSTRIA DE LATICINIOS INDIANA LTDA	RUA ITANHANDU, 489-CENTRO	SÃO SEBASTIÃO DO RIO VERDE
475	LATICINIOS MUNDO DOCE LTDA	FAZENDA MUNDO NOVO	VOLTA GRANDE
478	PORTO D EL REY LATICINIOS LTDA	AV MARIA ALVES BARBOSA N 582	SÃO JOÃO DEL REI
574	LATICINIOS CASA BRANCA LTDA	ROD. AMG 1035 KM 07 SÍTIO CASA BRANCA	AIURUOCA
590	LATICINIOS GOIABAL LTDA	AV. JOSE DE CAMPOS SALES Nº 15	MARIA DA FÉ
596	LATICINIOS NATA MINEIRA LTDA	PRADOS	CORONEL XAVIER CHAVES
599	LATICINIOS CURRAL DE MINAS	BR 381 KM 560	OLIVEIRA
604	LATICINIOS CONGONHAL LTDA	BAIRRO CONGONHAL	BAEPENDI
632	LATICINIOS SANTA ROSA LTDA	FAZENDA DO TEJUCO S/N	SÃO JOÃO DEL REI
636	LATICINIOS TIO JOAO LTDA	FAZENDA ESTANCIA BOA SORTE	CAMPINA VERDE
653	PROLAT - PRODUTOS LACTEOS LTDA.	RUA BONSUCESSO, 123	TUPACIGUARA
682	LATICINIOS PACHECO BATISTA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	RUA JOAQUIM CARLOS COSTA S/Nº MONTE MARIO	BARBACENA
701	LATICINIOS SAO VICENTE LTDA	ROD.S.VICENTE DE MINAS-MINDURI KM 1	SÃO VICENTE DE MINAS
710	INDULAC INDUSTRIA DE PRODUTOS LACTEOS LTDA	RUA FLOR DE SEDA 185 CAMPINA VERDE	CONTAGEM
774	LATICINIOS BARREIRO LTDA	ESTACAO DE CARRANCAS	LUMINÁRIAS
782	LATICINIOS BEIRA RIO LTDA	FAZENDA TROPEIROS - ZONA RURAL	CAPITÓLIO
789	LATICINIOS SERRABELLA LTDA	FAZENDA NOVA SUICA, S/N - ZONA RURAL	LAVRAS
824	UNIBOR INDUSTRIA COMERCIO E REPRESENTACOES LTDA	FAZENDA SAO JOSE ZONA RURAL	SÃO FRANCISCO DO GLÓRIA
829	LATICINIOS SULMINAS LTDA	RUA VITOR COUTINHO S/N	SILVIANÓPOLIS



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(ATE 5.000L/DIA) - LT8			
833	IND. DE DOCES E LATICINIOS MUZAMBINHO LTDA	RUA BRASIL N 14	MUZAMBINHO
838	JEN INDUSTRIA DE LATICINIOS LTDA	ROCAS NOVAS-FAZENDA CACHOEIRA	CAETÉ
872	JOSE LIMA GUIMARAES NETO E OUTRA	FAZENDA SANTA RITA DE CASSIA KM 4,3	FLORESTAL
898	BENEDITO LEITE DA SILVA	CACHOEIRA DOS BRAGAS	ITAMONTE
902	ISMAEL FLORA DOS SANTOS	VARGEM DAS LAGES	BAEPENDI
974	MARIA HELENA DE JESUS DOLVINO REIS	FAZ. SAO JOSE EST S TIAGO ROD MG 332 KM 17	SÃO TIAGO
1009	CATINGUA PRODUTOS ALIMENTICIOS LTDA	BAIRRO CATIGUA ZONA RURAL	SILVIANÓPOLIS
1015	DOCES UBERABA LTDA	RUA FRANCISCO CORREA DA COSTAJUNIOR 809	UBERABA
1050	LATICINIOS FAZENDA DO VALE LTDA	BR 381-KM 756-ROD.FERNAO DIAS	SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ
1073	VR. CAMPOS INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.	ESTRADA DO POUSO ALEGRE, 335	POÇO FUNDO
1083	LATICINIOS MEIRELES LTDA	RUA MARIA EDWIGES SARAIVA, 674 BAIRRO COLONIA	VISCONDE DO RIO BRANCO
1090	AGRO INDUSTRIAL ISRAEL SILVA S/A	PRACA PADRE ALDERIGI Nº 126	SANTA RITA DE CALDAS
1091	GERALDO DE ASSIS TOLEDO	RUA INTENDENTE MARIO BENFICA, 240	BOCAINA DE MINAS
1096	RIO VERDE AGRONEGOCIOS LTDA	AV. JERONIMO DA SILVA LOURES Nº 980	CALDAS
1195	LATICINIOS GUIMARANIA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	RUA GUIMARAES, 175	GUIMARÂNIA
1283	LATICINIOS SERRA DOS FRANCESES LTDA	BAIRRO DOS FRANCESES	CARVALHOS
1284	LATICINIOS DONA BEJA LTDA	RUA IMBIARA, 455 DISTRITO INDL.	ARAXÁ
1297	LATICINIOS CARRANCAS LTDA	FAZ.SERRA DAS BICAS	CARRANCAS
1322	NATALINO ABRAHAO	LIBERDADE - EST. DE MINAS GERAIS	LIBERDADE
1327	INDUSTRIA DE LATICINIOS SERITINGA LTDA	SITIO SERITINGA ZONA RURAL	OLARIA
1339	LATICINIOS RESSAQUINHA LTDA	RESSAQUINHA	RESSAQUINHA
1344	LATICINIOS CONCEICAO DAS PEDRAS LTDA	RUA PENEITOR S/N	CONCEIÇÃO DAS PEDRAS
1350	LATICINIOS BOA NATA IND. E COM. LTDA	FAZ. STÁ CECILIA	MINDURI
1358	PORTUGAL LANA & RODRIGUES E GONCALVES LTDA	ROD NATERCIA/HELIODORA S/N. KM 06	NATÉRCIA
1389	BRUNO JOSE ARANTES DINIZ	BAIRRO DO POVOADO DOS POSSES	CARVALHOS
1416	EUCLIDES DOS REIS	SOLEDADE DE MINAS	SOLEDADE DE MINAS
1456	LATICINIOS ITERERE LTDA	ESTRADA DO ITERERE S N BAIRRO ITERERE	WENCESLAU BRAZ
1463	JOSE GERALDO BRANDAO FRANCO JUNIOR	FAZENDA SENHOR DA GLORIA S/N ZONA RURAL	SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ
1476	LATICINIOS ALTEROSA DE ALAGOA LTDA	FAZENDA RIO ACIMA	ALAGOA
1487	LATICINIOS CONDESSA LTDA	FAZENDA CONDESSA S/N ZONA RURAL	CONCEIÇÃO DO PARÁ
1511	LATICINIOS CBR LTDA	RUA JOSE MAXIMO RIBEIRO 1052-B.AUG.DE ABREU	MURIAÉ



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(ATE 5.000L/DIA) - LT8			
1588	AGRO LEITE NOROESTE INDUSTRIA E COMERCIO LTDA ME	ANTIGA ROD. MG 188 S/Nº	GUARDA-MOR
1608	LEITE RANCHO FUNDO LTDA	FAZENDINHA GRANJA GLORIA	ITAÚNA
1631	LATICINIOS ROSENA LTDA	FAZENDA DA RESIDENCIA-CAMPO REGO	ANDRELÂNDIA
1635	INDUSTRIA DE LATICINIOS SAO PEDRO LTDA	PRACA URIEL ALVIM, 39	CALDAS
1724	LATICINIOS ITANHANDU LTDA	ALAGOA	ALAGOA
1759	LATICINIOS IATAROLA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	RUA CAPITAO ANTONIO GALDINO 200	ANTÔNIO CARLOS
1812	LATICINIOS SOUZA ANDRADE LTDA	CHACARA POUSO ALTO, EST. RIBEIRO KM 01	POUSO ALTO
1816	LATICINIOS VITORIA LTDA	FAZENDA REPRESA	NAZARENO
1835	M. M. F ALIMENTOS LTDA	SITIO COSTA SENA, S/N GALPAO 02 ZONA RURAL	SANTANA DE CATAGUASES
1841	INDUSTRIA E COMERCIO DE DOCES CASTELLANI LTDA	RUA JOAQUIM EMBOABA N.45	POÇOS DE CALDAS
1913	FABRICA LATICINIOS MONTE ALVERNE LTDA	FAZENDA MONTE ALVERNE	GUARANI
1920	LATICINIOS MATO SEM PAU LTDA	FAZENDA MATO SEM PAU, S/N	LUMINÁRIAS
1948	LATICINIOS COALHADAS LTDA	RUA FURTADO DE MENEZES, 111	JUIZ DE FORA
1979	LATICINIOS SUAÇUI INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	FAZENDA SUMARE S N DIST DE ROSARIO Z RURAL	ITUMIRIM
1994	PUROLEITE INDUSTRIAL LTDA - ME	FAZENDA MATA GRANDE S/Nº ZONA RURAL	PASSA TEMPO
2005	LATICINIOS TOLEDO LTDA	AV. GOVERNADOR MAGALHAES PINTO, 23	BORDA DA MATA
2009	LATICINIOS ANTUNES LTDA	ESTRADA DA FAZENDA VARGEM ALEGRE	SÃO JOSÉ DA SAFIRA
2045	INDUSTRIA ANGORA LTDA	R. JOSE F. MARQUES	TUPACIGUARA
2046	GUMERCINDO REBOUCAS FERREIRA JUNIOR	PINTOS	MARIA DA FÉ
2081	MENDES FILHO E SANTOS LTDA	RUA MARIA DA FE , 02	ITAMONTE
2112	COMILK COMERCIO INDUSTRIA REPRESENTACAO LTDA - ME	RUA AFONSO ALVES PEREIRA S/Nº	MIRÁI
2129	LATICINIOS D'PAULA LTDA	POUSO ALTO	BELO HORIZONTE
2136	LATICINIOS LANAZ LTDA	NAZARENO/CAPELINHA, KM 23 - ZONA RURAL	NAZARENO
2157	LATICINIOS SERRABELA LTDA	RUA D 1040 ESQ. RUA F DIST INDL.	LAVRAS
2185	LATICINIOS CRUZILIENSE LTDA	ROD.TANCREDO NEVES KM 0 VILA MAGALHAES	CRUZÍLIA
2188	LATICINIOS MANTIQUEIRA LTDA.	AGUA LIMPA-KM 15-ESTRADA ITAJUBA	DELFIM MOREIRA
2190	AGROINDUSTRIA BELO MINAS LTDA	SITIO QUINTA FELICIDADE	SÃO SEBASTIÃO DA BELA VISTA
2238	IND.E COM. DE PRODUT. ALIMENTICIOS MONTE BELO LTDA	CHAC. BOM JESUS S/N	MONTE BELO
2279	ALVARO ANTONIO DA COSTA BENFICA	FAZENDA BARREIROS S/N ZONA RURAL	BOCAINA DE MINAS
2327	ANTONIO CARLOS DE CARVALHO	VILA MARANTAO S/N CENTRO	BOCAINA DE MINAS
2373	ORGANIZAÇÕES KAKINHO E FILHOS LTDA	LOC. FAZENDA PEIXINHO S/Nº ZONA RURAL	MUTUM



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

### Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(ATE 5.000L/DIA) - LT8			
2384	JOFECA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	CHACARA DO ENGENHO,KM 05-EST.VELHA DE CALDAS	SANTA RITA DE CALDAS
2428	LATICINIOS TIROLEZ LTDA	DIST.DE QUINTINOS-R.ANTONIO A.QUEIROZ S/N	CARMO DO PARANAÍBA
2466	LATICINIOS PINTO COELHO LTDA.	RUA FRANCISCO DE ASSIS CORREA, 20	RODEIRO
2488	LATICINIOS FAZENDINHA LTDA	FAZ MOTAS EST MUNIC PIUMHI/SAO ROQUE KM 10	PIUMHI
2508	LATICINIOS MB LTDA	SAO JOSE DO LOPES	LIMA DUARTE
2527	VEREDA ALIMENTOS LTDA	RUA TIRADENTES, 107	GUARARÁ
2542	LULU INDUSTRIA E COMERCIO CORDISLANDIA LTDA	RUA CELSO JOAO MENDES 221	CORDISLÂNDIA
2606	LATICINIOS ALVES PEREIRA LTDA.	MIRAI	MIRAI
2633	MARFIN IND.E COM.DE PROD.ALIMENTICIOS LTDA.	AV.PROJETADA "C" N 1100-JD.RIBEIRO	VARGINHA
2657	LATICINIOS MB LTDA.	ESTRADA PARAISO GARCIA S/N	SANTA RITA DE IBITIPOCA
2676	LATICINIOS DE BIASI INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	RODOVIA BR 460 KM 01	SÃO LOURENÇO
2697	JOAO JOSE DA FONSECA RAMOS	RUA ANTONIO VITAL DE MORAIS 241	CONGONHAL
2734	LATICINIOS RENATA LTDA	FAZENDA DA SERRA ESTRADA CARNADAI	CARANDAÍ
2762	QUA QUA INDUSTRIA ALIMENTICIA LTDA	RUA DR JOSE MARINHO SARAIVA S/N.	RIO POMBA
2794	LATICINIOS DARROSSA LTDA	RUA QUINTINO BOCAIUVA S/N - CENTRO	BIAS FORTES
2838	LATICINIOS MAGNATA LTDA	BAIRRO COLINA	ITAMONTE
2878	LATICINIOS MATOLA LTDA	FAZ.MATOLA, S/N-DIST.DE EMBOABAS	SÃO JOÃO DEL REI
2885	LATICINIO SEVILHA LTDA	BR 120 SN-KM 12-DIST.DE JOSE RAYDAN	SANTA RITA DO SAPUCAÍ
2892	SANB-SOCIEDADE ALIMENTICIA NUTRI BEM LTDA	RUA HUMBERTO BONAMICHI,63 CENTRO	INCONFIDENTES
2929	LATICINIOS SERRABELLA LTDA	FAZENDA SERRINHA	LAVRAS
2936	MARCOS SAULO FORTES	RUA OSORIO VIEIRA DA FONSECA, 36 CENTRO	PIRAPETINGA
2939	LATICINIOS NOVA NATA LTDA	ROD ACESSO TRECHO BR 267	CONCEIÇÃO DO RIO VERDE
2971	LATICINIOS TIROLEZ LTDA	RUA SETE, 155	ARAPUÁ
3003	QUALITYU LATICINIOS, SUCOS E SORTEVES LTDA	FAZ.JATABO S/N,ZONA RURAL	PEDRO LEOPOLDO
3018	D & F AGROPECUARIA S/A	FAZ.BOMJARDIM BR 053 KM 11-SAIDA P/	ARAGUARI
3027	LATICINIOS COMILK LTDA	ROD.BR MG 267 KM 70-FAZ.S.LOURENCO	JUIZ DE FORA
3058	TRES MARIAS INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	R.UBERLANDIA S/N	LAGAMAR
3080	BELA VISTA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	ROD. DA LAVRA-BAIRRO DA LAVRA	ITAMONTE
3124	INDUSTRIA DE LATICINIOS BANDEIRANTES LTDA	ROD.POCOS DE CALDAS/CAMPESTRE	BANDEIRA DO SUL
3138	LATICINIOS DOURALEITE INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	RUA JOÃO PINHEIRO Nº 30	DOURADOQUARA
3140	J. B. MARTINS MOREIRA 7 CIA LTDA	RUA EZEQUIEL R. GUIMARAES S/N VILA FRANCA	RIO NOVO



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(ATE 5.000L/DIA) - LT8			
3186	RAIMUNDO MOTTA ESTEVES ME	SITIO TABOAO S/N	PASSA QUATRO
3205	VANDERLI VITORAZO	ESTRADA LIMEIRA D OESTE CANAL SÃO SIMÃO	LIMEIRA DO OESTE
3211	LATICINIOS PJ LTDA	FAZENDA CACHOEIRA	INGAÍ
3245	LATICINIOS MONTES CLAROS LTDA	RUA TEOFIL OTONI 365 SAO JOSE	MONTES CLAROS
3267	LATICINIOS MARTA EMERGENTE COUTINHO - ME	ESTRADA BOM REPOUSO/CAMBUI KM 1	BOM REPOUSO
3289	NUNHOZ INDUSTRIA E COMERCIO DE PRODUTOS ALIMENTICIOS LTDA	RUA 13 DE MAIO, 840 CENTRO	ALFENAS
3295	SANTA QUITERIA INDUSTRIA ALIMENTICIA LTDA	AV.HUM Nº 740 DIS INDUSTRIAL	MONTES CLAROS
3304	LATICINIOS NORIVAL DE FREITAS LTDA	FAZENDA FUNIL ZONA RURAL	RIO PRETO
3309	LATICINIOS D'MINAS INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	BR 459 KM 150 BAIRRO STA. BARBARA	PIRANGUINHO
3310	LATICINIOS CAMANDUCAIA LTDA	MARGENS DA ROD. 381 KM 863 LAVA PES	CAMANDUCAIA
3315	ROBERTO LATORRE SOUZA	FAZENDA TAMBORIL S/Nº ZONA RURAL	ESPERA FELIZ
3333	LATICINIOS LULITATI LTDA	BR 354 KM 587	PERDÕES
3339	LATICINIOS RAPOSA LTDA	FAZENDA DO ENGENHO KM 30 S/N	SÃO JOÃO DEL REI
3369	AGROINDUSTRIA E COMERCIO SERRA NEGRA LTDA	RUA TANCREDO ALVES 143 CENTRO	LIMA DUARTE
3421	LATICINIOS BRASILIA LTDA	ROD FERNAO DIAS, KM 286 B CAMPO ALEGRE	CAMPANHA
3435	LATICINIOS DUVALLE INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	FAZENDA SANTA LUIZA S/N LOC. CONQUISTA	ANTÔNIO CARLOS
3444	COMERCIO & INDUSTRIA EMES LTDA	RUA PREF ORLANDO ALVIM GONCALVES S/N- S J	TABULEIRO
3454	PINHEIRO & SILVA INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE LATICÍNIOS LTDA	RUA JOSÉ ABRANTES DE OLIVEIRA, 305 B	COMERCINHO
3457	LATICINIOS PONTE ALTA LTDA	ESTRADA POUSO ALTO-BAIRRO RIBEIRAO	POUSO ALTO
3462	AGROPASTORIL E INDUSTRIAL ALTEROSA LTDA	ROD POCOS DE CALDAS/CAMP KM 58 F. ALTEROSA	BANDEIRA DO SUL
3463	TAQUARI AGROINDUSTRIAL LTDA	FAZENDA SAMBAMBAIA, S/N - ZONA RURAL	SANTA JULIANA
3469	LATICINIOS REALCE LTDA LTDA	FAZ. MANGA LARGA S/N - DORES DO PARAIBUNA	SANTOS DUMONT
3477	LATICINIOS PRESIDENT LTDA	RUA VILA INDUSTRIAL,50 CENTRO	GUAXUPÉ
3513	LATICINIOS DOURADO INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	RUA JOAO MESSIAS MARTINS S/N B.PASSAQUATRO	ESPÍRITO SANTO DO DOURADO
3542	COMERCIAL CATEQUESES LTDA	RUA PRINCIPAL S/Nº DISTRITO DE CATEQUESE	ÁGUA BOA
3553	ROCA INDUSTRIA DE LATICINIOS LTDA	RODOVIA BR MG 267 KM 70-F.S.LOURENCO-SARANDIR	JUIZ DE FORA
3579	LATICINIOS IPIACU LTDA	RUA IRACIDES DUTRA,136	IPIAÇU
3585	LATICINIOS CRISTAIS LTDA	SITIO DOS CRISTAIS,S/N -ZONA RURAL	BICAS
3612	INDUSTRIA DE LATICINIOS LUCOSTA LTDA	FAZENDA CAMPO GRANDE	TABULEIRO
3613	INDUSTRIA DE LATICINIOS CREMONESI BRIANEZI LTDA	RUA MANOEL COQUEIJO RIBEIRO N.15-CENTRO	IBITIÚRA DE MINAS
3649	LATICINIOS SARA LTDA	RUA FRANCISCO GAMA DO VALE Nº 118 DIST INL	CATAGUASES



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(ATE 5.000L/DIA) - LT8			
3682	INDUSTRIA E COMERCIO POCINHOS DO RIO VERDE LTDA	RODOVIA POCINHOS DO RIO VERDE ANDRADAS KM 2.5	CALDAS
3685	LATICINIOS CUPARAQUE LTDA	RUA HORACIO DE OLIVEIRA,4 CUPRAQUE	CONSELHEIRO PENA
3690	LATICINIOS ROCA GRANDE LTDA	RUA JARDIM SILVA,877 - CENTRO	IPANEMA
3705	LATICINIOS FADEL & SOUZA LTDA	ROD.MG KM 1,5	IPANEMA
3714	LATICINIOS PATRIMONIO LTDA	FAZENDA MANDEMBO/SAO JOAO DA SERRA	SANTOS DUMONT
3739	LATICINIOS GARCIA BONATO LTDA	FAZENDA SAO JOAO ROD.MIRAI/GUIRICEMA	MIRAI
3748	ROMEU LEBEGALINI -ME	FAZENDA SAO JOSÉ -BAIRRO FURRIEL	MONTE SIÃO
3757	INDUSTRIA E COMERCIO DE DOCES TRIANGULO LTDA	RUA SAO MIGUEL S/N	VERÍSSIMO
3758	LATICINIOS PONTE NOVA LTDA	FAZENDA DOS PINHEIROS - ZONA RURAL	SANTA RITA DE IBITIPOCA
3759	LATICINIOS IRAI INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	RUA JOSE VIEIRA DE BORBA,170	IRAI DE MINAS
3764	LATICINIOS MANFREDI LTDA	FAZENDA BOM JARDIM EST. SACRAMENTO A JAGUAR.	SACRAMENTO
3779	LATICINIOS SAN MARCO INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	ESTR.LIMEIRA D'OESTE A SAO SIMAO	LIMEIRA DO OESTE
3790	SANTOS DUMONT LATICINIOS LTDA	FAZENDA ENGENHO MANTIQUEIRA	SANTOS DUMONT
3809	INDUSTRIA E COMERCIO DE PRODUTOS ALIMENTICIOS SÃO LOURENÇO	RUA RAMON Nº 684	SÃO LOURENÇO
3821	MARVIN PRODUTOS AGROPECUARIOS LTDA	ROD.BR 267-KM 136-DIST.DE ROSARIO	JUIZ DE FORA
3830	LATICINIOS VAZLEITE INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	RUA ANTONIO BENTO, 70 NOVA CIDADE II	VAZANTE
3834	LATICINIOS JUREIA LTDA	FAZENDA DO MUZAMBO DISTRIO DE JUREIA	MONTE BELO
3838	INDUSTRIA DE LATICINIOS PARREIRAS DE CALDAS LTDA	CHACARA SAO GONCALO S/N	CALDAS
3842	LATICINIOS PAINEIRAS LTDA	ROD.MACHADO ALFENAS-KM 33-SITIO PAINEIRAS	MACHADO
3854	LATICINIOS SANTA AMALIA DE TABULEIRO LTDA	FAZENDA STO AMARO	TABULEIRO
3882	LATICINIOS E DOCES DE ARAXA LTDA	RUA ARAXA-DISTRIO INDUSTRIAL	ARAXÁ
3886	LATICINIOS SABOR DE MINAS LTDA	RUA ANTONIO VILELA DOS REIS NO.298	FRUTAL
3904	LATICINIOS MIRANDA & BOTELHO LTDA	FAZENDA CRUZEIRO S/Nº ZONA RURAL (ENGENHO)	NAZARENO
3918	LATICINIOS PARÁ DE MINAS INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	AVENIDA DE LIMA 797	PARÁ DE MINAS
3927	MIRAHY COMERCIAL E DISTRIBUIDORA LTDA	RAZENDA CACHOEIRA - ZONA RURAL	MIRAI
3932	LATICINIOS FLOR DE ANDRELÂNDIA LTDA	RUA JOAO FELICIANO S/N.	ANDRELÂNDIA
3963	JOSE MARCIO FERNANDES SILVEIRA	ROD. MG 736 KM 25	SÃO JOSÉ DO JACURI
3977	LATICINIOS SERRA DOURADA LTDA	FAZENDA SERRA DOURADA BAIRRO DA LAJE	EXTREMA
4013	SILVA TAVARES LATICINIOS LTDA	ESTRADA PARA PAIVA KM 02	OLIVEIRA FORTES
4027	BARBOSA E MELO LTDA = EPP	RUA INTERPLANETARIA, 721	UBERLÂNDIA
4032	TREVO RURAL INDUSTRIA ALIMENTICIAS LTDA	RUA D LOTE 4 E 5 QD 16 S/N DIST. INDUSTRIAL	LAGOA DA PRATA



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(ATE 5.000L/DIA) - LT8			
4052	LATICINIOS BEM BOMM LTDA	RUA 08 DE MAIO, 764 CENTRO	OLÍMPIO NORONHA
4079	LATICINIOS ELIZABETE FRANCISCA DOS SANTOS	SITIO ESTIVA S/N ZONA RURAL	TEIXEIRAS
4085	LATICINIOS CRISTAL LTDA	ROD. MG 156 KM 06 PINHEIRINHO	PASSA QUATRO
4091	AGRO INDUSTRIA GUARANI LTDA	ROD. MG 353 KM 2	GUARANI
4100	LATICINIOS PARAOPÉBA LTDA	ROD. BR 040 KM 644	CRISTIANO OTONI
4102	LATICINIOS CORTEZ INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	FAZENDA BOA VISTA S/N	FARIA LEMOS
4107	LATICINIOS VOVO CARMO LTDA	ROD. BR 259 KM 3 FAZ. VALA DO UBA ZONA RURAL	GALILÉIA
4124	MILK FRUT INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	FAZENDA DO ENGENHO S/N.	CALDAS
4127	LATICINIOS KIGILAS INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	FAZENDA KIGILAS	SÃO VICENTE DE MINAS
4130	WELLINGTON PEDRO DE MENEZES	AV.DOLORES SILVA N.431-CENTRO	AGUANIL
4152	LATICINIOS M. S. P. LTDA	FAZ. MATO SEM PAU ZONA RURAL	LUMINÁRIAS
4199	AYMORE PRODUTOS ALIMENTICIOS S/A	AV. HUM, 77 DISTRITO INDUSTRIAL	MONTES CLAROS
4200	LATICINIOS SABOR DE MINAS LTDA	FAZENDA CALAMBAU S/N	PAULA CÂNDIDO
4204	LATICINIOS APRIM INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	ROD. BR 491 KM 100	MUZAMBINHO
4209	LATICINIOS D'ANNITA LTDA	FAZENDA AO JORGE S/N SEDE	LAVRAS
4231	DOCES MIRAHY LTDA	RUA AFONSOP PEREIRA,54	MIRAI
4235	DODOCA INDUSTRIA COMERCIO DE LATICINIOS LTDA	ESTRADA MURIAE -MIRAI KM 08	MURIAÉ
4240	INDUSTRIA E COMERCIO DE PRODUTOS ALIMENTICIOS FLOR DO SUL	ROD. BR 354 KM 742 OU 708 CENTRO	POUSO ALEGRE
4255	LATICINIOS FA PAU LTDA	EST. DO VERMELHO KM02	MURIAÉ
4310	LATICINIOS NOSSO LTDA	S FORTES ESTRADA BORDA S/N-KM 03	ANTÔNIO CARLOS
4385	DOCES TATITÂNIA LTDA	ROD.P DE CALDAS P. ALEGRE S/N KM 04 CHAC.112	POÇOS DE CALDAS
4443	LATICINIOS ESPELHO D'AGUA LTDA	FAZENDA CAFOTA	CARRANCAS
4445	JANE CRUVINEL COSTA	RUA JAIME MIRANDA, 85 PARQUE INDUSTRIAL	BAMBUÍ
4453	INDUSTRIA E COMERCIO DE LATICINIOS BRETUTI LTDA	RODOVIA MG 455 KM 02 BAIRRO RIO CLARO	SANTA RITA DE CALDAS
4478	LATICINIOS PIMENTA LTDA ME	ROD. MG 050 KM 211 FAZ. SAO MIGUEL ZONA RURAL	PIMENTA
4494	ENGENHO DE SERRA INDUSTRIA E COMERCIO DE ALIMENTOS LTDA ME	ENGENHO DE SERRA	ITAMONTE
4530	LATICINIOS NOSSO LTDA	RODOVIA AMG 0420 FAZ. DA PEDRA S/Nº	RESSAQUINHA
4575	LATICINIOS SIBERIA LTDA	RUA DO LATICINIO S/Nº	MARMELÓPOLIS
4594	TADEU CAPELLI DE CARVALHO - ME	RUA DR. WANDERLEY FRUQUIM Nº 294 B. ROSARIO	SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ
4629	SAMUEL VIANA DE ALMEIDA SOARES	FAZENDA NOVA REPUBLICA S/Nº ZONA RURAL	PALMÓPOLIS
4630	LATICINIOS CAROBA LTDA	FAZENDA CAROBA ZONA RURAL	SÃO FRANCISCO



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

### Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(ATE 5.000L/DIA) - LT8			
4637	ALCEU RESENDE MATHIAS & CIA LTDA	RUA PEREIRA AMARANTE, 161 B CENTRO	SANTANA DE CATAGUASES
4657	INDUSTRIA DE PRODUTOS ALIMENTICIOS NIKKA-FARIA LEMOS LTDA	FAZENDA MONTE VERDE S/Nº ZONA RURAL	FARIA LEMOS
4678	LATICINIOS LOPES LTDA	RUA NICOLA FALCI Nº 78 CENTRO	BELMIRO BRAGA



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(5.000 A 10.000) - LT7			
25	USINA DE LATICINIOS SANTA RITA LTDA.	PRACA GOV. VALADARES, 276	SANTA RITA DE JACUTINGA
155	LATICINIOS TIROLEZ LTDA	AV. SAO VICENTE 102	TIROS
170	LATICINIOS DAMATTA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	PRACA MARECHAL FLORIANO S/N	BELO HORIZONTE
189	LATICINIOS CAMBUIENSE INDUSTRIA E COMERCIO LTDA ME	ROD. FERNAO DIAS KM 843	CAMBUÍ
211	LATICINIOS MONTE CELESTE LTDA	RUA MARTINIANO DE PAULA Nº 301	SÃO GERALDO
261	LATICINIOS BOM PASTOR LTDA	FAZ. SAO GABRIEL D SAO JOSE	BELMIRO BRAGA
273	LATICINIOS RENATA LTDA	RUA VEREADOR MURILO DE OLIVEIRA S N	LAGOA DOURADA
316	LATICINIOS TRES MARIAS LTDA.	AV. GETULIO VARGAS, 44	DELFINÓPOLIS
362	LATICINIOS VALE DO CARANGOLA LTDA	RUA CORONEL NOVAES N 194	FARIA LEMOS
389	NOGUEIRA E REZENDE INDUSTRIA DE LATICINIO LTDA	ROD. BR 040. KM 480 CENTRO	SETE LAGOAS
500	PRODUTOS ALIMENTICIOS FLEISCHMANN E ROYAL LTDA	RUA BRASILIA N 400	FREI INOCÊNCIO
514	REAL COMERCIO E LATICINIOS LTDA	BOM JARDIM DE MINAS - MG	BOM JARDIM DE MINAS
622	SANTA MARINA AGROPECUARIA COMERCIAL S/A	FAZ.SANTA MARINA ROD.CACONDE KM 18	POÇOS DE CALDAS
674	LATICINIOS BOA NATA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	CURRAL NOVO	ANTÔNIO CARLOS
696	INDUSTRIA E COMERCIO LINDA NATA LTDA ME	ROD. MG 133 S/Nº, KM 08 ZONA RURAL	RIO POMBA
706	LATICINIOS UMUARAMA LTDA.	RUA BARBARA HELIODORA 211	CAMPANHA
718	LATICINIOS BOA NATA LTDA INDUSTRIA E COMERCIO	ROD.BR 354 KM 40-BAIRRO CAPELINHA	ITAMONTE
767	COOP.DOS CAFEICULTURA DA ZONA DE TRES PONTAS LTDA	AV.BARAODA BOA ESPERANCA 1676	TRÊS PONTAS
801	ALEXANDRE FONSECA DE AGUIAR MARTINS	FAZENDA TAQUARASSU, S/Nº ZONA RURAL	LIBERDADE
934	INDUSTRIA DE LATICINIOS SANTA MARTA	FAZ. SANTA MONICA DIST. DE CARNEIRINHO	ITURAMA
967	LATICINIOS SUDESTE LTDA	FAZ. BOM DESTINO S/Nº DIST. SAO SEBASTIAO	SÃO JOÃO DEL REI
1120	INDUSTRIA E COMERCIO DE DOCES ZEBU LTDA	RUA MONTE ALVERNE, 61	UBERABA
1298	TERRAS ALTAS INDUSTRIA E COMERCIO DE LATICINIOS LTDA	R.PADRE FRANCISCO MIRA-78-A-MORADA DO BOSQUE	ITAMONTE
1315	LATICINIOS CHALE LTDA -ME	ESTRAD CRUZILIA MINDURI CARRANCAS KM 20	CRUZÍLIA
1346	CARVALHAL & FILHOS LTDA.	FLORA MUN. TRES CORACOES	TRÊS CORAÇÕES
1462	LATICINIOS BOA NATA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	RUA TUPINAMBAS, 320-BAIRRO SERRADO	SÃO TIAGO
1499	LATICINIOS VERNIZZI LTDA.	RUA DEPUTADO SIMOES DE ALMEIDA 43	ESTIVA
1618	LATICINIOS 15 DE NOVEMBRO IND. E COM. LTDA.	FAZENDA DA PIEDADE - ZONA RURAL	LIBERDADE
1623	LEITERIA SAO LUIZ COMERCIO E INDUSTRIA LTDA	ESTADO DE MINAS GERAIS	SANTOS DUMONT
1645	LATICINIOS CAMPO FORMOSO LTDA	ESTADO DE MINAS GERAIS	LUMINÁRIAS
1741	IRMAOS CUSTODIO LTDA.	ITUMIRIM	ITUMIRIM



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(5.000 A 10.000) - LT7			
4434	LATICINIOS JATOBA LTDA	FAZENDA CASA NOVA S/Nº ARCANGELO	SÃO JOÃO DEL REI
4505	LACTRIL LACTEOS TRIANGULO LTDA	RUA VINTE Nº 1830 SETOR INDUSTRIAL	CAMPINA VERDE
4586	INDUSTRIA E COMERCIO DE LATICINIO VILA NOVA LTDA	C[ORREGO JATAY S/Nº ZONA RURAL	ITABIRINHA DE MANTENA
4683	JOSE GERALDO DE MELO	RODOVIA MG 447 S/Nº KM 03 ZONA RURAL	GUIRICEMA
4685	GRANJA LEITEIRA SUL DE MINAS LTDA -ME	BR 35 KM 588 FAZ. STA. CRUZ	PERDÕES



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(10.000A20.000) - LT6			
57	SALGADO,IRMAOS & CIA LTDA	VARGINHA	VARGINHA
91	INDUSTRIA E COMERCIO DE LATICINIOS SÃO PAULO LTDA	RUA FRANCISCO PAULA MOURA NETO Nº 47	RIO PARANAÍBA
165	COOP. MISTA DOS PROD.RUR.DE CONS.PENA LTDA	DISTRITO DE GOIABEIRA	CONSELHEIRO PENA
461	LACREME IND. DE GENEROS ALIMENTICIOS LTDA	RUA SENHOR DOS PASSOS S/N	RIO NOVO
486	POLENGHI INDUSTRIAS ALIMENTICIAS LTDA	PRACA DA ESTACAO S/N.	SÃO VICENTE DE MINAS
509	INDUSTRIAS GESSY LEVER LTDA	RUA CORONEL ROSENDO S/N	CARRANCAS
546	INDUSTRIA DE LATICINIOS CORONATA LTDA	RUA SAIDA DE PARACATU, 121	COROMANDEL
573	MARCOS ESPINDOLA RODRIGUES ME	AV. PRESIDENTE MEDICI 429 CENTRO	MIRAI
705	LATICINIOS ENGENHO LTDA	RUA GUMERCINDO FERREIRA PINTO S/N	ALAGOA
794	BADUY & CIA.	RUA 26, 849	ITUJUTABA
918	INDUSTRIA E COMERCIO DE LATICINIOS SÃO PAULO LTDA	RUA FRANCISCO PAULA MOURA NETO Nº 47	RIO PARANAÍBA
993	EMILIANO EMANUEL - ME	AV. ALZIRA VIEIRA, 254	BOA ESPERANÇA
1002	LATICINIOS BOA NATA IND. E COM. LTDA	RUA TRISTAO VIEIRA S/N	RITÁPOLIS
1012	VR CAMPOS INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	ESTRADA DO POUSO ALEGRE	SÃO JOÃO DA MATA
1249	COOPERATIVA DOS RURALISTA DE ALPINOPOLIS LTDA	AV.GOVERNADOR VALADARES N 651	ALPINÓPOLIS
1319	PARMALAT BRASIL S/A INDUSTRIA DE ALIMENTOS	PRACA DO ROSARIO 226	PRATÁPOLIS
1459	KAMAR INDUSTRIA E COMERCIO DE LATICINIOS LTDA	AV SAO DOMINGOS, S/Nº CENTRO	SANTO ANTÔNIO DO JACINTO
1501	COOPERATIVA DOS PRODUTORES RURAIS DE DOM SILVERIO LTDA	RUA MIGUEL ANTONIO DE ARAUJO, 59	DOM SILVÉRIO
1523	TADEU MIGUEL PEREIRA ME	RUA JOSE PIMENTA DE MORAES Nº 84	PERDÕES
1540	COOP.AGROPECUARIA DE ENTRE RIOS DE MINAS LTDA	MINAS GERAIS	ENTRE RIOS DE MINAS
1830	PAULO CÉSAR GOULART DE SOUZA E CIA LTDA - ME	AV. FRANCISCO LEMOS, 50	CAMBUQUIRA
2171	VIALAT INDÚSTRIA & COMÉRCIO LTDA	RUA SETENTA, 264	IGUATAMA
2184	LATICINIOS VALE DO CARANGOLA LTDA	RUA ANTONIO MARQUES 98 FAZ.GENERAL	CARANGOLA
2268	LAMURCY INDUSTRIA E COM. PRODUTOS ALIMENTICIOS LTDA	AV. ALFREDO BRAGA DE CARVALHO S/N	VARGINHA
3105	DOCE MINEIRO LTDA.	BR. 153 KM 37	CARMÓPOLIS DE MINAS
3420	INDUSTRIA E COMERCIO DE LATICINIOS VALE DOS BURITIS LTDA	PRACA DOM ELIZEU N 269	BURITIS
3524	INDUSTRIA E COMERCIO DE LATICINIOS OPA LTDA	RUA DO PREDIO S/N -BELO ORIENTE	TEÓFILO OTONI
3597	MILENIO INDUSTRIA E COMERCIO DE ALIMENTOS LTDA	AV. GERALDO ALMEIDA 900 ALTA DA PRAIA	FORMIGA
4248	COOPERATIVA AGRO PECUARIA VALE DO RIO DOCE LTDA	BR 116 KM 415 "B" PLANLTO	GOVERNADOR VALADARES
4582	INDUSTRIA E COMERCIO DE LATICINIOS LACTO CRISTUS LTDA	RUA MANOEL DE MATOS RIBEIRO S/Nº B.VILA RICA	FREI GASPAR
4661	GEMACOM COMERCIO SERVICOS LTDA	RUA BRUNO SIMILI, 380	JUIZ DE FORA



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(10.000A20.000) - LT6			
4686	PRO NUTRI PRODUCAO DE ALIMENTOS LTDA	RUA LUIZ BARBATO Nº 22/01	POUSO ALEGRE
4688	COOPERATIVA REGIONAL AGROPECUARIA DO CIRCUITO DOS QUEIJS	RUA ARTUR DE ALCANTARA Nº 01 ROSARIO	ANDRELÂNDIA



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(20.000A50.000) - LT5			
489	BARBOSA E MARQUES S/A	RUA DR.SEBASTIAO FIGUEIREDO S/N-CEN	ÁGUAS FORMOSAS
498	MAROCA & RUSSO INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	BR 262, KM 316	RIO CASCA
553	TRANSLEITE SANTA HEDWIGES LTDA	SITIO SOLAR DAS PEDRAS, S/N	SANTA MARIA DO SALTO
602	CAMPONESA ALIMENTOS LTDA.	FAZENDA ENCRUZILHADA/CRUZILIA	CRUZÍLIA
711	INDUSTRIA DE LATICINIOS ROMERO LTDA ME	RUA JOSE DOMINGOS ELBIDES, 40 CENTRO	IBITIÚRA DE MINAS
1175	LATICINIOS RENASCER INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	PERDOES	PERDÔES
1213	RARICREME LATICÍNIOS E COMÉRCIO LTDA	MINAS GERAIS	ARGIRITA
1292	INDUSTRIA E COMERCIO DE LATICINIOS REKS LTDA	R.CAP.JOAO BATISTA, 5	SANTA RITA DE CALDAS
1397	LATICINIOS LAMBARI LTDA	RUA COMENDADOR BOA VISTA,625	LAMBARI
1405	LATICINIOS UMUARAMA LTDA	RUA UMUARAMA	ALTEROSA
1473	MARIA LUIZA BEVILAQUA	RUA BARAO DO POUSO ALTO, 775-CENTRO	POUSO ALTO
1492	GONCALVES SALLES S/A INDUSTRIA E COMERCIO	AVENIDA WENCESLAU BRAZ S/N	SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO
1627	MAROCA & RUSSO INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.	RUA ANTONIO JOAQUIM 341	ABRE CAMPO
1683	LATICINIOS REGISTRO LTDA	FAZENDA REGISTRO	LAVRAS
1703	ORGANIZACAO COMERCIAL IND. E COM.LTDA.	RUA LAGOINHA 16	ÁGUA BOA
1709	BARBOSA & MARQUES S/A	RUA JOAO SEBASTIAO AMORIM,228	ESPERA FELIZ
1756	COOP. AGROPECUARIA LTDA. DE UBERLANDIA	PRACA JOSE MARTINS ALAMEU S/N	GURINHATÁ
1763	SCALON & CRECHI LTDA	SACRAMENTO	SACRAMENTO
1809	LATICINIOS CANA DO REINO INDUSRTRIA E COMECIO LTDA	MINAS GERAIS	CARVALHÓPOLIS
1829	COOPERCAM COOPERATIVA DOS CAFEICULTORES DE CAMPOS GERAIS	R.CACHOEIRA CAMPOS GEAIS KM 1-ALFENAS/BARRO PRETO	CAMPOS GERAIS
1891	MOCOCA S/A PRODUTOS ALIMENTICIOS	R. JOSE VIEIRA BARRETO JUNIOR-405	ARCEBURGO
2403	INDUSTRIA DE LATICINIOS TEIXEIRA E SILVA LTDA	RUA 21 DE ABRIL S/N	SÃO GERALDO
2698	INDUSTRIA E COMERCIO DE LATICINIOS MATUTINA LTDA	RURA JOAO MULATO, 53	MATUTINA
2763	COMERCIAL ABREU LIMA LTDA	BR 116 KM 728, S/N BOM JESUS DA CACHOEIRA	MURIAÉ
2857	MAROCA E RUSSO INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	AV CORONEL MARIO CORDEIRO S/N B SAO JACINTO	TEÓFILO OTONI
2968	LUIZ ERNESTO KRAU E SILVA MEPEDRO LTDA.	FAZENDA OUSADIA Nº 13 BAIRRO ORVALHO	LIMA DUARTE
3077	INDUSTRIA DE LATICINIOS PEDRA BRANCA LTDA	SITIO PEDRA BRANCA	CALDAS
3132	FABRICA DE LATICINIOS BELA LTDA	EST.MUNICIPAL SELINHA-B.TROQUEIRAS	PASSA QUATRO
3299	PROLACTEOS-INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	AV.AMAZONAS 270	CONTAGEM
3491	TRES MARTAS INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	RUA BOIADEIRO, 315	PRESIDENTE OLEGÁRIO
4480	LATICINIOS MADRE DE DEUS DE MINAS LTDA	ESTRADA DO CANGICA S/Nº	MADRE DE DEUS DE MINAS



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(50.000A100.000) - LT4			
344	DANONE LTDA	BORTOLANI-MUN.DE POCOS DE CALDAS	POÇOS DE CALDAS
899	ALIMENTOS RIO GRANDE INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	ESTRADA LUIZ BORGES, 15	MANHUAÇU
978	S/A FABRICA DE PRODUTOS ALIMENTICIOS VIGOR	RUA OTTO R. JORDAN 286	SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ
1318	EMBARE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS S/A	LAGOA DA PRATA	LAGOA DA PRATA
1583	COOPERATIVA DE LATICINIOS VALE DO MUCURI LTDA	RUA MAMED DAVID S/N	CARLOS CHAGAS
2163	INDUSTRIAS FLORIDA LTDA	B.SAO GERALDO-AV.OLAVO BILAC	JUIZ DE FORA



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(100.000A300.000 - LT3			
776	NUTRIL NUTRIMENTOS INDUSTRIAIS S/A	RODIVIA KM 5 N 1900	CONTAGEM
1124	INDUSTRIA ALIMENTICIAS ITACOLOMY S/A	ESTRADA DO BOI S/N	TEÓFILO OTONI
1406	TANGARA IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO S/A	RUA BERGANHA 169 B. CAMPINA VERDE	CONTAGEM
1415	PINK ALIMENTOS DO BRASIL LTDA	RUA URSULA PAULINO, 1321 BAIRRO BETANIA	BELO HORIZONTE
1690	INDUSTRIA ALIMENTICIAS ITACOLOMY S/A	NANUQUE	NANUQUE
2034	NESTLE BRASIL LTDA	ROD. BR. 365 CHACARA NESTLE, KM 755	ITUIUTABA
4348	LATICINIOS BELGO ALONSO LTDA	RUA AFONSO ALVES PEREIRA, 1200 MIRAÍ	MIRAÍ



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.(300.000A500.000 - LT2			
1228	SILVA & ALVES LTDA	RUA JORCELINA MIRANDA 40 D KENEDY	MURIAÉ
1972	COOPERATIVA CENTRAL DOS PRODUTORES RURAIS DE MINAS GERAIS	RUA POLICENA MASCARENHAS 791	SETE LAGOAS
2135	COOPERATIVA CENTRAL DOS PRODUTORES RURAIS DE	RUA VISCONDE DE OURO PRETO, 330	GUANHÃES
2266	INDUSTRIA ALIMENTICIAS ITACOLOMY S/A - ITASA	AV.I QD.3-BAIRRO INDUSTRIAL	MONTES CLAROS
3987	DOCES CECILIA LTDA	AV.TANCREDO NEVES,890 - VILA SILVEIRA	ARAXÁ



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA  
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA  
Serviço de Inspeção Federal - SIF

Relação de Estabelecimentos

SIF	Razão Social	Logradouro	Município
UF : MG			
Área : CARNE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.>500.000L/DIA - LT1			
471	KERRY DO BRASIL LTDA	AV. NESTLE N 2186	TRÊS CORAÇÕES
Área : LEITE			
Categoria : FABRICA DE LATICINIOS			
Classe : EST.LEITE E DERIV.>500.000L/DIA - LT1			
164	NESTLE BRASIL LTDA	AV NESTLE S/N	IBIÁ
228	COOP.MISTA DOS PROD.RURAI S DE CONSELHEIRO PENA LTDA	R. CARLOS ANTONIO DE ITABORA I	RESPLENDOR
471	KERRY DO BRASIL LTDA	AV. NESTLE N 2186	TRÊS CORAÇÕES