

**NEILA MELLO DOS SANTOS CORTEZ**

**DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DO SORO DE QUEIJO NO ESTADO DO  
RIO DE JANEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção de Grau de Doutor. Área de Concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

Aprovada em: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Marco Antonio Sloboda Cortez**  
**Universidade Federal Fluminense**

---

**Prof. Dr. Robson Maia Franco**  
**Universidade Federal Fluminense**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriana Cristina de Oliveira Silva**  
**Universidade Federal Fluminense**

---

**Prof. Dr. José Francisco Pereira Martins**  
**Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Maria Carmela Kasnowski Holanda Duarte**  
**Fundação Educacional D. André Arcoverde - Valença**

---

**Prof. Dr. Márcio Reis Pereira de Souza**  
**Universidade Estácio de Sá**

**Niterói – RJ**

**2013**

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense por me instruir e acompanhar nesses quatro anos de estudo da minha tese,

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo apoio financeiro a pesquisa.

Ao meu orientador Marco Antonio Sloboda Cortez pela ajuda na execução da pesquisa.

Ao meu co-orientador Oriel Fajardo Dias pelo convite para participar do projeto do soro de queijo aprovado pela FAPERJ, que abriu as portas para meu excelente trabalho e pelo aprendizado na convivência do trabalho em campo,

Ao meu co-orientador Robson Maia Franco pelo ótimo profissional na área de microbiologia me ajudando a conduzir o trabalho de forma íntegra,

A minha equipe de trabalho que ao lado ou distante conseguimos alcançar esse resultado com competência e capacidade de todos, Juliana Dias, Rosângela Zoccal e Jorge Luiz Bellini,

À EMATER Rio pela imensa ajuda no trabalho a campo na coleta de dados por todo Estado do Rio de Janeiro,

Aos meus colegas e amigos do curso de Pós-graduação durante as aulas, seminários, trabalhos e viagens técnicas, pela ajuda de ensino e aprendizado durante esses quatro anos.

Ao meu amigo Adriano Gomes que teve grande relevância me direcionado na qualificação e nos trabalhos científicos.

À minha grande amiga Flavia Aline Calixto que me acompanha desde o meu mestrado e no meu doutorado, me impulsionou nos trabalhos científicos, devo muito do meu sucesso à sua ajuda interminável e incansável. Com vontade conseguimos tudo.

À minha filha Micaela Cortez pelas longas viagens, pelos trabalhos continuados, dos congressos de estudos e vários outros momentos de minha ausência para meu crescimento profissional. Obrigada por me aceitar parcial, porém completa com qualidade, isso tudo é por você. Te amo.

A Deus por me dar forças e continuar no que almejei, que mesmo nos vários episódios de dificuldades, barreiras e cansaço esteve ao meu lado e me reergueu para continuar e finalizar mais esta etapa grandiosa na minha vida.

## SUMÁRIO

**LISTA DE FIGURAS**, p. 4

**LISTA DE TABELAS**, p. 5

**RESUMO**, p. 6

**ABSTRACT**, p. 7

**1 INTRODUÇÃO**, p. 8

**2 REVISÃO DE LITERATURA**, p. 10

2.1 PRODUÇÃO DO SORO DE QUEIJO, p. 10

2.2 IMPORTÂNCIA DO SORO DE QUEIJO, p. 10

2.2.1 **Características físico-químicas do soro de queijo**, p.10

2.2.2 **Valor nutricional e funcional do soro de queijo**, p. 12

2.2.3 **Utilização industrial do soro de queijo**, p. 13

2.3.4 **Meio Ambiente e Soro de Queijo**, p. 15

2.3 A OTIMIZAÇÃO DO SORO DE QUEIJO, p. 16

2.4 ASPECTOS DA QUALIDADE DO SORO DE QUEIJO, p. 17

**2.4.1 Produção Primária de leite**, p. 17

**2.4.2 Contaminantes químicos**, p. 19

2.5 MICRORGANISMOS CONTAMINANTES DO SORO DE QUEIJO, p. 21

2.5.1 **Pesquisa de bactérias patogênicas**, p.22

2.6 BACTERIÓFAGOS NO SORO DE QUEIJO, p. 23

2.6.1 **Histórico dos Fagos**, p. 23

2.6.2 **Bacteriófagos na Indústria de Laticínios**, p. 24

2.6.3 **Isolamento dos Fagos**, p. 26

**3 DESENVOLVIMENTO**, p. 28

3.1 MAPEAMENTO DAS INDÚSTRIAS LATICINISTAS E IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SORO DE QUEIJO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, p. 28

3.2 AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO E DA QUALIDADE BACTERIOLÓGICA E DETECÇÃO DE BACTERIÓFAGOS E DE ANTIMICROBINAOS EM SORO DE QUEIJO PRODUZIDO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, p. 44

3.3 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO SORO DE QUEIJO DOCE E ÁCIDO PRODUZIDO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, p.62

**4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**, p. 72

**5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** p. 74

**APÊNDICE**, p.90

## LISTA DE FIGURAS

### 1° ARTIGO

**Fig. 1:** Produção média diária de soro de queijo (litros) dos laticínios no Estado do Rio de Janeiro no período de safra (outubro a abril), em 2009, f. 34

**Fig. 2:** Produção média diária de soro de queijo (litros) dos laticínios no Estado do Rio de Janeiro no período de entressafra (maio a setembro), em 2009, f. 35

**Fig. 3:** Variação percentual da produção de soro de queijo entre os períodos de safra e entressafra dos laticínios do Estado do Rio de Janeiro, em 2009, f. 36

**Fig. 4:** Sistemas de inspeção nos laticínios do Estado do Rio de Janeiro, em 2009, f. 36

### 2° ARTIGO

**Fig. 1:** Sistemas de inspeção (Municipal, Estadual e Federal) nos laticínios do Estado do Rio de Janeiro, em 2009, f. 51

### 3° ARTIGO

**Fig. 1:** Regiões do Estado do Rio de Janeiro definido pela EMATER, f. 65

**Fig. 2:** Tipo de soro de leite produzido nos laticínios do Estado do Rio de Janeiro, em 2009, f. 65

**Fig. 3:** Resultados de pH e acidez Dornic (g de ácido láctico/100mL) das amostras de soro do Estado do Rio de Janeiro, f. 66

**Fig. 4:** Resultado do índice crioscópico (°H) das amostras de soro do Estado do Rio de Janeiro, f. 67

### APÊNDICE

Questionário sobre a utilização do soro do queijo no Estado do Rio de Janeiro, f. 90

## LISTA DE TABELAS

**Quadro 1:** Valores físico-químicos do soro de queijo, f. 11

**Quadro 2:** Valores físico-químicos do soro de leite doce e do soro de leite ácido, f. 12

**Quadro 3:** Composição química do soro de queijo doce e soro de queijo ácido (%), f. 12

### 2° ARTIGO

**Tabela 1:** Valores de média, mínimo, máximo e desvio padrão da contagem de mesófilos e psicotróficos e enumeração dos coliformes a 35°C, 45° e *E. coli* do soro de queijo no Estado do Rio de Janeiro (log UFC/mL), f. 52

## RESUMO

Objetivou-se neste trabalho montar a logística de captação e concentração do soro de queijo, avaliar as características físico-químicas, a qualidade microbiológica, a presença e isolamento de fagos e a pesquisa de antimicrobianos do soro de queijo produzido no Estado do Rio de Janeiro. Do estudo realizado foram elaborados três artigos científicos. No primeiro trabalho foram analisadas 52 amostras caracterizando a identificação e mapeamento do soro de queijo produzido no Estado do Rio de Janeiro. No segundo, foram avaliados as características microbiológicas e antimicrobianas e fagos do soro de queijo. No terceiro estudo foram apresentados os resultados físico-químicos do soro. Nas visitas técnicas aos estabelecimentos laticinistas foram aplicados questionários sobre a produção de soro sendo relatados todos os detalhes pertinentes a produção, armazenamento e destino. As análises laboratoriais realizadas foram: contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e de bactérias heterotróficas aeróbias psicotróficas, enumeração de coliformes totais, coliformes fecais e *Escherichia coli*; presença e isolamento de bacteriófagos; detecção de resíduos de antimicrobianos; acidez titulável e pH; crioscopia. A maioria das indústrias (41,3%) estava sob Inspeção Sanitária Estadual, das quais, 23,1% sob Inspeção Sanitária Federal e o mesmo percentual sob Inspeção Sanitária Municipal, 12,5% das indústrias não possuíam inspeção técnica. A produção na safra e entressafra foi estável e com boa distribuição por todo o Estado do Rio de Janeiro. Somente 30,7% da produção total eram reaproveitados dentro das indústrias na produção de bebida láctea e ricota. As amostras de soro apresentaram negatividade na presença de bacteriófagos. Foi encontrada elevada contaminação bacteriológica de algumas amostras de soro, inclusive com bactérias patogênicas (*E. coli*). Os psicotróficos estavam presentes em 44,5% superiores aos mesófilos. Em relação à presença de antimicrobianos, foi detectada em 34% das amostras e ausência em 30% das amostras e 36% no limite máximo. Entre as análises físico-químicas no soro o valor de pH apresentou média de 6,28, a acidez dornic com média de 14,2g de ácido láctico/100mL e crioscopia de -0,4846°H. A variação do pH foi relacionada à acidificação, que pode ter ocorrido durante a produção de queijo ou devido à acidificação após produção. A elevada contaminação bacteriológica do soro é preocupante, uma vez que a elaboração de produtos derivados poderá ser comprometida. Ademais, a presença de resíduos de antimicrobianos foi um indicativo do uso indiscriminado de fármacos no tratamento animal ou do não cumprimento do prazo de carência dos medicamentos, impossibilitando o uso deste soro pela indústria e podendo ainda causar danos aos consumidores. O trabalho realizado foi importante para auxiliar também na definição de um padrão físico-químico para o soro de queijo produzido pelas indústrias, uma vez que os parâmetros analisados apresentaram grande variação entre as regiões, facilitando dessa maneira o desenvolvimento de novas formas racionais de utilização do soro. A padronização dos métodos de fabricação de queijos pelas unidades processadoras deve ser incentivada.

**Palavras-chaves:** Soro de queijo, Rio de Janeiro, concentração, físico-químicas, microbiologia.

## ABSTRACT

The present study aimed to define the logistics of collection and concentration of cheese whey, to evaluate the physical-chemical characteristics and microbiological quality, to determine the presence and isolation of phages and antimicrobial agents in the cheese whey produced in the State of Rio de Janeiro. From this research, three scientific articles were produced. In the first study, 52 samples were analyzed to identification and mapping cheese whey production in the State of Rio de Janeiro. On second, microbiological characteristics, presence of phage and antimicrobial agents were analyzed. Finally, in third study, the physical-chemical results were presented. During technical visits to dairy plants, questionnaires were performed considering cheese whey production and storage and disposal routine. The following analyses were performed: mesophilic and psychrotrophic aerobic heterotrophic bacterial counts, enumeration of total coliforms, fecal coliforms and *Escherichia coli*; presence and isolation of bacteriophages, detection of antibiotic residues, titratable acidity and pH, freezing point and composition (non fat solids, lactose, fat, protein and minerals). As a result it was found that 41.3 % of dairy plants were under state inspection, and 23.1 % under federal and municipal inspection. 59.5 % of whey were produced in the South region. The production during harvest and out of harvest was stable and with good distribution throughout the state. Only 30.7 % of total production was reused by the industries to ricotta cheese and dairy beverages production. None of whey samples present bacteriophages. Regarding total bacterial counts and colimetric results assays samples showed discrepant values, although most of them were in the limits permitted by law. It was detected the presence of antibiotics in 34% of samples and negative in 30 % of samples. The physico-chemical serum from different regions of the State of Rio de Janeiro was investigated by means of physico-chemical parameters: crioscopia, pH and acidity. The average pH value of 6.28, the Dornic acidity with an average of 14.2 g of lático/100mL and freezing point of -0.4846 °H. The pH variation was related to the acidification, which may have occurred during cheese production due to acidification or after production. The elevated bacterial contamination of the whey is a serious concern, since the development of products can be compromised. Furthermore, the presence of antibiotic residues was indicative of the widespread use of drugs to animal treatment or no observation of time necessary to elimination of drugs, difficulting the whey use by the dairy industry, besides its risk to consumers. The results showed a great variation in all parameters for different regions. The work was also important to define a standard physical and chemical composition of whey produced by the industries, facilitating the development of new rational use of cheese whey.

**Key-words:** Whey Protein, Rio de Janeiro, concentration, physical-chemical, microbiological.

## 1 INTRODUÇÃO

A dispersão geográfica das indústrias queijeiras e a deficiência das estatísticas de produção dificultam a realização de estudos sobre logística, disponibilidade e aproveitamento do soro de queijo no Estado do Rio de Janeiro.

Em economia e desenvolvimento regional, as técnicas de geoprocessamento e geoestatística são adotadas na construção de indicadores de concentração, assim como no mapeamento de padrões de aglomeração industrial (HADDAD et al., 1989; FUJITA et al., 2002).

Estudos da distribuição espacial da produção de leite no Brasil são úteis na definição da localização e do número de unidades processadoras de soro de queijo, nos âmbitos nacional e regional.

Nos dados de uma pesquisa realizada em Minas Gerais, utilizando ferramentas de geoprocessamento, há citação de que seriam necessárias no mínimo onze unidades regionais de processamento para viabilizar uma rede estadual de captação de soro (ALVES, 2005).

As estatísticas de produção de queijo no Brasil são desatualizadas. Entretanto, em alguns dados censitários passados são encontrados o potencial de perdas econômicas e os impactos ambientais do descarte do soro das indústrias de queijos.

Segundo Alves (2005), em 1991, a produção de queijo inspecionado totalizou 242 mil toneladas, enquanto em 2001 a produção cresceu para aproximadamente 400 mil toneladas. Incluindo o mercado informal, a produção total foi estimada em 600 mil toneladas de queijo.

O soro pode carrear grande quantidade de microrganismos, ressaltando os utilizados para a fermentação e a manufatura de derivados como queijos e iogurtes e outros produtos. Outro grupo de microrganismos, o dos deteriorantes, interfere negativamente com o prazo de validade comercial e as propriedades sensoriais dos alimentos, causando prejuízos consideráveis à indústria. Contudo a presença de microrganismos patogênicos representa risco à saúde dos consumidores, estando relacionados com diversos casos de toxi-infecções alimentares.

No entanto para o aproveitamento do soro é imprescindível assegurar a qualidade físico-química e bacteriológica, que dependem diretamente das condições de higiene do estabelecimento e dos funcionários, do processamento do queijo, da

rapidez do resfriamento após obtenção e da imediata utilização. O subproduto, soro de queijo, é um alimento rico em nutrientes o que favorece o crescimento de microrganismos que em consequência levam alterações sensoriais e/ou físico-químicas, além de risco à saúde coletiva.

Objetivou-se nesta pesquisa avaliar a viabilidade técnica e econômica do aproveitamento do soro de queijo produzido no Estado do Rio de Janeiro, realizar o mapeamento da produção de leite, queijos e soro no estado do Rio de Janeiro; verificar a importância do soro de queijo para a indústria e para o consumidor; avaliar da qualidade físico-química e bacteriológica do soro de queijo produzido no Estado do Rio de Janeiro; determinar a presença de bacteriófagos e verificar a presença de resíduos de antimicrobianos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PRODUÇÃO DO SORO DE QUEIJO

No período de 1997 a 2003 o Brasil importou, em média, 30,3 mil toneladas anuais de soro de queijo, representando 11,1% do volume total dos produtos lácteos importados (IBGE, 2007). O valor da importação brasileira de soro chegou a US\$ 33.3 milhões. Nesses números evidencia a existência de mercado atrativo para a utilização do soro, considerando somente a questão da substituição da importação.

Segundo dados da Embrapa Gado de Leite, a produção de queijos no Brasil em 2004 foi estimado em 500 mil toneladas. Souza (2004) considerou que, na média, para cada quilo de queijo sejam produzidos nove litros de soro, implicando na produção de 4,5 bilhões de litros em 2004. Fatores relacionados à logística e à dispersão territorial dificultam a utilização do soro e tornam atrativa a importação.

Além da dispersão territorial, a produção de queijo caracteriza-se por duas estruturas básicas distintas: uma de escala industrial, moderna, na qual são usados padrões internacionais de qualidade e outra, artesanal, com produtos sem padrão bem definido, com ampla capilaridade regional. O soro resultante dessas estruturas de produção, pelo baixo valor comercial *in natura* e alto custo de captação, é normalmente tratado como dejetos e lançado nos cursos dos rios sem nenhum tratamento prévio (CHEHADI; VIEIRA, 2004), gerando impactos ambientais relevantes.

### 2.2 IMPORTANCIA DO SORO DE QUEIJO

#### 2.2.1 Características Físico-Químicas do Soro de Queijo

O soro de leite ou soro de queijo é um subproduto resultante da produção de queijos, originado após a separação da coagulação das micelas de caseínas que aprisiona a gordura do leite. O soro possui em sua composição valores nutricionais importantes e fonte importante de componente de grande valor para indústria de alimentos, porém é muito utilizado na alimentação animal (ORDOÑEZ, 2005).

As características físico-químicas do soro de queijo estão diretamente relacionadas ao método de fabricação dos queijos e aos tratamentos posteriores do soro, como a pasteurização e a refrigeração (FOX, 1987). O quadro abaixo consta a variação das características físico-químicas do soro de queijo.

Quadro 1: Valores físico-químicos do soro de queijo.

Características físico-químicas	Valores
Sólidos totais	5,0% a 7,0%
pH	5,0 a 6,4
Acidez	11°D a 25°D
Densidade	1,0266 g/mL a 1,0298 g/mL
Crioscopia	0,670°H a 0,458°H

Fonte: modificado por Fox (1987).

Conforme com Smithers (2008) a composição química do soro de queijo pode variar dependendo da variedade de queijo produzido, do tipo de leite (bovino, caprino ou ovino), do período do ano, do tipo de nutrição dada aos animais, do estágio de lactação e da qualidade do processamento industrial para a obtenção de queijos e caseínas e por fim do tipo de soro obtido (soro ácido ou doce).

Existem dois tipos de soro: o soro de coagulação enzimática também chamado de soro doce, possui pH na faixa de 5,3 a 6,6. Este soro provém da adição de enzimas (microbiana, vegetal ou animal). O outro tipo de soro, obtido por precipitação ácida (coagulação ácida) é denominado de soro ácido e tem pH entre 4,4 e 5,3 decorrente a adição de ácidos (ácido láctico, acético ou cítrico) ou fermento lácteo. A composição química dos tipos de soro obtidos por esses dois processos é diferente (FOX, 1987; HARAGUCHI et al.; PINTADO et al., 2001; ORDONEZ, 2005; 2006).

Com base na Portaria 53 (BRASIL, 2013) foi definido um padrão físico-químico do soro de queijo doce e do soro de queijo ácido. Esses valores estão descritos no quadro 2 abaixo:

Quadro 2: Valores físico-químicos do soro de leite ácido e doce

Requisitos	Soro de leite	Soro de leite ácido
pH	6,0 a 6,8	Inferior a 6,0
Acidez titulável em ácido láctico (g/100g)	0,08 a 0,14	----
Sólidos Totais (g/100mL)	Mínimo 5,0	Mínimo 5,0

Fonte: modificado por Brasil (2013)

No quadro 3 é possível verificar a diferença centesimal da composição do soro de queijo ácido e o soro de queijo doce (ANTUNES, 2003).

Quadro 3: Composição química do soro de queijo doce e soro de queijo ácido (%).

Composição do soro		
	Doce (%)	Ácido (%)
Sólidos totais	6,4	6,2
Proteína	0,8	0,75
Gordura	0,5	0,04
Lactose	4,6	4,2
Ácido láctico	0,05	0,4

Fonte: adaptado por Antunes (2003).

### 2.2.2 Valor nutricional e funcional do soro de queijo

O soro de queijo possui alto valor biológico quando comparado com outras fontes. Apresenta alto valor biológico quando comparado com outras fontes. Contém relativamente alto conteúdo em aminoácidos (isoleucina, leucina e valina) em comparação com caseína, leite de vaca desnatado, isolado proteico de soja e carne de boi (GERDES, 2003). Os aminoácidos de cadeia lateral ramificada contribuem com a formação de músculos. Justificando, várias recomendações para utilização deste subproduto com um suplemento nutricional para atletas. Isto tem se tornado tão

abrangente que várias academias de ginásticas espalhadas pelo Brasil têm recomendado a utilização desses aminoácidos. A proteína de soro é uma das proteínas de mais alta qualidade disponível para uso comercial (GERDES, 2005; SINHÁ et al., 2007).

As proteínas do soro possuem alta qualidade nutricional e funcional. Como valor nutricional o soro é composto por aminoácidos essenciais, alto valor de proteínas do complexo  $\beta$ -lactoferrina,  $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactoalbumina, glicomacropéptidos, imunoglobulinas, e minerais importantes, como o cálcio. As empresas buscam inovação associando o uso de soro de queijo como matéria-prima na produção de diferentes tipos de alimentos (GLOBALFOOD, 2006; MARRETT, 2009).

Importantes propriedades funcionais têm sido atribuídas às proteínas do soro, como na modulação do metabolismo e no mecanismo de defesa dos organismos animal e humano (MICKE et al., 2002; ROSANELI et al., 2002). Nos Estados Unidos, o mercado de soro tem se desenvolvido rapidamente. Em 2003 a comercialização do soro representava 11% da receita americana, sendo o concentrado proteico o produto de maior aplicação, inclusive na produção de revestimentos comestíveis e biodegradáveis para a indústria de alimentos (BALAGTAS et al., 2002).

### **2.2.3 Utilização Industrial do Soro de Queijo**

O soro é utilizado por muitos produtores rurais na alimentação animal, misturado às rações. Na própria indústria de alimentos tem-se utilizado o soro na elaboração de derivados e diversos outros fins, tais como: ricota, leites fermentados, bebidas lácteas, sobremesas lácteas, queijos, produtos de panificação, produtos cárneos, elaboração de molhos, pastas, alimentação para atletas, crianças, idosos, enfermos e indivíduos com restrições alimentares, sobremesas, bebidas, entre outros diversos usos (YETIM et al., 2001; ROSENBERG; LEE, 2004; CHENG et al., 2005; SOUZA; BEZERRA; BEZERRA, 2005; YETIM et al., 2006; TERRA et al., 2009; CALDEIRA et al., 2010; MOREIRA et al., 2010; VIEIRA; JUNIOR, 2011).

A bebida láctea fermentada é uma das mais produzidas na indústria no aproveitamento do soro, que apresenta larga escala e aceitação pelos consumidores

(CALDEIRA et al.,2010; CASTRO et al., 2010; VIEIRA; JUNIOR, 2011). As bebidas lácteas no Brasil representaram 32,8% do mercado de iogurtes e bebidas lácteas no ano de 1997. O uso do soro líquido em bebidas lácteas, fermentadas ou não, é uma das opções para a utilização do soro para consumo humano (LIMA et al., 2002).

O desenvolvimento de processos de tecnologia de membranas, como a ultrafiltração, facilitou-se a purificação e separação de constituintes do soro. A crescente aplicação das proteínas do soro na indústria alimentícia tem aumentado em larga escala. Por sua grande importância em propriedades emulsificantes, geleificantes, a viscosidade e solubilidade, a sua utilização é relevante em bebidas, produtos lácteos e cárneos (MODLER, 2000; MORR; HA, 1993; SINHÁ et al., 2007).

Os processos com membranas representam uma classe entre os processos de separação onde os componentes de uma mistura são separados devido às diferentes taxas de permeação através da membrana (MULDER, 1987).

O uso de concentrado de soro visando aplicação na tecnologia de queijo Minas Frescal apresenta viabilidade tecnológica. Usando concentrados com teores de proteínas elevados, consegue-se coagulação desejável e produção de queijos com peculiaridades similares a fabricação tradicional. Esse aglomerado proteico também tem aplicabilidade na substituição parcial ou total das proteínas da carne e usado como ingredientes na maionese, margarina e molhos em geral (COSTA JÚNIOR, 2006; FLORENTINO, 2006).

Outro grande advento industrial, a base das proteínas do soro, foi no surgimento das embalagens invisíveis. Embalagens que apresentam finos filmes, sendo utilizados em frutas e legumes. Os pesquisadores usam materiais biodegradáveis de origem vegetal e animal dissolvido em soluções apropriadas, levando a formação de agregação molecular ordenada em escala nanométrica. O filme assim produzido prolonga o prazo de validade comercial. A cobertura é extremamente fina, invisível a olho nu e atua como barreira à perda de umidade, controla a respiração, além de apresentar ações bactericidas, reduzindo ataques microbiológicos. Esses revestimentos são aplicados sobre a superfície do alimento ou entre os componentes, com determinados fins industriais e tecnológicos. Proteção como manter uma barreira à umidade, controle na oxidação dos alimentos, permeabilidade ao vapor d'água, coloração, sabor e textura e

outras características que garantem um prazo de validade maior ao alimento com características de qualidades desejadas pelo consumidor (ALLEONI; ANTUNES, 2005; ALLEONI et al., 2006; ANTUNES, 2009; GIANCONE et al., 2008; MAIA et al., 2000; MIN; KROCHTA, 2007; ODILIO, 2003; OUSSALAH et al., 2004; YOSHIDA; 9; PRATI; BERBARI, 2011).

#### **2.2.4 Meio Ambiente e Soro de Queijo**

O soro de queijo nas indústrias possui o seu valor comercial baixo quando “in natura” e apresenta alto custo de captação, e por essa razão é normalmente tratado como dejetos e lançado nos cursos dos rios sem nenhum tratamento prévio, gerando impactos ambientais relevantes (CHEHADI, 2004).

A elevada produção de soro e o seu destino pode gerar um problema ambiental, uma vez que algumas indústrias não possuem estações de tratamento de água residuais adequadas ou não processam nenhum derivado de soro (ANTUNES; GOMEZ, 1990).

Quando o soro é despejado sem nenhum tipo de tratamento em rios e córregos, a consequência direta é um grande impacto ambiental, uma vez que a alta concentração de lactose do soro e a presença de proteínas, aminoácidos e vitaminas fazem com que as bactérias presentes na água do rio se multipliquem em alta velocidade, consumindo o oxigênio dissolvido na água do rio. Sem oxigênio, diminutas algas (fitoplâncton) e pequenos animais (zooplâncton) morrem, com redução do alimento disponível para larvas e pequenos peixes, culminando na morte do rio (FOX et al., 2000).

O soro é classificado como um resíduo altamente poluente (50.000 litros de soro, se lançados como efluentes, equivalem a um esgoto de uma cidade de 25.000 habitantes). A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de um litro de soro se situa entre 30 a 45g/litro e exige o oxigênio presente em 4.500 litros de água para despoluí-lo (ANTUNES; GOMEZ, 1990). Além da contaminação química sendo jogados diretamente em rios gerando problemas ambientais na fauna e na flora, e

posteriormente para a população (CHAVES; CALLEGARO; SILVA, 2010; MOREIRA et al., 2010).

### 2.3 OTIMIZAÇÃO DA COLETA DO SORO DE QUEIJO

Poucas informações sobre localização e disponibilidade de soro estão disponíveis no Brasil. O uso de dados secundários das estatísticas nacionais (IBGE, 2007) e a busca de indicadores de alta correlação com as variáveis estudadas, são técnicas alternativas adequadas quando não se dispõe de um sistema estável e contínuo de estatísticas da produção agropecuária. Em Minas Gerais, Estado maior produtor de queijo do Brasil, em estudos sobre logística da captação de soro, Alves (2005) e Homem (2004) utilizaram informações do Serviço de Inspeção Federal (SIF) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e consultas a entidades representativas do setor com aplicação da metodologia Delphi (CHOPRA, 2003). O índice de concentração da produção de leite de uma determinada microrregião pode ser um bom indicativo do potencial de produção de queijo. O mapeamento da produção de leite por meio do geoprocessamento poderá orientar estudos prospectivos sobre a concentração da produção de queijos e, conseqüentemente, da distribuição espacial do soro nas regiões mais importantes (ZOCCAL et al., 2006).

A questão central da utilização do soro está ligada à escala de produção de queijos. Reunir e transportar para uma processadora é condição indispensável para viabilizar a utilização dessa fonte de proteína de forma econômica criando oportunidade de participação de micro, pequenas e médias queijarias. Além da questão de escala de produção, as tecnologias de armazenagem, conservação e transporte do soro têm implicações diretas sobre os investimentos necessários e os custos da logística de coleta.

Segundo Laporte et al. (2000) o problema de roteirização consiste em definir percursos de veículos que minimizem o custo total de transporte iniciado e terminado em ponto específico ou base dos veículos, assegurando que cada ponto seja visitado exatamente uma vez e a demanda em qualquer rota não exceda a capacidade do veículo que a atenda.

Devem ser considerados, também, os custos variáveis com a distância percorrida, os custos fixos dos veículos e os custos horários da tripulação. A definição dos roteiros onde é mais vantajoso o uso de frota própria ou utilizar serviços de terceiros, de modo a minimizar o custo total (da utilização da frota própria e do total de frete pago a terceiros) é outro aspecto a ser considerado pelas especificidades da realidade brasileira (HALL; PARTYKA, 1997).

A utilização do soro depende, muitas vezes, da construção de uma usina processadora, o que exige a determinação de um local para instalação ao longo de uma rede dando formato e estrutura ao sistema logístico. As decisões de localização envolvem a determinação do número ideal de unidades e subunidades, da localização destas e as respectivas dimensões (BALLOU, 2001). Segundo Weber (1971), a teoria de localização de plantas industriais começa por determinar fatores importantes na definição do lugar a ser ocupado. Estes fatores podem ser divididos em específicos (economia de custo alcançada por um número pequeno de empresas) e gerais (economia de custo que pode ser alcançada por qualquer indústria). Estes podem ainda ser separados em regionais (capazes de influenciar a escolha da localização entre regiões) e aglomerativos, ou desaglomerativos (fatores que provocam a concentração ou dispersão em uma região).

Para a decisão locacional, deve-se, então, ponderar os custos e benefícios de uma dada localização, para a qual seria necessário conhecer sua estrutura de custo de produção e a estrutura de custos de transferência de seu produto. Este procedimento permite definir a importância relativa dos vários fatores locacionais, que depende, portanto, do tipo de atividade (HADDAD, 1989).

## 2.4 ASPECTOS DA QUALIDADE DO SORO DE QUEIJO

### 2.4.1 Produção Primária de Leite

A cadeia de produção de leite é uma dos mais importantes do Brasil, devido principalmente à importância socioeconômica, na geração de divisas e nos empregos no campo (EMBRAPA, 2010), mas a qualidade da matéria-prima continua sendo um

dos grandes problemas ao desenvolvimento tecnológico das indústrias de laticínios. A distribuição da produção de leite, no Brasil, não é simétrica, uma vez que muitos produzem pouco e poucos produzem muito. A atividade leiteira avançou muito em produção e produtividade; entretanto, pouco se desenvolveu em relação à melhora da qualidade, embora a coleta de leite a granel e a implementação de novos padrões de exigência das legislações sejam uma realidade (BRASIL, 2011; CORTEZ; CORTEZ, 2008; LOPES et al., 2006).

O principal problema enfrentado pelo produtor rural que compromete a qualidade do leite envolve o processo de ordenha higiênica. As etapas de higienização e sanitização são deficientes no meio rural, principalmente para os pequenos produtores. No geral, a estrutura física da sala da ordenha e da sala do leite são precárias, com mínimas condições de higiene. Os manipuladores não são treinados ou capacitados, mesmo sendo o principal elemento para o controle da ordenha higiênica e responsável pelas ações preventivas e corretivas do processo (CORTEZ; CORTEZ, 2008; PERRY, 2004; SOUZA et al., 1998). Embora a falta de higiene seja um fator de risco associado à contaminação microbológica do leite, também é um aspecto determinante para aumentar a incidência de mastite, uma das principais enfermidades que afetam o gado leiteiro (PHILPOT, 2002).

Durante as etapas do processo de produção, elaboração, transporte, armazenamento e distribuição, a contaminação microbiana do leite e derivados é inevitável, por isso há necessidade do estabelecimento de ferramentas de controle de qualidade, que utilizem técnicas viáveis para o acompanhamento das condições microbiológicas do produto. A existência de possíveis deficiências higiênicas é fator determinante para a contaminação dos alimentos, devendo ser considerada a importância da presença de microrganismos indicadores de má qualidade higiênica e de microrganismos patogênicos. Um exemplo básico da importância destes controles nas propriedades rurais é a associação da contagem de bactérias heterotróficas aeróbias e mesófilas do leite com as condições de higiene dos equipamentos, que pode apresentar um aumento significativo em casos de procedimentos de limpeza e sanitização deficientes (SALOTTI et al., 2006).

## 2.4.2 Contaminantes químicos

Além da grande preocupação quanto à contaminação microbiológica, a presença de resíduos de substâncias químicas utilizadas nas várias etapas de produção animal, empregadas de forma legalizada ou não, deve ser pesquisada e combatida. Destacam-se, entre estas substâncias: pesticidas, herbicidas, fungicidas, antibióticos e sulfonamidas, detergentes e desinfetantes, micotoxinas, dioxinas, metais pesados e outros elementos traços, e hormônios como a somatotropina. Estas substâncias podem causar sérios problemas para a indústria, como a inibição das culturas lácticas empregadas na elaboração de derivados lácteos; e para o consumidor, como reações alérgicas (IDF, 1991).

Em virtude da dificuldade econômica que a maioria dos proprietários rurais apresentam, o controle da mastite é um dos problemas enfrentados pelo produtor de leite. Os prejuízos relacionados à mastite envolvem redução acentuada do volume de leite produzido, alteração na síntese e secreção dos principais componentes, com redução da qualidade, gastos com medicamentos e descarte prematuro do animal (CORTEZ; CORTEZ, 2008; FAO, 1989). Para o tratamento desses animais são administrados antimicrobianos via intramamária e sistêmica, sendo que os animais em tratamento devem ser afastados da linha de ordenha. O recomendado é um período de carência de no mínimo de 72 horas, no qual o leite dos animais tratados deve ser descartado e não misturado com o leite dos animais sadios (BRASIL, 2008; LEDERER, 1991). Os princípios ativos mais administrados pertencem aos grupos das tetraciclinas e beta-lactâmicos (penicilina e derivados).

Na produção de queijos, o leite geralmente passa pelo processo de pasteurização, tratamento térmico. Após o processamento térmico as etapas subsequentes são: coagulação, corte, mexedura, enformagem, viragem e prensagem. O soro de leite ou de queijo é o líquido formado a partir da coagulação das caseínas do leite, durante a fabricação de queijos ou no processo de fabricação da caseína industrial. O soro é considerado um subproduto, uma vez que é oriundo do processamento do produto queijo correspondendo a cerca de 90% do volume do leite, levando consigo 50 a 55% dos sólidos totais do mesmo. Assim, substâncias solúveis

presentes no leite poderiam passar para o soro durante o processo de elaboração de queijos (FURTADO, 1991; FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994).

No Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento foi publicado um programa de controle de resíduos, que abrange diversos alimentos, com destaque para o leite. Na Instrução Normativa 42, pode ser observado os limites máximos aceitáveis e os métodos oficiais de detecção de diversas substâncias (BRASIL, 1999).

Muitos produtores rurais, por não terem um suporte de informação técnica de qualidade, seja por parte de órgãos de extensão oficiais, seja por falta de poder aquisitivo para contratar um profissional competente, como o Médico Veterinário, aplicam medicamentos de forma indiscriminada, muitas vezes seguindo as determinações dos vendedores e donos de lojas (CORTEZ; CORTEZ, 2008; KATIANI et al., 2009). Na maioria das vezes não respeitam o período de carência do medicamento por não desejarem maiores perdas econômica.

Mesmo após o tratamento térmico do leite, o mesmo pode conter resíduos de antimicrobianos e conseqüentemente em todas as etapas na elaboração de queijos e o subproduto (soro) podem veicular essas substâncias. A pasteurização, que é o tratamento mais utilizado no leite que será destinado à fabricação de queijos, tem pouco ou nenhum efeito na degradação dos antibióticos presentes no leite. Por exemplo, o cloranfenicol é completamente resistente ao aquecimento. A fervura ou o aquecimento do leite a 100°C inativa a penicilina em 50%, a estreptomicina em 66% e oxitetraciclina e tetraciclina em 90% (BRITO, 2000).

Várias metodologias estão disponíveis no mercado na detecção rápida de resíduos de fármacos antimicrobianos no leite (ANDREW, 2008). A Association of Official Analytical Chemists (AOAC) e American Public Health Association (APHA) São descritas metodologias analíticas recomendadas na detecção de antimicrobianos. Destacam-se as técnicas microbiológicas utilizando o *Bacillus stearothermophilus* como indicador oficial de inibição do crescimento microbiano, como também outras mais complexas como as de cromatografia; imunoensaios, espectrometria de massa, ressonância e eletroforese em gel de agarose (CORASSIN, 2000; NASCIMENTO et al., 2001).

Nas indústrias de laticínios tem-se realizado pesquisas para detecção de antimicrobianos e concluindo-se que há necessidade de fiscalização mais eficaz na qualidade do leite em relação à presença de resíduos de antimicrobianos, a fim de evitar prejuízos econômicos decorrentes a interferências no processo de produção dos derivados. Restringir a presença de resíduos de antibióticos é um aspecto essencial de qualidade para a produção de produtos derivados do leite (COSTA, 1996; DENOBILE; NASCIMENTO, 2004; TENÓRIO 2009).

A presença de resíduos químicos no leite pode ocasionar uma série de problemas, entre os quais, a seleção de estirpes bacterianas resistentes no ambiente. É comum o aumento gradativo das dosagens de antimicrobianos utilizadas na terapia de animais, uma vez que o emprego desses fármacos, possibilita a seleção de bactérias resistentes, principalmente quando o uso é indiscriminado. A ingestão de resíduos de antimicrobianos presentes nos alimentos é um risco para a saúde humana, seja exercendo pressão seletiva sobre a microbiota intestinal, favorecendo o crescimento de microrganismos com resistência natural ou adquirida, ou dando lugar, direto ou indiretamente, para o aparecimento de resistência em bactérias enteropatogênicas (ALBUQUERQUE et al.; 1996; COSTA, 1996; DENOBILE; NASCIMENTO, 2004).

## 2.5 MICRORGANISMOS CONTAMINANTES DO SORO DE QUEIJO

Os microrganismos contaminantes do leite podem ser divididos em três grupos principais. Mesófilos, que se multiplicam rapidamente quando o leite não é armazenado sob refrigeração e são microrganismos cuja temperatura ótima de crescimento é em torno de 32°C, mas que crescem entre 10°C- 45°C. Este grupo inclui a maioria dos contaminantes do leite. Os termófilos que tem crescimento ótimo entre 50°C a 60°C e podem sobreviver à pasteurização (30 minutos a 63°C ou 15 segundos a 72°C). Os psicrófilos, se encontram na faixa de temperatura de crescimento variando 0 °C a 20°C, com ótimo entre 10°C e 15°C, sendo capazes de crescer sob refrigeração. Os psicrotróficos se desenvolvem entre 0° e 7°C. É um grupo importantíssimo em produtos que são conservados sob refrigeração por períodos entre 1-4 semanas. Além disso, com o uso intensivo de refrigeração no manuseio do leite e derivados, espécies

mesófilas têm sofrido adaptação seletiva, tornando-se psicotróficas (BRITO; BRITO, 2011; FRANCO; LANDGRAF, 2005; SILVA JR, 1997).

### 2.5.1 Pesquisa de bactérias patogênicas

Em diversos estudos sobre a qualidade microbiológica de leite e derivados são encontrados relatos da ocorrência de microrganismos patogênicos e contagem de microrganismos deterioradores em números que excedem, às vezes, os limites estabelecidos pela legislação. Dentre as bactérias patogênicas observadas destacam-se *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes* (ARCURI et al., 2006; CAVALCANTE et al., 2007; DEMASURES, GUEGUEN, 1997; DUARTE et al., 2005; ROCHA et al., 2006; SHNEIDER, 2009; TEIXEIRA, 2005; ZAFFARI et al., 2007). Entretanto é essencial avaliar o alimento no geral, destacando-se a importância das várias análises microbiológicas a fim de assegurar a qualidade no controle do leite e derivados.

As bactérias do grupo coliforme são consideradas como principais agentes contaminantes, estando associados à deterioração de queijos, causando fermentações anormais e estufamento precoce dos produtos (FURTADO, 1991).

Os coliformes fecais são bactérias que possuem origem nas fezes dos seres humanos ou animais de sangue quente, podendo causar diarreia e outros distúrbios intestinais. Principais agentes contaminante sem alimentos, indicativa de contaminação de origem fecal evidenciando péssimas condições de higiene (FRANCO, LANDGRAF, 2005; JAY, 2005). A *E. coli* (coliforme termotolerante) faz parte da microbiota entérica de mamíferos e aves, sendo uma bactéria Gram-negativa pertencente à família Enterobacteriaceae (BRENER, 1984).

As bactérias psicotróficas têm a capacidade de degradação das proteínas e gordura do leite devido à produção das enzimas proteases e lipases, que apresentam elevada termo resistência, ocasionando consequências ao produto como alteração no sabor e odor e redução no rendimento dos queijos. A contaminação do leite com essas bactérias acontece devido a falhas nos processos de higienização das tetas antes da ordenha e a falhas nos sistemas de limpeza e sanitização dos equipamentos de

ordenha, tanque de refrigeração ou utensílios que entram em contato com o leite. Os principais gêneros são: *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Achromobacter*, *Lactobacillus* e *Flavobacterium* (BRITO; BRITO, 2011). As técnicas para a detecção de microrganismos psicrótrópicos relacionam-se com o uso de meio de cultura ágar padrão para contagem (APC) e a manutenção da incubação por 7 a 10 dias, em temperaturas em torno de 0° a 7° C (FRANCO; LANDGRAF, 2005).

Na avaliação microbiológica (coliformes, *Listeria* spp. e *Brucella* spp.) de 80 amostras de queijos artesanais (colonial, provolone, ricota e caccio cavalo), o trabalho realizado por Zaffari et al. (2007), que encontraram como resultado, todas as amostras positivas para coliformes 35°C, 84% das amostras com presença de coliformes termotolerantes acima do permitido por lei; 16% continham *Listeria* spp., sendo 3,7% *L. monocytogenes*. A alta frequência de coliformes 45°C e a presença de *L. monocytogenes* colocam em risco o consumo destes queijos constitui perigo de infecção à população em geral e especialmente àquelas pessoas imunocomprometidas. Neste trabalho foi confirmada a presença das bactérias estudadas no soro de queijo, lembrando que para a produção de queijo ricota a matéria-prima utilizada é o soro de queijo.

A contaminação por microrganismo do grupo coliforme acarreta em alterações nas características sensoriais, como sabor ácido e estufamento precoce com produção de gás carbônico e ácido acético, além de ocasionar visualmente ao queijo uma distribuição de olhaduras irregulares (SHNEIDER, 2009).

## 2.6 BACTERIÓFAGOS NO SORO DE QUEIJO

### 2.6.1 Histórico dos Fagos

Os bacteriófagos foram descobertos pelo pesquisador Felix d'Herelle em 1915. A partir de 1919 começou os primeiros estudos da terapia com fagos, utilizando um preparado de fagos administrando em um jovem de 24 anos com disenteria, que após 24 horas não apresentava mais os sinais clínicos (GOODRIGE; ABEDON, 2003). No entanto, a partir da década de 40 com a produção em massa da penicilina como

antimicrobiano, os estudos com a fagoterapia foram descartados (BASSETT, 2007; HAGENS; LOESSNER, 2007).

Os bacteriófagos são vírus que infectam bactérias; são parasitas intracelulares obrigatórios, não possuindo metabolismo próprio (ZINK; LOESSNER, 1992). Os vírus bacterianos são ubíquos e constitui o maior grupo de vírus. Ocorrem em *Eucarya* e *Archaea*, tanto como profagos em hospedeiros específicos como também livres na natureza em uma ampla variedade de habitats (ACKERMANN, 1996; GOODRIGE; ABEDON, 2003; HAGENS; LOESSNER, 2007).

### 2.6.2 Bacteriófagos na Indústria de Laticínios

Na fabricação de lácteos, as bactérias lácticas são responsáveis, entre outros, pelo sabor e aroma, pela textura e consistência e pela conservação do produto. A infecção por fagos nas culturas “starters” usadas na fabricação de queijos e outros produtos fermentados, representa uma ameaça em produção comercial, muitas vezes resultando em perda significativa de qualidade ou do produto (COFFEY et al., 2006; VIA LÁCTEA, 2007).

A infecção das culturas “starters” por fagos é um dos fatores que pode levar a atrasos na fermentação do leite, resultando em baixa produção de ácido láctico e dos compostos responsáveis pelo sabor, juntamente com menor proteólise e hidrólise da lactose em produtos fermentados, conseqüentemente originando enormes perdas econômicas (COFFEY; ROSS, 2002).

Normalmente, o ciclo lítico do fago é muito rápido, às vezes durando apenas 30 minutos, no caso de fagos altamente virulentos. As células infectadas liberam, em média, cerca de 100 novas partículas fágicas por células lisadas. Uma vez liberadas, a fluidez do leite permite que as partículas dispersem-se de forma eficiente e infectem outras Bactérias Ácido Lácticas (BAL) (MOINEAU et al., 2002; PERRY, 2004).

Entre os fatores associados ao desenvolvimento dos bacteriófagos no leite, destaca-se a presença de cálcio e triptofano. Quando fosfatos e citratos são adicionados, o crescimento dos fagos é inibido uma vez que essas substâncias

sequestram o cálcio, diminuindo concentração desse elemento químico. Os fagos são sensíveis a hipocloritos e iodados (ARISTIZABAL, 2003).

As culturas lácteas são cuidadosamente selecionadas e preparadas para serem fago-resistente, e na elaboração de produtos (queijo, fermentados e bebidas lácteas) não dificultam no processo de fermentação e maturação. Essa é uma estratégia das empresas que produzem fermento para garantir a segurança na produção. O fago do *Lactobacillus lactis* subsp. *cremoris* possuiu sobrevivência por seis anos congelado a temperatura de -18°C (KEOGH, 1983) e alguns fagos possuem resistência ao tratamento térmico de 75°C por poucos minutos (FOX et. al, 2000; MADERA et al., 2004).

A contaminação por fagos pode resultar na lise de cepas de bactérias iniciadoras do processo de fermentação, causando problemas como fermentação lenta ou falha completa na fermentação com consequente perda do produto, gerando importantes perdas econômicas. Uma prioridade da pesquisa com fagos em laticínios tem sido o desenvolvimento da resistência fágica em culturas iniciadoras (BRÜSSOW et al., 1994; BRÜSSOW, 2001; VARNAM; SUTHERLAND, 1996).

Outro ponto a ser destacado na indústria de laticínios é o soro de queijo produzido a partir da elaboração de queijos. Esse produto é uma possível fonte de bacteriófagos, agindo como fator de contaminação em laticínios na fabricação de queijos e leites fermentados. O soro de queijo é rico em lactose (2,5 a 5%) e outros componentes que favorecem a contaminação. O tratamento do soro como a pasteurização ou o resfriamento imediato diminui esses riscos (FURTADO, 1991), pela redução na contagem de bactérias hospedeiras para os fagos.

A diminuição do crescimento das bactérias lácticas utilizadas pode causar uma baixa acidificação do produto, o que possibilita o crescimento de microrganismos que normalmente estariam inibidos (CHAMPAGNE et al., 1992; COGAN; DALY, 1987;). Defeito no sabor de iogurte como à falta de acidez é comum devido a contaminação fágica (MEDEIROS et al., 2006).

Nas queijarias o soro constitui o principal reservatório de bacteriófagos nos laticínios. Isso acontece porque os fagos têm a capacidade se disseminarem por meio dos aerossóis gerados pelo bombeamento ou separação do soro do tanque de queijo. A

capacidade de multiplicação dos fagos é alta, com um fator de 100 a cada 60 minutos. Supõe que um fago infecta um cultivo que contem  $10^6$  bactérias lácticas/mL, ao final de quatro horas a quantidade de bacteriófagos representa quase 50% do cultivo láctico o que prejudica na produção de ácido láctico (CASTELLI, 2006).

Na fabricação de queijos, a atividade fermentativa inadequada das bactérias lácteas acarretará em um produto final muito úmido, mole e com a fase de maturação muito rápida (VIA LÁCTEA, 2007). Estima-se que de 60-70% da ocorrência de problemas tecnológicos na fabricação de queijos “Cottage” e de queijos de massa dura estejam relacionados à infecção por bacteriófagos das estirpes de *Lactobacillus spp.* (HEJNOWICZ; BARDOWSKI, 2005).

### 2.6.3 Isolamento dos Fagos

A técnica de detecção e isolamento de bacteriófagos em leite e soro é descrita por Fox (2000). Que consiste em duas técnicas: a primeira técnica em tubos que identifica presença ou ausência dos bacteriófagos e a segunda técnica em placas que consiste no isolamento dos bacteriófagos a partir de halos de lise na placa.

Na técnica em tubos são filtrados 5mL a 10mL do soro em filtro com membrana de 45 $\mu$ m em um recipiente estéril. Em tubos de ensaio estéril adicionados 10 mL da cultura Láctea com potência de  $10^8$  ufc/mL, em dois tubos para cada amostra e dois tubos para amostra controle; depois adicionados 1mL do soro filtrado nos tubos com a cultura e colocados em estufas de 35°C e 42° C. É conferido o pH de hora em hora dos tubos desde a hora zero até a sexta hora. A diferença de 0,3 unidades da amostra controle e da amostra em análise representa a presença de fago na amostra em estudo.

Na segunda técnica em placas, após a filtragem do soro são realizadas diluições de  $10^{-1}$  até  $10^{-5}$ . Vazados em placas 13 mL, o meio Ágar base MRS, e esperar a solidificação total. Em seguida aquecido o meio presente nos tubos (0,7% Ágar + Caldo MRS + CaCl<sub>2</sub>), são adicionados 0,1 mL de cada diluição mais 1 mL de suspensão bacteriana com potência de  $10^8$  ufc/mL, homogeneizados e vertidos para as placas contendo o meio Ágar base MRS, totalizando assim um plaqueamento duplo em todas

as placas, homogeneizando as placas e em seguida incubando-as em estufas de 35° C e 42° C durante 24 horas. Passado o tempo será observada a presença ou não de halos de lise. A presença dos halos confirma o fago na placa.

Existem outros testes para detectar a presença de fagos. Um teste simplificado foi elaborado para que as fábricas mais simples também tivessem condições de trabalho. Primeiramente é realizada a diluição (até 10<sup>-3</sup>) da amostra do soro retirado do tanque de queijo logo após o corte do coágulo. Mantém um tubo controle sem o soro e os outros tubos contendo as diluições são acrescentados 10 mL de leite esterilizado e resfriado a 30°C – 35°C, adicionando 0,2 mL de fermento em uso na fábrica, suspeito do ataque de fagos e por fim incubados por seis horas e realizado a Prova de Acidez Dornic usando todo o conteúdo do tubo. Como resultado o fermento com boa atividade apresentará acidez de 50°D a 60°D no tubo controle. Se os demais tubos apresentarem diferença de 8%, a menos, são suspeitos da presença de fagos e os tubos com diluição 10<sup>-3</sup> apresentarem diferença de 8% significará forte infecção de fagos (CHR. HANSEN, 1992).

Em outra técnica de isolamento relatada por Romeiro (2010) é dividida em duas etapas: primeira etapa de enriquecimento em meio líquido (MEIO 523 de Kado e Heskett, 1970) onde são adicionados fragmentos da possível fonte de bacteriófago e incubado por 24-48 horas. Após enriquecimento é filtrado em papel Whatman n.1 e a seguir centrifugado. Coletado o sobrenadante e procede-se a esterilização. Os tubos contendo 5 mL de Kado e Heskett semi-sólido devem ser mantidos em banho-maria a 50°C. Preparar as placas com ágar simples (ágar-água a 2%) e verter os tubos fundidos na placa realizando a homogeneização, deixa-se secar. Após secagem com alça de repicagem colocar pontos do material esterilizado por filtragem ou emulsificação.

A otimização de técnicas mais distintas na detecção precoce do bacteriófago tem sido utilizada como preferencial à amplificação do DNA, mediante ao emprego da PCR. O sistema consiste na detecção específica no leite do gen *orf18* dos fagos que infectam o *Streptococcus thermophilus*, a partir de amostras industriais. Outras pesquisas estão em desenvolvimento para a pesquisa das espécies *Lactococcus lactis* e *L. delbrueckii*. Essa técnica é considerada rápida e em tempo real (ALFONSO, 2007).

### 3 DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 MAPEAMENTO DAS INDÚSTRIAS LATICINISTAS E IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SORO DE QUEIJO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Enviado para a Revista Brasileira de Ciência Tecnologia e Sociedade (09/01/13).  
Aguardando designação.

#### MAPEAMENTO DAS INDÚSTRIAS LATICINISTAS E IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SORO DE QUEIJO NO ESTADO DE RIO DE JANEIRO

#### MAPPING OF DAIRY INDUSTRIES AND IDENTIFICATION OF CHEESE WHEY PRODUCTION IN RIO DE JANEIRO STATE

N. M. S. CORTEZ<sup>1\*</sup>; J. DIAS<sup>2</sup>; R. ZOCCAL<sup>3</sup>; J. L. BELLINI<sup>4</sup>; O. F. de CAMPOS<sup>5</sup>; M. A. S. CORTEZ<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Médica Veterinária, Doutoranda em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

<sup>2</sup>Zootecnista. Mestre em Ciência Animal e Pastagens-ESALQ/USP.

<sup>3</sup>Embrapa Gado de Leite. Pesquisadora. Rua Espírito Santos, 196/706 Juiz de Fora/MG.

<sup>4</sup>Economista. Analista da Embrapa Gado de Leite.

<sup>5</sup>Embrapa Gado de Leite, Engenheiro Agrônomo. PhD Michigan State University. Rua Espírito Santos, 196/706 Juiz de Fora/MG.

<sup>6</sup> Doutor. Professor do Departamento de Tecnologia dos Alimentos, Faculdade de Veterinária, UFF.

\*Autor para correspondência: E-mail: neilacortez@yahoo.com.br

### RESUMO

Objetivou-se estudar a viabilidade técnica e econômica do aproveitamento do soro de queijo produzido no Estado do Rio de Janeiro, a partir da realização de questionários em 52 estabelecimentos de cinco regiões do Estado que produzem ou compram soro. A partir dos dados, determinou-se um modelo matemático de localização de plantas de processamento reunindo as questões de logística de produção e coleta de soro, identificando regiões com potencial de plantas

processadoras de soro, além de caracterizar áreas de possível impacto ambiental da indústria queijeira. O processamento de soro de queijo no Estado concentrou-se mais na Região Sul do Estado, com 59,5% na safra e 58,4% na entressafra. A produção na safra e entressafra foi estável e com boa distribuição por todo o Estado. Somente 30,7% da produção total eram reaproveitados dentro das indústrias na produção de bebida láctea e ricota. Conclui-se que a formação de uma cadeia de aproveitamento do soro de queijo deve ser constituída de dois pontos para o beneficiamento final do soro (secagem e/ou produção de concentrado proteico de soro e de permeado de lactose) em Macuco e Valença.

**Palavras-chave:** Soro de queijo; plantas de processamento de soro de queijo; Estado do Rio de Janeiro, modelo matemático.

### ABSTRACT

The objective was to study the technical and economical feasibility of the use of cheese whey produced in the State of Rio de Janeiro. Data were collected from 52 dairy plants that produce or buy whey, by means of questionnaires. From the data, a mathematical model for processing plants localization was built, considering production logistics, sample collecting, regions with potential to locate whey processing plants and possible areas of environmental impact from cheese industries. Whey processing was more concentrated in the south of the Rio de Janeiro State, with 59.5% during season, and 58.4% off season. The production from season and offseason periods was stable, with good distribution throughout the State. Only 30.7% of total whey generated was used by industries to produce dairy beverages and ricotta cheese, and 70.3% was discarded. The study demonstrated that the ideal solution to organize the utilization of whey, in the studied region, should consider the establishment of two processing plants and the definition of strategic convergence points for drying of whey (Macuco and Valença) and subsequent transportation for final processing.

**Keywords:** cheese whey, whey processing plant, Rio de Janeiro state, mathematical model.

### INTRODUÇÃO

A produção de queijos no Brasil no ano de 2006 foi de 572 mil toneladas, tendo um crescimento de 5,2% quando comparada a do ano de 2005. Em 2008 a produção foi aproximadamente 640 mil toneladas (EMBRAPA, 2012). Estima-se que em 2004 foram totalizados 4,5 bilhões de litros de soro (ALMEIDA et al., 2001; SOUZA, 2004).

O Brasil como importador de soro em pó, atingiu 36,2 mil toneladas anuais no ano em 2008. Esse número evidencia a existência de mercado atrativo para a utilização do soro, considerando somente a questão da substituição da importação (FARIAS, 2012). O soro apresenta alto valor biológico quando comparado com outras fontes de nutrientes (GERDES et al., 2009). Possui elevado conteúdo em aminoácidos de cadeia lateral ramificada (isoleucina, leucina e valina) em comparação com outras fontes proteicas (SINHÁ et al., 2007). Apresenta também ampla variedade nas aplicações em indústrias de alimentos e fármacos (ROSENBERG e LEE, 2004; CHENG et al., 2005), devido às propriedades funcionais, como emulsificantes, geleificantes, viscosidade, solubilidade e formação de espuma, sendo utilizado em bebidas, produtos lácteos, cárneos, confeitaria, sopas, molhos, condimentos e produtos dietéticos (MORR e HA, 1993; MODLER, 2000; SINHÁ et al., 2007). Experimentos comprovam as vantagens do uso de soro concentrado na elaboração de queijos, obtendo-se coagulação desejável e produção de produtos com peculiaridades similares à fabricação tradicional (CUNHA et al., 2002; COSTA JÚNIOR, 2006; FLORENTINO, 2006; SILVEIRA et al., 2009).

Além da dispersão territorial, a produção de queijo caracteriza-se por duas estruturas básicas distintas: a escala industrial, moderna, que adota padrões internacionais de qualidade; e a artesanal, com produtos sem padrão bem definido, com ampla capilaridade regional e onde o soro resultante, pelo baixo valor comercial “in natura” e alto custo de captação, é normalmente tratado como dejetos e lançado nos cursos dos rios sem nenhum tratamento prévio (CHEHADI e VIEIRA, 2004), gerando impactos ambientais (ANTUNES e GOMEZ, 1990). No entanto, poucas informações sobre localização das unidades industriais e da disponibilidade estão disponíveis no Brasil. O uso de dados secundários das estatísticas nacionais (ANUALPEC, 2006; IBGE, 2008) e a busca de indicadores de alta correlação com as variáveis estudadas, são técnicas alternativas adequadas quando não se dispõe de um sistema estável e contínuo de estatísticas da produção agropecuária.

Em Minas Gerais, maior Estado produtor de queijos do Brasil, estudos sobre logística da captação de soro (HOMEM, 2004; ALVES, 2005) utilizaram informações do Sistema de Inspeção Federal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e consultas a entidades representativas do setor com aplicação da metodologia Delphi (CHOPRA e MEINDL, 2003). O índice de concentração da produção de leite de uma determinada microrregião (ZOCCAL et al., 2006) pode ser um bom indicativo do potencial de produção. O mapeamento da produção por

meio do geoprocessamento serve como orientação de estudos prospectivos sobre a concentração da produção de queijos e, conseqüentemente, da distribuição espacial do soro nas regiões mais importantes.

A utilização do soro depende, muitas vezes, da construção de uma usina processadora, o que exige a determinação de um local para instalação ao longo de uma rede dando formato e estrutura ao sistema logístico. As decisões de localização envolvem a determinação do número ideal de unidades e subunidades, da localização destas e das respectivas dimensões (BALLOU, 2001).

Pelo alto valor agregado do soro de queijo a busca de ações para o escoamento da produção e como alternativa econômica, tem sido a implantação de unidades estrategicamente localizadas para a pré-concentração e o encaminhamento para uma unidade de processamento para a secagem do soro, que pode representar a solução definitiva para o problema de aproveitamento do soro (MACHADO et al., 2001; ROHLFES, et al., 2011; ROCHA, 2012).

Segundo Weber (1971), a teoria de localização de plantas industriais tem início com a definição dos fatores importantes na escolha do lugar a ser ocupado. Estes fatores podem ser divididos em específicos (economia de custo alcançada por um número pequeno de empresas) e gerais (economia de custo que pode ser alcançada por qualquer indústria), podendo ainda ser separados em regionais (capazes de influenciar a escolha da localização entre regiões) e aglomerativos, ou desaglomerativos (fatores que provocam a concentração ou dispersão em uma região).

Problemas de roteirização são definidos também como problemas de múltiplas restrições, tais como de horário de atendimento; capacidades dos veículos; frota composta de veículos de diferentes tamanhos; duração máxima dos roteiros dos veículos; restrições de tipos de veículos a determinados clientes ou produtos, e especificidades de diferentes produtos a serem transportados (LAPORTE et al., 2000).

A fim de sistematizar o arcabouço teórico, Haddad et al. (1989) sugeriram uma categorização dos fatores locacionais, a partir da qual toda a análise subsequente pode ser feita. As características do processo produtivo podem delinear duas dicotomias (insumo e produto) e a dimensão espacial de referência (local e transferível). Para uma determinada decisão locacional, deve-se, então, ponderar os custos e benefícios de uma dada localização, para a qual seria necessário conhecer a estrutura de custo de produção e de transferência do produto. Este

procedimento permite definir a importância relativa dos vários fatores locais, dependente do tipo de atividade.

Objetivou-se neste trabalho mapear e localizar as indústrias que produzem e/ou processam soro de queijo no Estado do Rio de Janeiro, estabelecer localizações estratégicas de indústrias processadoras do soro e sugerir técnicas para o aproveitamento racional.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Obtenção dos dados**

A obtenção dos dados para a realização da pesquisa foi assessorada pelo Instituto de Assistência Técnica e Extensão do Estado do Rio de Janeiro (EMATER RIO). A pesquisa consistiu inicialmente na divisão do Estado do Rio de Janeiro em cinco regiões: Noroeste, Serrana, Norte, Centro e Sul. Os estabelecimentos produtores de soro de queijo de cada região foram contabilizados totalizando 52 locais de coleta. As visitas técnicas aos estabelecimentos foram agendadas entre os meses de junho a novembro de 2009. Um questionário foi aplicado em todos os estabelecimentos (apêndice).

### **Avaliação do modelo matemático**

A utilização dos dados obtidos no questionário serviu de base para a construção de um modelo matemático de localização de plantas de processamento reunindo as questões de logística de coleta conforme Leite (2005). As premissas básicas do modelo foram assim estabelecidas:

- (i) Existe interesse dos pequenos laticínios de venderem o soro de queijo gerado;
- (ii) Coleta do soro diária e em caminhão adequado (capacidade 25-30 mil litros);
- (iii) Coleta realizada nos municípios que produzem acima de 3.500 litros de soro/dia;
- (iv) O soro produzido em diversos estabelecimentos, em um mesmo município, foi considerado produção do município;
- (v) O preço para a coleta do soro foi de R\$0.08/1.000 litros/km, conforme informações da pesquisa.

Foram realizadas três simulações através do aplicativo *solver* do Microsoft Excel: número 1, com cinco pontos de coleta; número 2, com três pontos de coleta e número 3, somente um ponto final de coleta.

A função é o custo da logística de coleta do soro com a expressão matemática:

Mínimo custo de coleta:

$$\text{Min } C_{cs}^n = \sum_{m=1}^t Q_{t_m}^n \times D_m^n \times pts$$

Considerando:

$$m = n \rightarrow D_m^n = 0$$

Sujeito a:

$$\sum_{n=1}^t Q_{t_m}^n = Q_{t_m}$$

Onde:

$C_{cs}^n$  – custo total da coleta do soro para a cidade “n”;

$Q_{t_m}^n$  – quantidade total de soro transportado do município “m” para o município

$Q_{t^n}$  – quantidade total de soro reunido no município “n” e disponível para processamento;

$Q_{t_m}$  – quantidade de soro produzido no município “m”;

$D_m^n$  – distância em km entre o município “m” e o município “n”;

$Pts$  – preço do transporte do soro (R\$/litro/km).

Avaliando ainda que exista um número elevado de produtos lácteos a base de soro (ricota, bebidas lácteas de vários sabores, concentrados proteicos e outros), o ideal é otimizar a cadeia produtiva considerando, além dos custos da logística, os custos de produção de cada produto a base de soro e seus preços de mercado. Neste particular, a tecnologia de processamento de cada produto a base de soro teria a quantidade de soro necessária por unidade de peso do produto, tendo-se a quantidade máxima que poderia ser obtida de cada produto. Obtendo-se os custos de produção, a quantidade possível de ser produzida com o soro coletado, e os preços de mercado, é possível simular carteiras ótimas de produtos. Para isso a seguinte expressão matemática seria utilizada:

Maximizar o lucro da processadora de soro:

$$\text{Max } L_n = \sum_{px=1}^y \{P_{m_{px}} - (\sum_{tec=1}^z [(C_{cs}^n \div Q_{t^n}) \times Q_{s_{px}}^{tec}] + (Q_{s_{px}}^{tec} \times P_s) + O_{px}^{tec})\} \times Q_{px}$$

Considerando:

$$\sum_{px=1}^y Q_{px} \div Q_{s_{px}}^{tec} \leq Q_{t^n}$$

Onde:

$L_n$  – Máximo lucro da processadora sediada na cidade “n”;

$Q_{px}$  – Quantidade de produto “px” vendida no mercado, indica o “mix” ótimo para a processadora;

$P_{m_{px}}$  – Preço de mercado do produto ‘px’;

$Q_{s_{px}^{tec}}$  – Quantidade de soro utilizada na produção de uma unidade de ‘px’, dependente da tecnologia (tec) utilizada;

$P_s$  – Preço da matéria prima soro;

$O_{px}^{tec}$  – Outros custos de produção de “px”. Considerando a tecnologia utilizada, estes são considerados custos fixos, incluindo as despesas de mão-de-obra, energia, insumos outros, embalagens e custos de transporte para distribuição dos produtos acabados, impostos e depreciações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mais da metade dos focos de capacidade de processamento de soro de queijo no Estado do Rio de Janeiro concentraram-se na Região Sul, com 59,5% na safra (Fig. 1) e 58,4% na entressafra (Fig. 2), com participações entre 11 e 15% nas Regiões Serrana e Norte, e de 7 a 9% nas Regiões Noroeste e Centro.

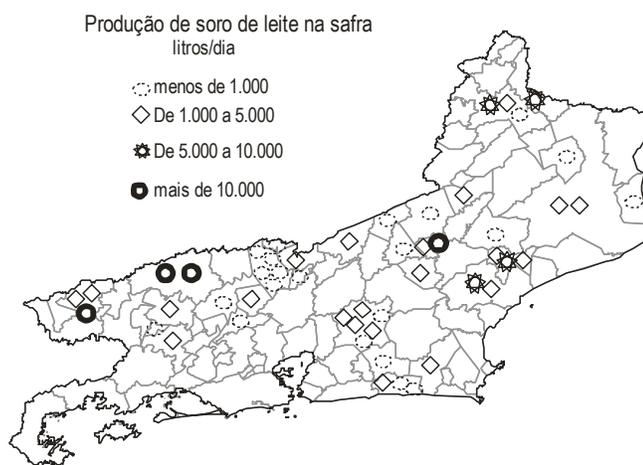


Figura 1: Produção média diária de soro de queijo (litros) dos laticínios no Estado do Rio de Janeiro no período de safra (outubro a abril), em 2009.

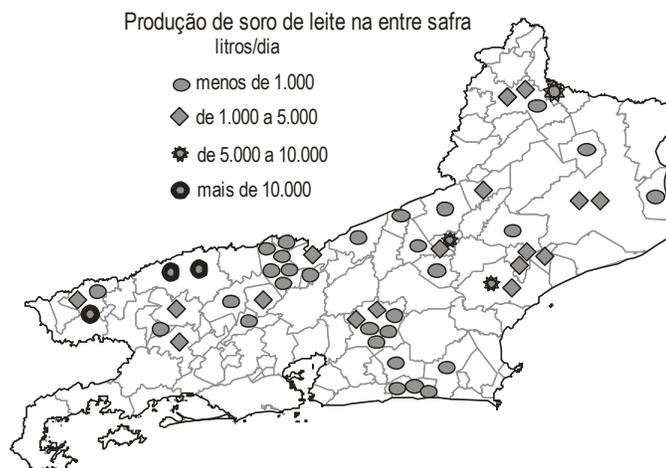


Figura 2: Produção média diária de soro de queijo (litros) dos laticínios no Estado do Rio de Janeiro no período de entressafra (maio a setembro), em 2009.

A grande maioria das indústrias visitadas (84,6%) estava no mercado há mais de seis anos, observando-se a estabilidade e boa experiência na atividade. Este fato tende a assegurar a continuidade da cadeia de aproveitamento do soro, caso seja economicamente viável. Analisando-se os dados da Sebrae (2012) observa-se o crescimento da produção de queijos em todo território nacional relacionando-se diretamente com o aumento da produção de soro de queijo e, em consequência, a utilização na indústria ou em áreas afins.

Foi detectada a variação percentual (Fig. 3) da produção de soro de queijo entre os períodos de safra e entressafra dos laticínios do Estado do Rio de Janeiro, no entanto, foi observada uma produção estável de soro com boa distribuição por todo o Estado, garantindo assim um fluxo constante para as unidades processadoras do soro. O que está em conformidade com a pesquisa de Silveira e Freitas (2012) onde demonstraram no período de safra uma produção maior do que na entressafra.

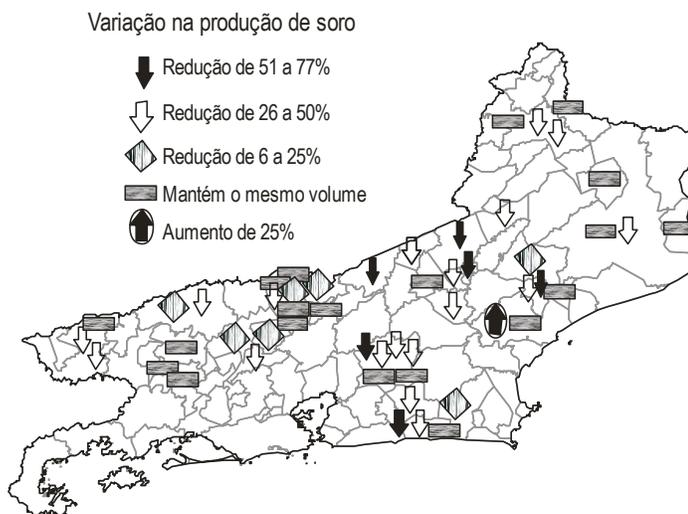


Figura 3: Variação percentual da produção de soro de queijo entre os períodos de safra e entressafra dos laticínios do Estado do Rio de Janeiro, em 2009.

A maioria das indústrias (41,3%) estava sob Inspeção Estadual. 23,1% estavam sob Inspeção Federal e 23,1% sob Inspeção Municipal o que garantia uma segurança maior aos produtos elaborados assim como o soro produzido na indústria (Fig. 4). 10% das indústrias não tinham inspeção técnica o que gera um problema de saúde coletiva. Somente nove (17,3%) possuíam algum Programa de Controle de Qualidade.

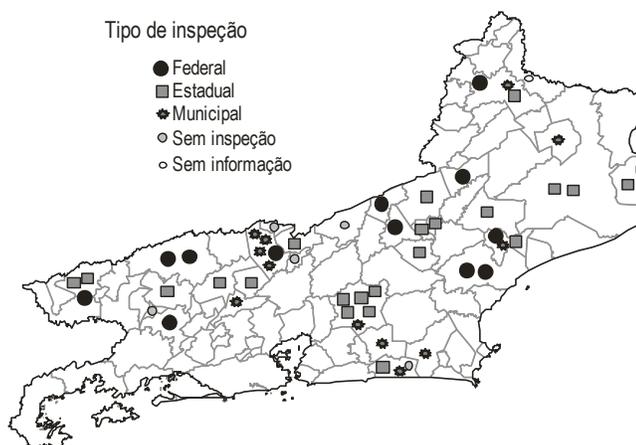


Figura 4: Sistemas de inspeção nos laticínios do Estado do Rio de Janeiro, em 2009.

Das 52 empresas visitadas, somente sete (13,5%) não produziam soro doce, e 12 (23,1%) produziam ambos, soros doce e ácido. Nenhum dos laticínios adquiria soro de terceiros. Portanto,

não existiam fornecedores e qualquer forma de contrato. O soro descartado não era submetido a qualquer análise para determinar a composição ou qualidade. Até o momento de ser recolhido por terceiros, era armazenado, em tanques de fibra (40,3%), em bombonas plásticas (17,3%) ou latões de leite (11,5%). Somente 7,7% eram mantidos em tanques isotérmicos, sendo os 23,2% restantes em outros recipientes. Estes últimos eram imediatamente processados ou disponibilizados para a alimentação animal.

Em um laticínio na região de Lavras – MG, todo o soro proveniente do processo era destinado a um tanque do qual era bombeado para alimentação animal. Porém, este tanque permanecia aberto e, muitas vezes, transbordava em virtude de uma maior produção, sendo enviado para o curso d'água (NOGUEIRA, et al., 2011).

Na pesquisa de Silveira e Freitas (2012) o soro produzido em uma indústria no interior da Bahia não era submetido a tratamento de resíduos, sendo o mesmo armazenado em tanque de alvenaria até a retirada por produtores da zona rural da região. Todo soro gerado era destinado à alimentação animal.

No presente estudo o total de soro no Estado do Rio de Janeiro foi de 4.114 toneladas geradas por mês. Sendo 30,7% (1.267 toneladas) aproveitados industrialmente na produção de ricota (78%), bebida láctea UHT (18%) ou bebida láctea fermentada (4%).

Assim, 2.847 toneladas de soro de queijo por mês ou eram enviadas para Minas Gerais após a concentração (1.200 toneladas), vendidas (295 toneladas) ou distribuídas gratuitamente para cooperados ou fazendeiros da localidade (1.352 toneladas). O preço relatado de venda do soro variou entre R\$0,01 e R\$0,15, sendo utilizado na alimentação de bovinos e suínos, tendência semelhante relatada por Silveira e Freitas (2012). Somente uma propriedade utilizava o soro como constituinte de composto orgânico.

Os custos variáveis com a distância percorrida, os custos fixos dos veículos e os custos horários da tripulação (incluindo a decisão de utilizar ou não horas extras da tripulação para reduzir a necessidade de frota e a quilometragem percorrida) também devem ser considerados. A definição dos roteiros, onde é mais vantajoso o uso de frota própria ou utilizar serviços de terceiros, de modo a minimizar o custo total é outro aspecto a ser considerado pelas especificidades da realidade brasileira.

Segundo Laporte et al. (2000) problema de roteirização consiste em definir roteiros de veículos que minimizem o custo total de transporte, assegurando que cada ponto seja visitado

exatamente uma vez e a demanda em qualquer rota não exceda a capacidade do veículo que a atende.

O aproveitamento do soro em produtos de alto valor agregado requer investimentos razoavelmente elevado, que demandam volumes expressivos de soro para justificar tais investimentos. Em uma estrutura de produção pulverizada, a armazenagem, a coleta e o transporte do soro para uma central de processamento é condição fundamental para o aproveitamento.

Os resultados obtidos para as simulações de capacidade de processamentos foram os seguintes: Para a simulação de número 1. O modelo foi estruturado por meio da variável “controller” para que o número de cidades processadoras “n” fosse igual a cinco. Pelos resultados obtidos conclui-se que os municípios candidatos são: (a) Itaperuna (25.900 litros/dia), que além dos 13.900 litros gerados no município receberia 12.000 litros de Bom Jesus de Itabapoana; (b) Conceição de Macabu (31.600 litros/dia), que além dos 15.700 litros gerados localmente receberia 9.900 de Campos e 6.000 de Cordeiro; (c) Resende (54.200 litros/dia) que processaria a produção própria de mesma quantidade; (d) Macuco (71.400 litros/dia), que além dos 24.900 litros gerados no município receberia 20.000 de Cachoeira do Macacu, 4.500 de Itaocara e 22.000 de Macaé; e (e) Valença (134.500 litros/dia), além dos 125.000 litros locais receberia 6.000 de Barra do Pirai e 3.500 de Paty de Alferes. O volume total transportado seria de 317.600 litros/dia a um custo total de R\$ 548,00.

Na simulação de número 2. O modelo foi estruturado por meio da variável “controller” para que o número de cidades processadoras “n” fosse igual a três. Pelos resultados obtidos conclui-se que os municípios candidatos eram: (a) Resende (54.200 litros/dia), pelo volume gerado localmente; (b) Macuco (128.900 litros/dia); e (c) Valença (134.500). O volume total transportado seria de 317.600 litros/dia a um custo total de R\$ 931,09. Com base nesse resultado a cidade de Macuco é a que recebeu maior volume transportado, caso seja considerada uma possível expansão da produção de queijo nos diversos estabelecimentos dos municípios do Estado do Rio de Janeiro, Macuco seria um local com vantagens para coleta, armazenamento e processamento do soro. A Simulação de número 3. O modelo foi estruturado por meio da variável “controller” para que o número de cidades “n” processadoras fosse igual a um. O resultado indicou que o município candidato é Valença, a um custo total de R\$ 3.525,00. Este resultado foi

fortemente influenciado pelo montante de soro gerado no município e a premissa de custo zero de transporte dentro do próprio município.

Pode-se deduzir das simulações acima que, no caso de se desejar reunir o soro processado no Estado do Rio de Janeiro em somente dois municípios seriam contemplados Valença e Macuco. O soro gerado em Resende deveria ser escoado para Valença pela menor distância entre as cidades. Assim, Valença processaria 188.700 litros e Macuco 128.900. Os custos seriam elevados em somente R\$ 489,97 em relação à simulação dois. Este aumento é devido ao transporte do soro de Resende para Valença (R\$ 489,97), chegando a um valor total de R\$ 1.421,06/ dia para reunião de todo o soro do Estado em duas cidades somente, o que representaria uma redução de custo de 40% em relação a um único local.

Do ponto de vista da modelagem matemática, este tipo de resultado é bastante complexo, não existindo algoritmos, de solução rápida e exata, que considerem todas estas variáveis. Desta forma, as soluções adotadas por algoritmos heurísticos (não otimizadores do ponto de vista matemático, mas que produzem soluções próximas das ótimas), além da pesquisa e o desenvolvimento de soluções e tecnologias na área de geoinformação, possibilitam a representação mais realista dos problemas complexos de distribuição física encontrados no cotidiano (ROSSETTO, 2008).

A questão de minimização dos custos da coleta está subordinada à frequência desta coleta. A frequência da coleta, por sua vez, depende do tipo de transporte utilizado e do volume a ser transportado. O transporte diário, caso o volume seja suficiente para otimizar o uso do transporte, seria adequado, pois descartaria a necessidade de armazenamento nos pontos de coleta. Contudo caso sejam instaladas estruturas de armazenamento adequadas, que viabilizassem coleta intermitente, reduziria em muito os custos da coleta. Neste particular, a comparação entre os requerimentos de investimento inicial em armazenamento e a redução dos custos da coleta intermitente precisa ser comparada e pode ser utilizada como variável de tomada de decisão. Deve-se enfatizar que a capacidade de armazenamento da estrutura instalada e a geração diária de soro têm implicação direta na frequência da coleta.

Pensando na prática dos impactos ambientais causados pelas indústrias de laticínios, o problema pode ser minimizado pela otimização e controle dos processos industriais (WASEN, 1998; MACHADO et al., 2001).

A roteirização de veículos é uma área onde uma solução para um determinado tipo de problema pode não ser adequada para outro problema similar, conforme apontado por Hall e Partyka (1997).

Cunha (2000) e Ferreira Filho (2001) definem que os Sistemas de Roteirização e Programação de Veículos são sistemas computacionais que, através de algoritmos, geralmente, heurísticos e uma apropriada base de dados, são capazes de obter soluções para problemas de roteirização e programação de veículos com resultados relativamente satisfatórios, consumindo tempo e esforço de processamento.

### CONCLUSÕES

Com base no mapeamento realizado conclui-se a formação de uma cadeia de aproveitamento do soro de queijo constituída de dois pontos para o beneficiamento final do soro através da secagem e/ou produção de concentrado protéico de soro nos municípios de Macuco e Valença.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, K. E.; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo Minas Frescal. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.21, n.2, p.187-192, 2001.
- ALVES, R. L. D. *Projeto da rede de captação logística do soro de queijo produzido no Estado de Minas Gerais*. 2005. 33f. Monografia (Conclusão do curso de Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- ANUALPEC. *Anuário da Pecuária Brasileira*. São Paulo: Instituto FNP, 2006.
- ANTUNES, L.A.F.; GOMEZ, R.J.H.C. Soro: Perspectiva de uso industrial. Londrina: UEL. *Apostila mimeografada da disciplina Ciência e Tecnologia de leite e derivados*, 1990. 54p.
- BALLOU, R.H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. Porto Alegre: ed. Bookman, 2001. 616p.
- CHEHADI, M. C. G.; VIEIRA, J. A. G. Comportamento reológico do soro de queijo. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v.59, n.339, p.169-172, 2004.

- CHENG, S.; DEPETERS, E. J.; ROSENBERG, M. Efficacy of whey protein gel complex to increase the unsaturated fatty acid composition of bovine milk fat. *Journal Dairy Science*, Champaign, v.89, p.640-50, 2005.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos*. São Paulo: Prentice-Hall, 2003. 465p.
- COSTA JÚNIOR, L. C. G. Viabilidade tecnológica de uso de concentrados proteicos e creme como extensores na fabricação de queijo Minas Frescal. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 61, n. 351, p. 39-48, 2006.
- CUNHA, C. B. Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais. *Transportes*, São Paulo, v.8, n.2, 2000.
- CUNHA, C. R.; SPADOTI, L. M.; ZACARCHENCO, P. B.; VIOTTO, W. H. Efeito do fator de concentração do retentado o rendimento de queijo Minas Frescal de baixo teor de gordura fabricado por ultrafiltração. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.22, n.1, jan./abr., p.76-81, 2002.
- EMBRAPA. Estatísticas do leite. Disponível em: <<http://www.cnpql.embrapa.br>>. Acessado em: 12 fev 2012.
- FARIAS, O.A.C. Soro de queijo em Pó: Brasil caminha para autossuficiência. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/espaco-aberto/soro-de-leite-em-po-brasil-caminha-para-autossuficiencia-71038n.aspx>>. Acessado em: 12 fev 2012.
- FERREIRA FILHO, V. J. M. Sistemas de roteirização e programação de veículos. *Pesquisa Operacional*, Rio de Janeiro, v.21, n.2, jan./jul., 223-232p. 2001.
- FLORENTINO, E. R. *Aproveitamento do soro de queijo de coagulação enzimática*. 2006. 150f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN.
- GERDES, K.; CHRISTENSEN, S.K.; LOBNER-OLESEN, A. *Prokaryotic toxin-antitoxin stress response loci*, *Nature Reviews, Microbiology*, v.3, 2005. Disponível em: <<http://gasp.med.harvard.edu/micro200/docs/Lory/Mar30/Gerdes%20rev.pdf>>. Acessado em: 20 abr. 2009.
- HADDAD, P. R.; FERREIRA, C. M. C.; ANDRADE, T. A. *Economia regional: teorias e métodos de análise*. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. 1989. 649p.
- HALL, R.W.; PARTYKA, J.G. *On the road to efficiency*. *OR/MS Today*, p.38-47, 1997.

- HOMEM, G. R. *Avaliação técnico-econômica e análise locacional de unidade processadora de soro de queijo em Minas Gerais*. 2004. 230f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. 2004.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Pecuária Municipal*. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acessado em: 12 mar. 2008.
- LAPORTE, G.; GENDREAU, M.; POTVIN, J.Y.; SEMET, F. Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem. *International Transactions in Operational Research*, v.7, n. 45, p.285-300, 2000.
- LEITE, J.L.B. Metodologia de Modelagem para Sistemas de Produção de Leite In: 43o Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 2005, Ribeirão Preto. Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Ribeirão Preto: USP. 1 CD, 2005. p.1-15.
- MACHADO, R. M. G.; FREIRE, V. H.; SILVA, P. H. Controle ambiental em indústrias de laticínios. Brasil Alimentos, março/abril. 2001.
- MODLER, H.W. Milk processing. In: NAKAI, S.; MODLER, W. *Food proteins: processing applications*. Wiley-VCH, 2000. p. 1-21.
- MORR, C. V.; HA, Y. W. Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 33, n. 6, p. 431-476, 1993.
- NOGUEIRA, A.C.; PERES, A.DE.P.; CARVALHO, E.M. Avaliação do risco ambiental utilizando FMEA em um laticínio na região de Lavras – MG. *Revista Produção Online*, v.11, n.1, p. 194-209, mar., 2011
- ROHLFES, A.L.B.; BACCAR, N.DE.M.; OLIVEIRA, M.S.R.DE; MARQUARDT, L.; RICHARDS, N.S.P.DOS.S. Indústrias lácteas: alternativas de aproveitamento do soro de queijo como forma de gestão ambiental. *Revista Tecnológica*, Santa Cruz do Sul, v.15, n.2, p.79-83, jul./de., 2011.
- ROCHA, D. C. C. Soro de queijo: resíduo a alimento. *Nutrição e Alimentação*. Disponível em:<<http://www.zootecniabrasil.com.br/sistema/modules/news/article.php?storyid=939>>. Acesso em: 12 de jan. 2012.

- ROSENBERG, M.; LEE, S. J. Calcium-alginate coated, whey protein-based microspheres: Preparation, some properties and opportunities. *Journal Microencapsulation*, v. 21, p.263-81, 2004.
- ROSSETTO, C. F. *Roteirização: a Racionalização do Transporte*. Disponível em:<<http://infogpsonline.uol.com.br/revistas-interna.php>> Acessado em: 28 maio 2008.
- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às micro e pequenas empresas. Queijos Nacionais: Estudos de Mercado Sebrae, 2008. Disponível em:<[www.sebrae.com.br](http://www.sebrae.com.br)>. Acessado em: 12 jan. 2012.
- SILVEIRA, A. C. P.; AMARAL, L. S. R.; OLIVEIRA, C. F.; CARVALHO, A. F. Utilização de sistemas de concentrados proteicos de soro em tecnologia de fabricação de queijo Minas Frescal. *Ingredientes e Tecnologia*, São Paulo, v. 5, p. 46-48, 2009.
- SILVEIRA, E. S.; FREITAS, W. S. *Geração e destinação de soro de queijo numa indústria de laticínio do estado da Bahia*. Informação Técnica de Laticínio.net. Disponível em:<[http://www.laticinio.net/inf\\_tecnicas.asp?cod=366](http://www.laticinio.net/inf_tecnicas.asp?cod=366)>. Acessado em: 12 jan. 2012.
- SINHA, R.; RADHA, C.; PRAKASH, J.; KAUL, P. Whey protein hydrolysate: Functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation. *Food Chemistry*, London, v.101, n.4, p. 1484-1491, 2007.
- SOUZA, K. S. et al. Propriedades térmicas do soro de queijo. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 59, n. 339, p. 166-9, 2004.
- WASEN, I. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v.53, n.304, p. 283-293, 1998.
- WEBER, A. *Theory of the Location of Industries*. New York: Russell e Russell, 1971. 256p.
- ZOCCAL, R.; ASSIS, A. G.; EVANGELISTA, S. R. *Distribuição geográfica da produção leiteira no Brasil*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. 8p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 88). 2006.

## 3.2 AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO E DA QUALIDADE BACTERIOLÓGICA E DETECÇÃO DE BACTERÍOFAGOS E DE ANTIMICROBIANOS EM SORO DE QUEIJO PRODUZIDO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Artigo aceito na Revista Brasileira de Ciência Veterinária (14/08/13).

### **Avaliação da produção e da qualidade bacteriológica e detecção de bacteriófagos e de antimicrobianos em soro de queijo produzido no estado do Rio de Janeiro**

*Evaluation of production and bacteriological quality and detection of bacteriophages and antimicrobial agents in cheese whey produced in Rio de Janeiro state*

Neila Mello Santos Cortez<sup>1</sup>; Flávia Aline Andrade Calixto<sup>1</sup>; Oriel Fajardo de Campos<sup>2</sup>;  
Rosangela Zoccal<sup>3</sup>; Robson Maia Franco<sup>4</sup>; Marco Antonio Sloboda Cortez<sup>4</sup>

### **RESUMO**

Objetivou-se nesse trabalho avaliar a quantidade e qualidade do soro por meio da contagem de microrganismos mesófilos, psicrotróficos e enumeração de coliformes e da detecção de bacteriófagos e resíduos de antimicrobianos. Para verificar a qualidade e o uso do soro juntamente com a coleta foi aplicado um questionário em 50 estabelecimentos processadores de leite e derivados fiscalizados no Estado do Rio de Janeiro. De todo soro produzido (4.114 toneladas) 30,76% foi aproveitado na produção de derivados lácteos, 29,18% enviado para Minas Gerais, 7,18% vendido, 32,88% distribuído para alimentação animal.

---

<sup>1</sup>Curso de Pós-Graduação em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico em Produtos de Origem Animal - Universidade Federal Fluminense. Rua Vital Brazil Filho 64 – cep: 24230-340 – Vital Brazil – Niterói – RJ. neilacortez@yahoo.com.br, faacalixto@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Embrapa Gado de Leite, Engenheiro Agrônomo. PhD Michigan State University. Rua Espírito Santos, 196/706 Juiz de Fora/MG. oriefajardo@ig.com.br

<sup>3</sup>Embrapa Gado de Leite. Pesquisadora. Rua Espírito Santos, 196/706 Juiz de Fora/MG. rosangelazoccal@embrapa.br

<sup>4</sup>Departamento de Tecnologia de Alimentos - Faculdade de veterinária - Universidade Federal Fluminense. Rua Vital Brazil Filho 64 – cep: 24230-340 – Vital Brazil – Niterói – RJ. robsonmf@vm.uff.br, masc1971@yahoo.com.br

A avaliação bacteriológica apontou 36% amostras positivas para antimicrobianos e negatividade para bacteriófagos. Na colimetria os coliformes a 35°C apresentou em 60% das amostras valor médio de  $2,8 \times 10^4$  NMP / mL, os coliformes a 45 ° C com valor médio de  $2,5 \times 10^4$  NMP / mL e foi encontrado *Escherichia coli* em 30% das amostras. A ausência de fago destaca um ponto positivo para as indústrias como o aproveitamento parcial do soro. A presença de antimicrobianos detectada nas amostras é considerada um risco à saúde do consumidor.

**PALAVRAS-CHAVE:** soro de queijo, qualidade microbiológica, antibiótico, fagos

## **SUMMARY**

The objective of this study was to evaluate cheese whey quality regards to mesophilic, psychrotrophic and coliforms bacteria, bacteriophages and antimicrobial substances detection. The samples were collected from 50 dairy industries in Rio de Janeiro state and a questionnaire was carried out. Of total whey produced, 30.7% were utilized to dairy products production, and 42.15% were concentrated and sent to Minas Gerais state, 10.37% were sold and 47.48% distributed to animal feed. Seventeen samples (36%) were positive to antimicrobial analysis. The search of bacteriophages was negative to all samples. Relative to 35°C colimetric counts, 40% of samples presented more than  $1.1 \times 10^4$  NMP/mL and 60% of samples presented  $2.8 \times 10^4$  NMP/mL. The coliforms 45° C counts were  $2.5 \times 10^4$  NMP/mL and it was found *Escherichia coli* in 30% of samples. The absence of phage was a positive point to industries as well as the rational use of whey, however the presence of antimicrobial agents could be considered a risk to the consumer.

**KEYWORDS:** cheese whey, microbiological quality, antibiotics, phages

## INTRODUÇÃO

O soro de queijo é o líquido formado a partir da coagulação das caseínas do leite, considerado um subproduto, correspondendo cerca de 90% do volume inicial do leite, perfazendo de 50 a 55% dos sólidos totais do mesmo (Furtado e Lourenço Neto 1994; Antunes 2003).

Nas indústrias, este produto contem valor comercial baixo quando *in natura* e apresenta alto custo de captação, normalmente tratado como dejetos e lançado nos cursos dos rios sem tratamento prévio sendo um poluente ambiental aumentando a demanda bioquímica de oxigênio (Chehadi e Vieira 2004; Barbosa et al. 2010).

A composição do soro, rico em lactose e outros nutrientes solúveis, propicia o crescimento de diversos microrganismos que ocasionam alterações sensoriais e químicas, além de estarem associados a riscos para a saúde coletiva devido à presença de microrganismos patogênicos (Fox et al. 2000; Bonfoh et al. 2003).

A contaminação por microrganismo do grupo coliforme acarreta em alterações nas características sensoriais, como sabor ácido e estufamento precoce com produção de gás carbônico e ácido acético, além de ocasionar visualmente ao queijo a distribuição de olhaduras irregulares (Shneider, 2009).

Além dos contaminantes deteriorantes, o soro é passível de fonte de bacteriófagos (fagos), que agem como fator de contaminação em laticínios na fabricação de queijos e leites fermentados diminuindo a viabilidade das bactérias ácido lácticas (Nader Filho et al., 2004; Lima et al. 2009).

Os bacteriófagos são vírus que infectam bactérias; são parasitas intracelulares obrigatórios, não possuindo metabolismo próprio (Zink e Loessner, 1992).

Uma vez tendo surgido, os fagos podem se espalhar rapidamente em todo o laticínio. Sua presença é de difícil eliminação devido ao curto período de latência, e por serem resistentes à

pasteurização (Madera et al., 2004). Estima-se que de 60-70% da ocorrência de problemas tecnológicos na fabricação de queijos estejam relacionados à infecção por bacteriófagos das cepas de *Lactobacillus spp.* (Hejnowicz e Bardowski, 2005).

A presença de resíduos de antimicrobianos no leite, utilizados nas várias etapas de produção animal, tem sido um dos maiores desafios imposto à indústria de alimentos no mundo, como a interferência no processo de produção dos derivados, pela inibição das culturas lácticas (Nader Filho et al., 2004; Tenório et al. 2009).

A ingestão de resíduos de antimicrobianos presentes nos alimentos supõe risco para a saúde humana, seja exercendo pressão seletiva sobre a microbiota intestinal, favorecendo o crescimento de microrganismos com resistência natural ou adquirida, ou dando lugar, direto ou indiretamente, para o aparecimento de resistência em bactérias enteropatogênicas além de possíveis casos de reações alérgicas e efeitos teratogênicos (Costa, 1996; Van Schaik et al., 2002; Shitandi e Kihumbu, 2004)

Mesmo após o tratamento térmico do leite, o mesmo pode conter resíduos de antimicrobianos e conseqüentemente em todas as etapas na elaboração de queijos e o subproduto (soro) podem veicular esses antimicrobianos (Brito, 2000).

Objetivou-se nesta pesquisa avaliar a quantidade e qualidade do soro produzido no Estado do Rio de Janeiro a partir da contagem dos microrganismos mesófilos e psicrotróficos, da enumeração dos coliformes (30/35° C e 45° C), da detecção de bacteriófagos e de substâncias antimicrobianas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foi realizado um levantamento das indústrias fiscalizadas ou não no Estado do Rio de Janeiro pela EMATER (Órgão Estadual de Extensão Rural do Rio de Janeiro) totalizando um

número de 50 estabelecimentos. Em seguida traçado uma divisão do Estado em cinco regiões (Noroeste, Serrana, Norte, Centro e Sul).

A fim de concentrar os dados as coletas das amostras eram feitas por região e um questionário era aplicado (apêndice) sobre a produção e uso do soro de queijo na indústria.

Em cada indústria eram coletados três frascos estéreis, de 300 mL de amostras de soro, sendo transportado em caixas isotérmicas contendo gelo reciclável para os Laboratórios de Leite e Derivados e de Controle Microbiológico de Produtos de Origem Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense em até 24 horas após a coleta para análises bacteriológicas.

A partir das amostras coletadas foram realizadas diluições seriadas de  $10^{-1}$  até  $10^{-8}$  com Solução Salina Peptonada (SSP 0,1%). Para a contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e psicrotróficas (American Public Health Association, 2001), foi realizada a técnica de plaqueamento em profundidade com o meio Ágar padrão para contagem (APC). Para a pesquisa de mesófilos as placas semeadas foram colocadas em estufa bacteriológicas a  $35^{\circ}\text{C}$  por 24/48 horas e para os psicrotróficos foram armazenadas em geladeira ( $6 \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 10 dias). Depois deste prazo as placas foram removidas e selecionadas aquelas que apresentarem entre 30-300 Unidades Formadoras de Colônias (UFC) para realização da contagem. O resultado foi expresso em  $\log_{10}$  UFC/g.

Na enumeração de Coliformes foi utilizada a técnica do Número Mais Provável (NMP), conforme Merck (2002), modificado por Franco e Leite (2005). A técnica consiste em pesar 25 gramas da amostra em 225 mL de SSP 0,1% (diluição  $10^{-1}$ ) e realizar a minituarização das diluições com SSP (0,1%) até  $10^{-7}$  e em seguida semear 0,1mL de cada amostra diluída no caldo Fluorocult Merck contendo 1mL para a enumeração. Os Ependorfes semados foram incubados a  $35^{\circ}\text{C}$  por 24 horas. Os resultados positivos para Coliformes  $35^{\circ}\text{C}$  foram verificados a partir da

observação de coloração azul. Os Ependorfes positivos sob ação direta de Luz Ultravioleta, que fluorescessem confirmava a presença de Coliformes 45°C. Nos ependorfes positivos para Coliformes 45°C era adicionado uma a duas gotas de reativo de Kovac's e a formação do anel de coração vermelha confirmava *Escherichia coli*.

Os tubos positivos da técnica descrita acima foram anotados em cada uma das diluições para em seguida fazer-se o cálculo do NMP/g (Número Mais Provável/grama) de amostra utilizando-se a tabela de Mac Crady.

A detecção de resíduos de antimicrobianos foi feita com auxílio do Kit enzimático Eclipse da Empresa Cap-Lab, contendo o meio de cultivo específico com esporos de *Geobacillus stearothermophilus* e um indicador ácido-base. A observação da coloração azul da amostra teste confirmava positividade; se cor amarela na amostra o resultado era considerado negativo. A formação de um halo azul na borda significava uso de antibiótico dentro do limite permitido.

Para a pesquisa de fagos foram realizadas duas técnicas uma para avaliar a presença e outra para o isolamento de bacteriófago, a partir de métodos descritos por Fox et al. (2000). Na técnica em tubos, o soro foi filtrado em membrana (Micropore 45µm) utilizado controle e semeados tubos com 10 mL da cultura láctea mista ativada, contendo *Lactobacillus*, *Lactococcus* e *Streptococcus* ( $10^8$ ufc/mL) e colocados em estufas a 35° e 42° C. Foi determinado com análise o peagametro de hora em hora. A diferença de 0,3 unidades da amostra controle e da amostra em análise representa a presença de fago na amostra em estudo.

Na técnica em placas, para o isolamento do fago, foi realizada filtração da amostra  $10^0$  (amostra sem a diluição) seguida das diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ;  $10^{-3}$ ;  $10^{-4}$  e  $10^{-5}$ ). Em seguida as diluições foram semeadas em placas com o meio Àgar base MRS e adicionado ao meio uma fina sobrecamada com a mistura (0,7% Àgar + Caldo MRS +  $\text{CaCl}_2$ ) e 1 mL de suspensão bacteriana

da cultura láctea ( $10^8$  ufc/mL). O  $\text{CaCl}_2$  é necessário a adsorção do fago a célula hospedeira. As placas foram incubadas em estufas a  $35^\circ$  e  $42^\circ\text{C}$  durante 24/48 horas. A presença dos halos transparente de lise confirma a presença de fago.

A análise estatística descritiva foi realizada utilizando o programa GraphPadPrism version 5.00 for Windows (GraphPad Software, San Diego California USA).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Dos estabelecimentos visitados foi contabilizado um volume de 4.114 toneladas de soro de queijo gerado por mês. Apenas 30,7% (1267 toneladas) foram aproveitadas industrialmente, sendo 78% na produção de ricota, 18% em bebida láctea UHT e 4% bebida láctea fermentada. O que mostra um baixo valor na demanda de produtos lácteos à base de soro reaproveitados dentro do estado do Rio de Janeiro.

Em contrapartida o restante do soro produzido, 69,3% (2.847 toneladas), possuía outros destinos como: enviado para Minas Geral após concentração (42,15%), vendido (10,37%) ou distribuído gratuitamente para cooperados ou fazendeiros próximos (47,48%) para alimentação animal (bovinos e suínos).

Mesmo com um baixo aproveitamento industrial do soro de queijo (30,7%) no Estado do Rio de Janeiro, o controle na garantia da segurança dos produtos elaborados é de extrema importância e pode ser confirmada com a fiscalização sanitária nos estabelecimentos. Sendo que a maioria das indústrias (41,3%) estava sob Inspeção Sanitária Estadual, 23,1% estavam sob Inspeção Sanitária Federal e 23,1% sob Inspeção Sanitária Municipal (Figura1). 12,5% das indústrias não possuíam inspeção técnica o que aponta um problema de saúde coletiva.

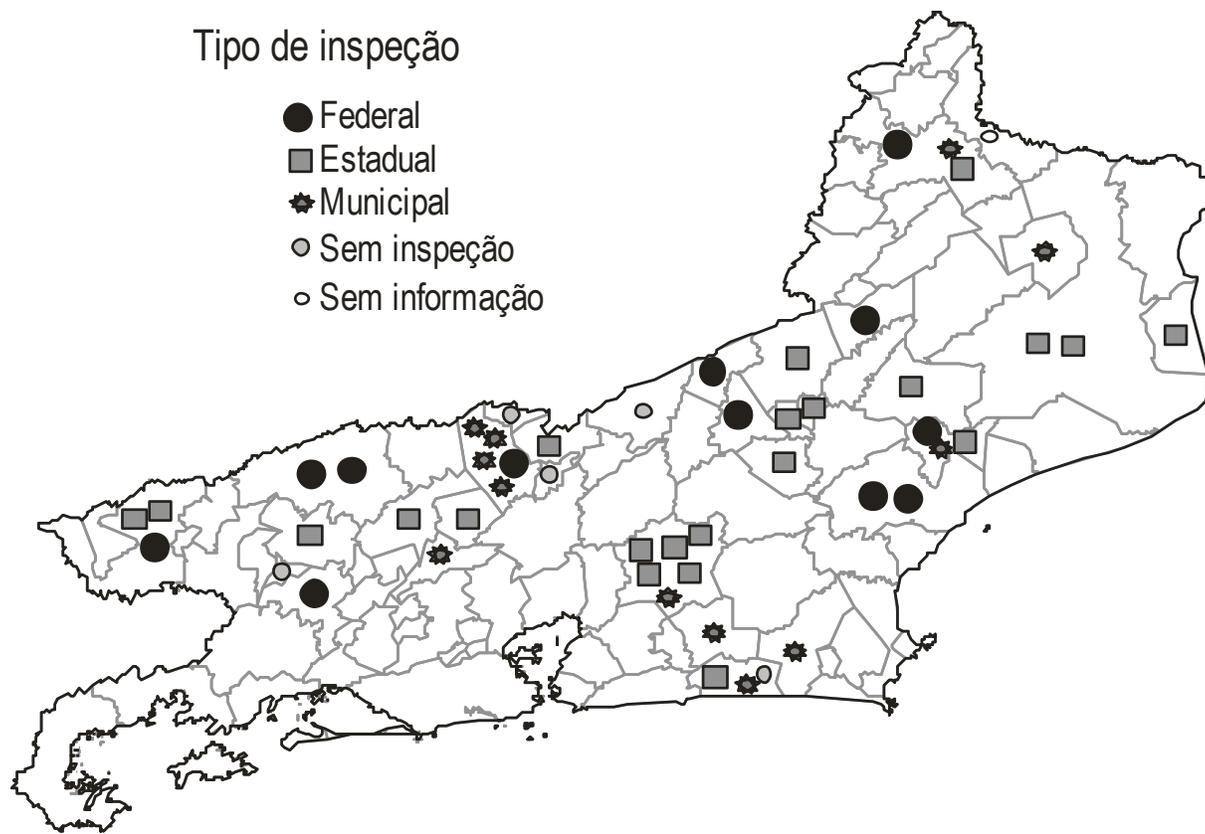


Figura 1: Sistemas de inspeção (Municipal, Estadual e Federal) nos laticínios do Estado do Rio de Janeiro, em 2009.

Resultados semelhantes foram observados por Siso (1996) que relatou 50% da produção mundial de soro tratada e transformada em vários produtos alimentares, sendo que deste total quase a metade foi usada diretamente na forma líquida (Castro, 2007; Chaves et al., 2010; Moreira et al., 2010). O restante do soro tinha vários outros destinos como o descarte sem tratamento prévio nos cursos de rios e córregos ou alimentação animal, como no presente estudo (Siso, 1996; Oliveira, 2006; Chaves et al., 2010).

Em relação à contagem total de bactérias e à colimetria, as amostras possuíam valores bem distintos. Na Tabela 1 estão listados os valores bacteriológicos pesquisados nos 50 estabelecimentos produtores de soro de queijo (em log UFC/mL).

Tabela 1: Valores de média, mínimo, máximo e desvio padrão da contagem de mesófilos e psicotróficos e enumeração dos coliformes do soro no Estado do Rio de Janeiro (log UFC/mL).

<b>LATICÍNIOS</b>	<b>Mesófilos</b>	<b>Psicotróficos</b>	<b>Coliformes 30°/35°C</b>	<b>Coliforme 45°C</b>	<b><i>E. coli</i></b>
<b>1</b>	8,38	6,61	>1100	< 3	< 3
<b>2</b>	8,23	6,04	>1100	< 3	< 3
<b>3</b>	7,26	7,69	>1100	< 3	< 3
<b>4</b>	8,26	7,00	>1100	< 3	< 3
<b>5</b>	5,51	3,48	2,85	< 3	< 3
<b>6</b>	6,80	7,32	5,08	< 3	< 3
<b>7</b>	7,41	6,28	4,38	2,85	< 3
<b>8</b>	5,23	8,00	4,18	2,97	2,48
<b>9</b>	5,08	8,11	3,28	< 3	< 3
<b>10</b>	6,20	8,62	3,18	2,85	2,48
<b>11</b>	6,08	6,53	2,85	< 3	< 3
<b>12</b>	5,45	7,95	4,32	2,79	2,48
<b>13</b>	6,88	4,74	>1100	< 3	< 3
<b>14</b>	7,00	5,26	>1100	< 3	< 3
<b>15</b>	5,34	5,26	3,85	< 3	< 3
<b>16</b>	8,26	4,70	>1100	6,04	4,30
<b>17</b>	6,23	5,30	3,36	< 3	< 3
<b>18</b>	8,88	4,80	3,18	< 3	< 3
<b>19</b>	5,28	4,08	2,60	< 3	< 3
<b>20</b>	6,40	3,70	3,18	2,95	< 3
<b>21</b>	5,63	4,88	4,38	2,85	< 3
<b>22</b>	4,00	4,83	2,95	< 3	< 3
<b>23</b>	5,15	4,48	3,97	< 3	< 3
<b>24</b>	4,30	3,48	2,60	< 3	< 3
<b>25</b>	5,60	5,18	3,97	2,60	< 3
<b>26</b>	4,83	4,36	4,38	< 3	< 3
<b>27</b>	5,72	5,12	2,60	< 3	< 3
<b>28</b>	5,83	5,93	5,04	2,48	2,48
<b>29</b>	5,51	5,08	2,85	< 3	< 3
<b>30</b>	5,18	4,68	2,85	< 3	< 3
<b>31</b>	6,46	4,43	4,66	< 3	< 3
<b>32</b>	7,26	5,71	4,04	4,66	3,32
<b>33</b>	8,40	7,28	>1100	< 3	< 3
<b>34</b>	5,95	7,45	>1100	< 3	< 3
<b>35</b>	6,11	4,36	>1100	4,04	3,32
<b>36</b>	5,95	4,60	>1100	4,04	3,45
<b>37</b>	6,20	5,26	>1100	< 3	< 3
<b>38</b>	5,93	6,11	>1100	3,97	3,18
<b>39</b>	5,86	5,45	>1100	3,97	3,97
<b>40</b>	7,20	4,00	>1100	4,18	3,32
<b>41</b>	4,30	3,08	3,63	< 3	< 3
<b>42</b>	7,41	3,30	>1100	< 3	< 3
<b>43</b>	7,26	6,38	>1100	3,18	2,60
<b>44</b>	>1100	6,40	>1100	< 3	< 3
<b>45</b>	4,00	4,04	2,95	< 3	< 3
<b>46</b>	6,62	4,40	>1100	2,60	2,60
<b>47</b>	4,54	3,00	3,30	2,95	2,95
<b>48</b>	6,92	4,89	>1100	3,63	3,63
<b>49</b>	4,48	3,00	3,04	< 3	< 3
<b>50</b>	5,45	3,60	2,85	< 3	< 3
<b>Média</b>	6,16	5,32	4,54	1,31	0,93
<b>Valor Mínimo</b>	4,00	3,00	2,60	< 3	< 3

<b>Valor Máximo</b>	8,88	8,62	6,04	6,04	4,30
<b>Desvio-padrão</b>	1,22	1,47	1,36	1,78	1,47

A elevada contaminação bacteriológica de algumas amostras de soro, inclusive com presença de bactérias patogênicas (*E. coli*), pode estar relacionada ao processo de fabricação de queijo sem condições de higiene, o que refletiu na presença destes microrganismos no soro (Cortez; Cortez, 2010).

Não existe padrão microbiológico para soro de queijo cru somente para soro de queijo pasteurizado. Conforme a Portaria 53 (Brasil, 2013) o soro pasteurizado pode apresentar: Aeróbios mesófilos viáveis / mL M =  $1,5 \times 10^5$ ; Coliformes a 30°– 35 °C / mL M =  $1,0 \times 10^3$  e Coliformes a 45°C / mL M =  $1,0 \times 10^2$ .

No presente estudo na avaliação do soro de queijo (cru) a contagem de aeróbios mesófilos apresentou valor médio de  $3,9 \times 10^7$  ufc/mL acima do descrito por Brasil (2013). Como o objetivo do tratamento térmico é reduzir ao máximo a carga microbiana pode-se considerar que a média da contagem de aeróbios mesófilos encontrada no referido estudo esteja dentro do padrão.

Na contagem de psicrotróficos é preconizado pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2008) no produto leite, um valor máximo de 10% acima do padrão da contagem de mesófilos. O percentual de amostras de soro com contagem de bactérias psicrotróficas foi superior a contagem de bactérias mesofílicas aproximadamente 44,5% o que fica evidente problema de higienização. No trabalho de Teixeira et al. (2007) com soro de queijo a contagem de psicrotróficos apresentou em 32,9% das amostras um valor entre  $2,6 \times 10$  e  $3,4 \times 10$  NMP/mL padrão inferior ao do discutido no trabalho ( $1,0 \times 10^3$  a  $4,2 \times 10^8$  NMP/mL). Em consequência, a elaboração de produtos derivados de soro poderá ser comprometida, uma vez que as bactérias psicrotróficas são proteolíticas e lipolíticas liberando enzimas termoressistentes.

Poucos trabalhos pesquisaram a microbiota do soro de queijo (Teixeira et al., 2007), em contrapartida vários relatam contaminação de deteriorantes e patogênicos em variados tipos de queijos (Campos et al., 2006; Zaffari et al., 2007; Shneider, 2009; Santos e Hoffmann, 2010). Quanto à qualidade microbiológica, o soro pode ser um produto de curto prazo de validade comercial devido ao elevado valor nutritivo, às condições de umidade e ao pH, que são favoráveis ao crescimento microbiano (Chiappini et al. 1995).

Ressalta-se que o leite que possui uma alta carga microbiana pode levar aos derivados essa contaminação, como no soro também. Outro ponto a ser considerado é a utilização de bactérias lácticas como culturas primárias e secundárias na fabricação dos diversos queijos, o que implica na produção de um soro com altas contagens bacteriológicas. Estes fatores associados justificam a necessidade de se realizar uma triagem ou uma verificação das condições microbiológicas do soro antes de utilizá-lo para a elaboração de qualquer derivado lácteo, sob risco de redução da segurança, qualidade e da validade comercial do mesmo.

No estudo em questão a pesquisa de coliformes a 35 °C e 45 °C apresentou valores superiores ao trabalho conduzido por Santos e Hoffmann (2010) que observou valor médio de  $6,3 \times 10^2$  NMP/mL para coliformes a 35°C e  $2,7 \times 10^1$  NMP/mL para coliformes a 45°C de. Em relação à presença de *Escherichia coli* as duas pesquisas apresentaram semelhança no resultado.

Em contrapartida no trabalho de Teixeira et al. (2007) 58,4% das amostras possuíam valor de  $2,4 \times 10^1$  para coliformes a 30°/35°C e  $1,1 \times 10^1$  para coliformes a 45°C no soro de queijo Minas Frescal, médias inferiores ao avaliado no trabalho.

No trabalho conduzido por Campos et al. (2006), um elevado percentual de amostras de queijo Minas Frescal continha *E. coli*, gerando preocupação, em virtude do risco potencial de causar enfermidades. Esse alto percentual pode favorecer alta contagem no soro de queijo e assim prejudicar os derivados a base de soro lácteo.

Na avaliação microbiológica (coliformes, *Listeria* spp. e *Brucella* spp.) de 80 queijos artesanais, o trabalho realizado por Zaffari et al. (2007), todas as amostras foram positivas para coliformes a 35°C, 84% das amostras com presença de coliformes 45°C o que revela que o consumo destes queijos constitui perigo de infecção à população em geral. Os valores relatados por Zaffari et al. (2007) mostraram-se superiores a pesquisa em questão.

Zaffari et al. (2007) e Shneider (2009) na pesquisa de coliformes a 45 °C em queijos os mesmos apresentaram uma contagem acima do permitido por lei, mas uma vez comprovando a importância do produto avaliado bacteriologicamente e a possibilidade alta de contaminação do soro de queijo o que mostra concordância nos resultados da pesquisa atual com soro de queijo.

As amostras de soro apresentaram negatividade na presença de bacteriófagos, o que é um fator positivo para as indústrias produtoras de lácteos fermentados, uma vez que fagos têm a capacidade de destruir as bactérias fermentadoras e interferirem no processo de fermentação. Esse resultado negativo possivelmente se deve a cultura láctea utilizada nas análises sendo as mesmas resistentes a fagos ou ausência dos mesmos.

Entretanto na literatura é citado grande possibilidade de contaminação de plantas de indústria de laticínios por bacteriófagos como na pesquisa de Cabrera et al. (2000), onde 10(dez) amostras de soro de queijo fresco provenientes de plantas locais de fabricação de queijos da Venezuela foram submetidas à detecção de bacteriófagos; destas amostras, 4 (quatro) foram positivas para fagos. Também foram avaliados os efeitos dos bacteriófagos nas atividades fermentativas de culturas de *Enterococcus faecalis* e de *Lactobacillus casei*. Segundo os autores, a atividade fermentativa dessas estirpes de bactérias ácido-láticas foi afetada pela presença dos bacteriófagos, sendo o *L. casei* mais susceptível do que o *E. faecalis*.

Em um estudo realizado por Szczepańska et al. (2007), em 33 amostras de soro, oriundas de estabelecimento industrial da Polônia, foram avaliadas quanto à presença de fagos específicos

para *Lactococcus lactis*. Todas as amostras estavam contaminadas com fagos, constituindo-se um sério problema tecnológico.

Lima et al. (2009) pesquisaram bacteriófagos específicos para *Escherichia coli* em 12 amostras de leite, soro e queijo de coalho de unidades de processamento de queijo de coalho do Ceará. Os autores detectaram a presença de fagos em apenas duas amostras de soro oriundas de processamento artesanal resultado diferente da atual pesquisa.

Em relação à presença de resíduos de antimicrobianos, foi detectada positividade em 17 amostras de soro (34%); negatividade em 15 amostras (30%) e as 18 amostras (36%) restantes no limite máximo permitido de resíduos de antimicrobianos.

A presença de resíduos de antimicrobianos é um indicativo do uso indiscriminado de fármacos no tratamento animal ou do não cumprimento do prazo de carência dos medicamentos, impossibilitando o uso deste soro pela indústria e podendo ainda causar danos aos consumidores (Cortez e Cortez, 2008).

No trabalho descrito por Campos et al. (2006) em queijos Minas Frescal, foram isoladas 25 cepas de *E. coli*. Observou-se resistência (4,0%) à ampicilina, ao sulfametoxazol- trimetoprim e à tetraciclina e susceptibilidade aos cefalotina, gentamicina, ciprofloxacina. Entretanto no estudo de Franco et al. (2010) cepas de *Escherichia coli* patogênicas apresentaram resistência à sete antimicrobianos usados rotineiramente no tratamento das enfermidades transmitidas por alimentos e foram sensíveis apenas à gentamicina e à tobramicina.

O *S. aureus* mostrou resistência à penicilina, ampicilina e tetraciclina em estudos conduzidos por Brito et al. (2001) e Rapini et al. (2004). Esses relatos justificam a preocupação com o resultado encontrado na presente pesquisa. Sabe-se que a administração de quantidades subterapêuticas de antimicrobianos ocasiona um aumento na frequência de bactérias resistentes,

tanto no ser humano quanto nos animais. Capacidade de transmitir a resistência por transferência de plasmídeos e transposons.

## CONCLUSÕES

A produção de soro de queijo no estado é de 4.114 toneladas, sendo 30,7% aproveitados industrialmente. A inspeção técnica na esfera estadual compreende 41,3% das indústrias, 23,1% sob inspeção municipal e 23,1% sob inspeção federal. O controle da qualidade do soro nas indústrias garante um produto inócuo à saúde do consumidor e de maior validade comercial com a manutenção das características sensoriais. A contagem bacteriana apresentou valor significativo o que pode comprometer os derivados lácteos, principalmente no que diz respeito a contagem de psicotróficos. A ausência de fagos é um ponto positivo nas indústrias por não causar deficiência nos processos fermentativos. A presença de resíduos de antimicrobianos é um ponto preocupante com relação ao rendimento industrial dos fermentados e em saúde pública, visto os problemas ocasionados ao ser humano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Committee on Microbiological Methods for Foods*. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Washington, APHA, 2001. 129p.
- ANTUNES, A.J. *Funcionalidade de proteínas do soro de queijo bovino*. Barueri, Manole, 2003. 135 p.
- BARBOSA, A.S.; ARAÚJO, A.S.; FLORÊNCIA, I.M.; BEZERRA, R.R.A.; FLORENTINO, E.R. Estudo cinético da fermentação do soro de queijo de coalho para produção de aguardente. *Revista Verde*, v.5, n.3, p. 237-254, 2010.

BONFOH, B.; WASEM, A.; TRAORE, A. N.; FANE, A.; SPILLMANN, H. Microbiological quality of cow's milk taken at different intervals from the udder to selling point in Bamako (Mali). *Food Control*, v.14, n.7, p.495-500, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, aprovado pelo Decreto nº 30.691 de 29/03/52, alterado pelos Decretos nº 1.255 de 25/06/62, 1.236 de 02/09/94, 1.812 de 08/02/96 e nº 2.244 de 04/06/97, Brasília, Distrito Federal – DF. 2008.

BRITO, M.A.V.P. *Resíduos de antimicrobianos no leite*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2000. 28p. Circular técnica 60.

BRITO, M.A.V.P.; BRITO, J.R.F.; SILVA, M.A.S; CARMO, R.A. Concentração mínima inibitória de dez antimicrobianos para amostras de *Staphylococcus aureus* isoladas de infecção intramamária bovina. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia*, v.53, n.5, p.531-537, 2001.

CABRERA, L.; FERRER, A.; RODRÍGUEZ, G.O. Susceptibility of *Enterococcus faecalis* and *Lactobacillus casei* strains isolated from palmita-type Venezuelan cheese to bacteriophages. *Revista Científica FCV-Luz*, v.10, n.5, p.417-422, 2000.

CAMPOS, M.R.H.; KIPNIS, A.; ANDRÉ, M.C.D.P.B.; VIEIRA, C.A.S.; JAYME, L.B.; SANTOS, P.P.; SERAFINI, A.B. Caracterização fenotípica pelo antibiograma de cepas de *Escherichia coli* isoladas de manipuladores, de leite cru e de queijo “Minas Frescal” em um laticínio de Goiás, Brasil. *Ciência Rural*, v.36, n.4, p.1221-1227, 2006.

CHEHADI, M.C.G.; VIEIRA, J.A.G. Comportamento reológico do soro de queijo. *Revista Instituto Laticínios Candido Tostes*, v.59, n.339, p.169-172, 2004.

CHIAPPINI, C.C.J.; FRANCO, R.M.; OLIVEIRA, L.A.T. Avaliação do soro de queijo quanto aos coliformes totais e coliformes fecais. *Revista Instituto Laticínios Candido Tostes*, v.50, p.253-257, 1995.

CORTEZ, M.A.S.; CORTEZ, N.M.S. *Qualidade do leite: Boas Práticas Agropecuárias e Ordenha Higiênica*. Niterói, Editora Universidade Federal Fluminense, 2008. 75p.

CORTEZ, M.A.S.; CORTEZ, N.M.S. *Derivados lácteos fermentados e queijos maturados*. Editora São Paulo: Instituto Grupo Pão de Açúcar, 2010. 82 p.

COSTA, E.O. Resíduos de antibióticos no leite: um risco à saúde do consumidor. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v.10, n.44, p.15-17, 1996.

DENOBILO, M.; NASCIMENTO, E.S. Validação de método para determinação de resíduos dos antibióticos oxitetraciclina, tetraciclina, clortetraciclina e doxiciclina, em leite, por cromatografia líquida de alta eficiência. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v.40, n.2, 2004.

FOX, P.F.; GUINEE, T.P.; Cogan T.M. & Mcsweeney P.L.H. *Fundamentals of cheese science*. Gaithersburg: Aspen Publishers, 2000. 587p.

FRANCO, R.M.; LEITE, S.P.S. *Enumeração e Identificação de Enterococcus spp e Cepas de E. coli Patogênicas em Coxas de Frango e Estudo da Atividade Antimicrobiana das Cepas Isoladas*. XV Seminário de Iniciação Científica e Prêmio UFF – Vasconcellos Torres de Ciência e Tecnologia, 07-11/11/2005. CD

FRANCO, R.M.; LEITE, S.P.S.; GOUVÊA, R.; OLIVEIRA, L.A.T. Resistência antimicrobiana de *Escherichia coli* isoladas de carne e dejetos suínos. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.4, n.1, p.31-36, 2010.

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

HEJNOWICZ, M.S.; BARDOWSKI, J. Bacteriophage infections of mesophilic bacteria in dairy industry. *Polish Dairy Journal*. v.7, p.2–7, 2005.

LIMA, C.P.; CARVALHO, A.K.F.; BRUNO, L.M.; FIGUEIREDO, E.A.T. *Isolamento de bacteriófagos de bactérias lácticas da linha de produção de queijos de coalho artesanal e industrial*. 25º Congresso Brasileiro de Microbiologia. Porto de Galinhas - PE. 2009.

MADERA, C.; MONJARDÍN, C.; SUAREZ, J.E. Milk Contamination and Resistance to Processing Conditions Determine the Fate of *Lactococcus lactis*. Bacteriophages in Dairies. *Applied Environmental Microbiology*, v.70, n. 12 p. 7365–7371, 2004.

MERCK. *Microbiological Manual*. Berlin, Germany, 2002. 407p.

NADER FILHO, A.; FERREIRA, L.M.; AMARAL, L.A.; ROSSI JUNIOR, O.D.; PERRY, K.S.P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. *Química Nova*, v.27, n.2, p.293-300, 2004.

RAPINI, L.S.; TEIXEIRA, J.P.; MARTINS, N. E.; CERQUEIRA, M.M.O.P.; SOUZA, M.R.; PENNA, F.A.M. Perfil de resistência antimicrobiana de cepas de *Staphylococcus sp.* Isoladas de queijo tipo coalho. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinaria Zootecnia*, v.56, n.1, p.130-133, 2004.

SANTOS, V.A.Q.; HOFFMANN, F.L. Evolução da microbiota contaminante em linha de processamento de queijos Minas frescal e ricota. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, v.69, n.1, p.38-46, 2010.

SISO, M.I.G. The biotechnological utilization of cheese whey: a review. *Bioresource Technology*, v.57, p.1-11, 1996.

SHITANDI, A.; KIHUMBU, G. Laboratory evaluation of the improved tube test detection limits for  $\beta$ -lactam residues in Kenyan milk. *African Journal of Biotechnology*, Nairobi, v. 3, n. 1, p. 82-87, jan. 2004. 20.

SHNEIDER, R.N. Análise microbiológica e do sistema produtivo do queijo serrano produzido no município de Cambará do Sul/RS. Monografia de TCC. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, 2009. 60f.

SZCZEPAŃSKA, A.K.; HEJNOWICZ, M.S.; KOŁAKOWSKI, P.; BARDOWSKI, J. Biodiversity of *Lactococcuslactis* bacteriophages in Polish dairy environment. *Acta BiochimicaPolonica.*, v.54, n.1, p.151-158, 2007.

TEIXEIRA, L.V.; FONSECA, L.M.; MENEZES, L.D.M. Avaliação da qualidade microbiológica do soro de queijos Minas padrão e mozzarella produzidos em quatro regiões do estado de Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia*, v.59, n.1, p.264-267, 2007.

TENÓRIO, C.G.M.S.C; CERQUEIRA, M.M.O.P; VIEGAS, R.P; RESENDE, M.F.S; CLINQUART, DL; A.K.R; SANTOS, AKR; SOUZA, M.R; PENNA, C.F.A.M. Eficiência dos testes COPAN (Microplate e Single) na detecção de resíduos de antimicrobianos no leite. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, n.2, p.504-510, 2009.

VAN SCHAİK, G.; LOTEM, M.; SCHUKKEN, Y. H. Trends in somatic cells counts, bacterial counts, and antibiotic residue violations in New York State during 1999-2000. *Journal of Dairy Science*, Savoy, v. 85, n. 4, p. 782-789, abr. 2002.

ZAFFARI, C.B.; MELLO, J.F.; COSTA, M. Qualidade bacteriológica de queijos artesanais comercializados em estradas do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.3, p.862-867, 2007.

ZINK, R.; LOESSNER, M.J. Classification of virulent and temperate bacteriophages of *Listeria* spp. on the basis of morphology and protein analysis. *Applied Environmental Microbiology* v.58, p. 296–302. 1992.

### 3.3 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO SORO DE QUEIJO DOCE E ÁCIDO PRODUZIDO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Artigo a ser enviado para a Journal of Dairy Science

#### AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO SORO DE QUEIJO DOCE E ÁCIDO PRODUZIDO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO PHYSICAL AND CHEMICAL EVALUATION OF WHEY CHEESE PRODUCED IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO

Neila Mello Santos Cortez<sup>1</sup>; Adriano Gomes da Cruz<sup>2</sup>; Marco Antonio Sloboda Cortez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Médica Veterinária, Doutoranda em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

<sup>2</sup>Engenheiro de Alimentos. Pós Doutor em Tecnologia de Alimentos, IFRJ.

<sup>3</sup> Doutor. Professor do Departamento de Tecnologia dos Alimentos, Faculdade de Veterinária, UFF.

\*Autor para correspondência: E-mail: neilacortez@yahoo.com.br

#### RESUMO

Devido à importância do aproveitamento do soro de queijo a qualidade físico-química do soro proveniente de diferentes regiões do Estado do Rio de Janeiro foi investigada, através de parâmetros físico-químicos: crioscopia, pH e acidez titulável tanto do soro de queijo ácido quanto do soro doce. Das empresas visitadas 13,5% não produzem soro doce, e 23,1% produzem ambos, soros doce e ácido. O valor de pH apresentou média de 6,28, a acidez dornic com média de 14,2g de ácido láctico/100mL e crioscopia de -0,4846°H. Os valores de pH e acidez titulável são semelhantes a Teixeira e Fonseca (2008), Meneses (2010) e ao Brasil (2013). Os resultados apresentaram grande variação em todos os parâmetros analisados para as diferentes regiões. A padronização dos métodos de fabricação de queijos pelas unidades processadoras deve ser incentivada.

Palavras chaves: soro, composição físico-química, qualidade.

## ABSTRACT

The physico-chemical serum from different regions of the State of Rio de Janeiro was investigated by means of physico-chemical parameters: crioscopia, lactose, pH, fat, protein and acidity. The average pH value of 6.28, the Dornic acidity with an average of 14.2 g of lático/100mL and freezing point of -0.4846 °H. The pH and titratable acidity are similar to Teixeira and Fonseca (2008), Meneses (2010) and Brazil (2013). The results showed a great variation in all parameters for different regions. However, some similarities were observed with respect to serum from different regions, which serves as a subsidy aimed at adding value to this by-product management and effective public policies.

Key-words: whey, physico-chemical composition, quality.

## INTRODUÇÃO

O soro de leite ou de queijo é o líquido formado a partir da coagulação das caseínas do leite, durante a fabricação de queijos ou no processo de fabricação da caseína industrial. O soro é considerado um subproduto, uma vez que oriundo do processamento do produto queijo correspondendo a cerca de 90% do volume do leite, levando consigo 50 a 55% dos sólidos totais do mesmo (FURTADO, 1991; FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994, ORDONEZ, 2005; BRASIL, 2013).

O soro de queijo possui alto valor nutricional composto por aminoácidos essenciais, alto valor de proteínas como a lactoferrina,  $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactoalbumina, glicomacropéptidos, imunoglobulinas. Apresenta propriedades funcionais e bioativas (WALZEN et al., 2002; BALDASSO, 2008; GLOBALFOOD, 2011).

A composição química do soro de queijo pode variar dependendo do tipo de queijo produzido e do processamento industrial para a obtenção de queijos (FOX, 1987; SMITHERS, 2008).

Com base na produção de queijos podemos obter dois tipos de soro. Caso na elaboração do queijo o tipo de coagulação for enzimática o soro é classificado como soro doce, que possui pH na faixa de 5,3 a 6,6, ou for coagulação ácida obtém-se o

soro ácido que tem pH entre 4,4 e 5,3 (FOX, 1987; PINTADO et al., 2001; ORDONEZ, 2005).

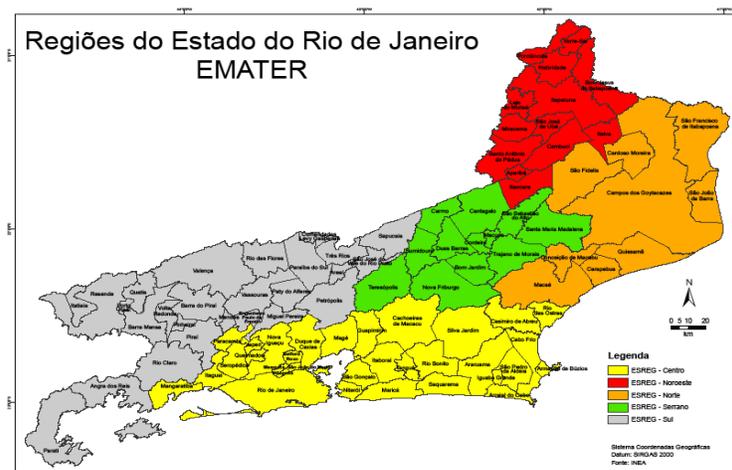
A coagulação do leite por ação enzimática produz o soro doce que possui pH entre 6,0 e 6,8. O soro ácido, obtido por acidificação apresenta pH inferior a 6,0 (BRASIL, 2013).

O soro de queijo possui seu valor comercial baixo quando “in natura” e sua elevada produção e o seu destino pode gerar um problema ambiental, uma vez que a alta concentração de lactose do soro e a presença de proteínas, aminoácidos e vitaminas fazem com que as bactérias presentes na água do rio se multipliquem em alta velocidade, consumindo o oxigênio dissolvido na água do rio. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de um litro de soro se situa entre 30 a 45g/litro e exige o oxigênio presente em 4.500 litros de água para despoluí-lo (ANTUNES; GOMEZ, 1990; FOX et al., 2000; CHEHADI, 2004).

Dentre a importância do soro de queijo relatado em diversos estudos, a avaliação físico-química deste alimento tem sido negligenciada. Objetivou-se neste trabalho avaliar os padrões do soro de queijo ácido e doce no Estado do Rio de Janeiro, identificando tendências para um aproveitamento mais consistentes.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de soro de queijo foram coletadas em 50 estabelecimentos queijeiros fiscalizados do Estado do Rio de Janeiro. As indústrias produtoras de soro de queijo foram divididas em cinco regiões conforme dados da EMATER (Figura 1). As amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas contendo gelo e transportadas para realização das análises no Laboratório de Inspeção e Tecnologia de Leite e Derivados da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense.

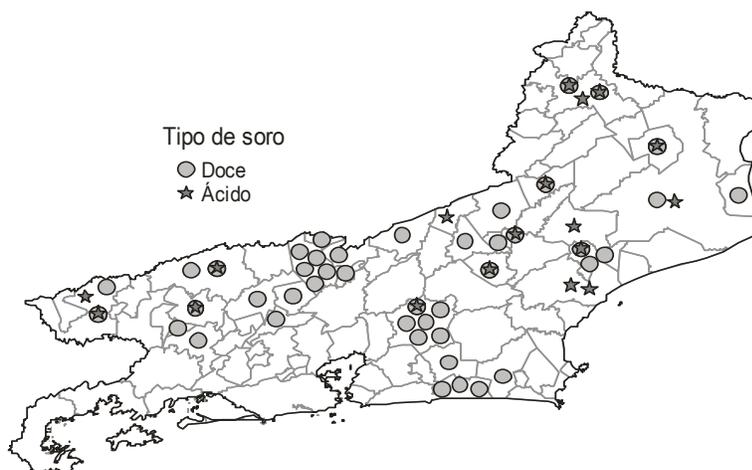


**Figura 1:** Regiões do Estado do Rio de Janeiro definido pela EMATER.

As análises realizadas foram o índice crioscópico, pH, acidez dornic e composição centesimal. A crioscopia foi realizada no Crioscópio Eletrônico, utilizando amostras em triplicata. Após a calibração do pHmetro, a amostra de soro homogeneizada foi avaliada quanto a leitura do pH. A acidez dornic de cada amostra foi feita pela titulação no acidímetro com solução Dornic. Os procedimentos acima são descritos na Instrução Normativa 68 (BRASIL, 2006).

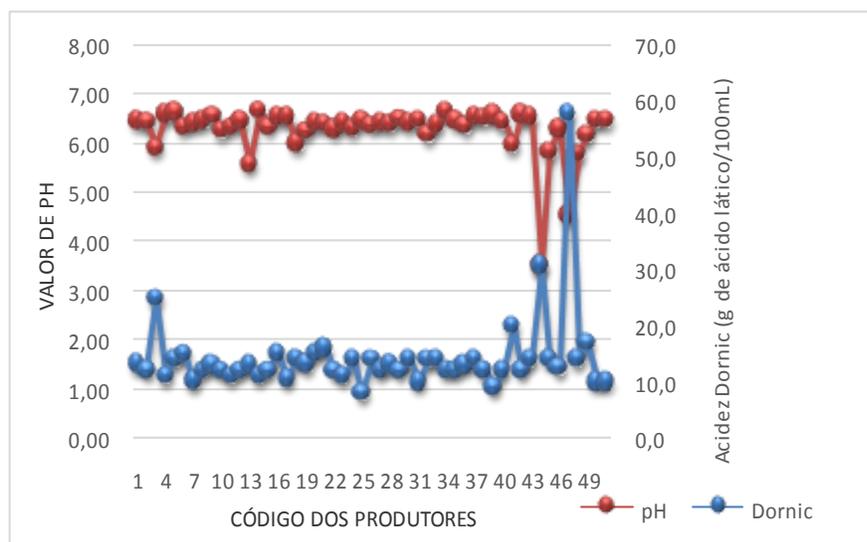
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 50 empresas visitadas, somente sete (13,5%) não produzem soro doce, e 12 (23,1%) produzem ambos, soros doce e ácido. Alta produção de soro doce no Estado.



**Figura 2:** Tipo de soro de leite produzido nos laticínios do Estado do Rio de Janeiro, em 2009.

Entre as análises físico-químicas do soro, foram observadas variações nos valores do pH com média 6,28, atingindo valor máximo de 6,69 e valor mínimo de 3,52 (Figura 1). Os valores apresentaram-se com variação mínima e máxima discrepante ao descrito por Fox (1987), porém com o valor médio semelhante a Brasil (2013). A amostra com valor de pH 3,52 significa que é um produto ácido. Essa acidez pode ser decorrente a duas origens: durante a fabricação do queijo, que pode ter sido obtido a partir da coagulação ácida (sendo então esse valor de pH normal), ou a segunda pode ter sido pela própria acidificação do soro devido contaminação por bactérias, manutenção em temperaturas acima da recomendada (entre 2° e 5 ° C), ou tempo excessivo de armazenamento do produto.

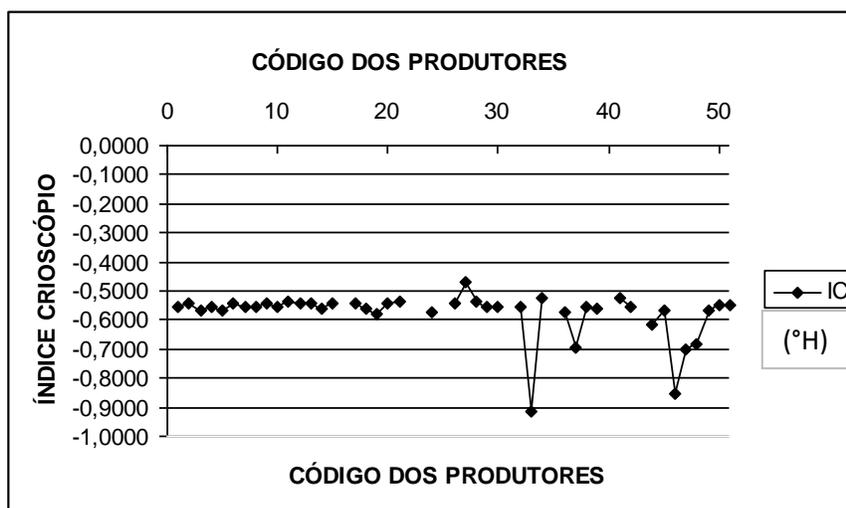


**Figura 3:** Resultados de pH e acidez Dornic (g de ácido láctico/100mL) das amostras de soro do Estado do Rio de Janeiro.

Na análise de acidez Dornic, as amostras apresentaram valor médio de 0,14g de ácido láctico/100mL, com valor máximo de 0,58g de ácido láctico/100mL e valor mínimo de 0,08g de ácido láctico/100mL (Figura 1), o resultado do valor médio entra em concordância ao descrito por Brasil (2013). Em contrapartida das amostras coletadas, duas se encontraram em discordância ao relatado por Fox (1987) com valores iguais a 0,31g de ácido láctico/100mL e 0,58g de ácido láctico/100mL, e isso demonstra que essa acidez é por conta da acidificação da amostra que pode ter ocorrido durante a produção

de queijo ou devido à acidificação após produção, gerando alta produção de ácido láctico.

Na leitura do índice crioscópico (Ic) (Figura 3), cuja média foi de  $-0,4846^{\circ}\text{H}$  e cinco amostras apresentaram valores de Ic muito baixo comparando a Fox (1987), evidenciando a possibilidade de adição de substâncias que entraram em solução, ou soro com cloreto de sódio (NaCl), produto utilizado no processo de salga direto no leite, na fabricação de alguns queijos



**Figura 4:** Resultado do índice crioscópico ( $^{\circ}\text{H}$ ) das amostras de soro do Estado do Rio de Janeiro.

Silva e colaboradores (2004) em trabalho com soro de leite bovino avaliou soro doce e soro ácido. Como resultado: o soro doce apresentou valor médio de pH 5,88 e soro ácido valor de pH 4,57. Resultados próximos ao preconizado por Brasil (2013) e o presente estudo.

Teixeira e Fonseca (2008) em soro de queijo mozzarella relatou os valores médios:  $-0,565^{\circ}\text{H}$  (crioscopia), 6,19 (pH) e  $13,16^{\circ}\text{D}$  (acidez titulável), e  $-0,555^{\circ}\text{H}$  (crioscopia); 6,30 (pH) e  $12,48^{\circ}\text{D}$  (acidez titulável) para soro de queijo minas padrão. Os valores da crioscopia nos dois tipos de soro de queijo avaliado por Teixeira e Fonseca apresentaram valor bem acima da pesquisa, entretanto os valores de pH e acidez titulável foram semelhantes.

Meneses (2010) em soro de queijo coalho apresentou valores médios semelhantes ao estudo para os mesmos parâmetros, pH 5,52 e acidez titulável 0,08 g ácido láctico/100g soro doce do queijo tipo coalho, respectivamente.

Os resultados obtidos na literatura são semelhante e mostram a necessidade de padronização das metodologias para o processamento de queijos, independente da espécie animal que é originado. Caldeira (2008) usando em soro de queijo Minas Frescal a partir do leite de búfala os valores médios físico-químicos encontrados foram densidade (g/mL) 1,029, pH 6,58 e acidez titulável (°D) 10,9. No referido estudo com soro de queijo de vaca o valor médio de pH (6,28) encontra-se semelhante ao descrito por Caldeira e diferente em relação ao valor médio da acidez titulável (0,14 g/100mL).

O mesmo pode-se observar no trabalho de Lira et al. (2009) que encontraram nas análises físico-química do soro de queijo de búfala "in natura" os seguintes valores médios: pH (6,31), acidez titulável (10°D) e densidade a 15°C (1,027 g/mL), onde o valor de pH é parecido ao estudo e a acidez titulável com valor inferior da presente pesquisa. Finalmente, Oliveira (2011) com soro de queijo doce e ácido obteve como resultados: soro doce pH 5,52 de e acidez titulável de 0,26 g de ácido láctico/100g e no soro ácido valor de pH de 4,40 e acidez titulável de 0,36 g de ácido láctico/100g.

Recentemente, Silveira e colaboradores (2013) em trabalho com o soro de leite de cabra avaliou as características físico-químicas realizando as análises de pH com valor médio de 6,36 e acidez titulável com valor médio de 1,04 g ácido láctico/100 g; embora seja um leite de outra espécie, expressiva variabilidade dos parâmetros foi igualmente observada.

## CONCLUSÕES

Os resultados desse trabalho descrevem uma grande variação aos parâmetros físico-químicos do soro proveniente de laticínios no Estado do Rio de Janeiro, refletindo uma heterogeneidade no que diz respeito aos parâmetros operacionais utilizados no processamento dos queijos e/ou condições inadequadas de armazenamento deste produto.

A padronização dos métodos de fabricação de queijos pelas unidades processadoras deve ser incentivada, tendo como objetivo uma maior uniformidade da

composição do soro gerado no processo. Neste sentido os Serviços de Inspeção devem proporcionar treinamentos periódicos às unidades processadoras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, L.A.F.; GOMEZ, R.J.H.C. Soro: Perspectiva de uso industrial. Londrina: UEL. *Apostila mimeografada da disciplina Ciência e Tecnologia de leite e derivados*, 1990. 54p.

BALDASSO, C. *Concentração, purificação e fracionamento das proteínas do soro lácteo através da tecnologia de separação por membranas*. 2008. 179f. Dissertação (Mestre) – universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Divisão Agropecuária. Instrução normativa Nº 68 de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 14 de dezembro de 2006, seção 1, Página 8.

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_. Secretaria da Divisão Agropecuária. Portaria em consulta pública, pelo prazo de 30 (trinta) dias. Projeto de Instrução Normativa e seu anexo que estabelece os padrões de identidade e qualidade de soro de leite. Portaria nº 53 de 10 de abril de 2013. *Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, abr., 2013.

CALDEIRA, L. A. *Desenvolvimento de bebida láctea com diferentes níveis de iogurte e soro de queijo*. Itapetinga–Ba:UESB, 2008. 82p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia de Alimentos).

CHEHADI, M. C. G.; VIEIRA, J. A. G. Comportamento reológico do soro de queijo. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora: EPAMIG*, v. 59, n. 339, p. 169-172, 2004.

FOX, P.F. *Cheese: chemistry, physics and microbiology*. London: Elsevier applied Science, 1987, v.1.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; MCSWEENEY, P. L. H. *Fundamentals of cheese science*. Gaithersburg: Aspen Publishers, 2000. 587p.

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

FURTADO, M.M.; LOURENÇO NETO, J.P.M. *Tecnologia de queijos: manual técnico para a produção industrial de queijos*. São Paulo: Dipemar, 1994. p.76-77.

GLOBALFOOD. *Soro um alimento saudável e base econômica para produtos inovadores*. 2006. Disponível em: <<http://www.globalfood.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

LIRA, H.deL.; SILVA, M.C.D. da; VASCONCELOS, M.R. dos S.; LIRA, H. de L.; LOPEZ, A.M. Queijeiro. Microfiltração do soro de leite de búfala utilizando membranas cerâmicas como alternativa ao processo de pasteurização. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 29, n.1, p.33-37, jan.-mar. 2009

MENESES, A.D.S. DE. *Processo biotecnológico para aproveitamento de soro obtido na produção do queijo de coalho*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, 2010. 87 f.

PINTADO, M.E.; MACEDO, A.C.; MALCATA, F.X. Technology, chemistry and microbiology of whey cheese. *Food Science and Technology International*. v.7, p.105-106. 2001.

OLIVEIRA, F.A. De. *Desenvolvimento de bebida láctea não fermentada com soro de leite ácido*. 2011. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2011. 37 f.

ORDÓÑEZ, J. A. *Tecnología de alimentos*, vol.II /Alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed, 2005, 279p.

SILVEIRA, E.O.; NETO, J.H.P.L.; SILVA, L.A.; RAPOSO, A.E.S.; CARDARELLI, H.R. Caracterização físico-química do soro de leite de cabra submetido a diferentes tratamentos térmicos. Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Acesso: 10 de novembro de 2013. Disponível em: <<http://www.ital.sp.gov.br/tecnolat/anais/tl230513/Arquivos/SILVEIRA.pdf>>.

SMITHERS, G.W. Whey and whey proteins: from “gutter to gold”. *International Dairy Journal*. v.18, p.695-704. 2008.

TEIXEIRA, L.V.; FONSECA, L. M. Perfil físico-químico do soro de queijos mozzarella e minas-padrão produzidos em várias regiões do estado de Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.60, n.1, p.243-250, 2008.

WALZEN, R.L.; DILLARD, C.J.; GERMEN, J.B. Whey components: millennia of evolution create functionalities for mammalian nutrition: what we know and what we may be overlooking. *Critical Review. Food Science Nutrition*, v. 42, p.353-375, 2002.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desta pesquisa se justificou em virtude da necessidade de maior conhecimento em relação à quantidade, à qualidade e as possibilidades de utilização do soro de queijo produzido pelas indústrias de queijos no Estado do Rio de Janeiro. Considerando que o soro representa significativo impacto ambiental, se lançado ao ambiente sem tratamento prévio, que grande quantidade de soro é atualmente produzida, e que o tratamento do soro como resíduo é relativamente dispendioso, o desenvolvimento de métodos para viabilizar o seu aproveitamento racional, com captação rápida e adequada, e futura utilização do mesmo por indústrias, representa a solução de um ponto de estrangulamento das indústrias de laticínios no Estado do Rio de Janeiro.

Com base nos trabalhos realizados a formação de uma cadeia de aproveitamento do soro de queijo deve ser constituída de somente um local para o beneficiamento do soro (secagem e/ou produção de concentrado proteico de soro e de permeado de lactose) e alguns pontos estratégicos de convergência para concentração do soro, antes do transporte para o local de beneficiamento final.

A qualidade do soro pode ser considerada problemática por ter-se encontrada com elevada contaminação bacteriológica que é preocupante, uma vez que a elaboração dos produtos derivados poderá ser comprometida pela presença de microrganismos deteriorantes e patogênicos além de ser comprovada a presença de antimicrobianos em um terço das amostras de soro de queijo que também pode ocasionar prejuízos a produção de fermentados e a saúde do consumidor. Contudo, no soro não foram encontrados bacteriófagos nas amostras analisadas.

Na avaliação físico-química foram encontrados resultados com grande variação referente as diferentes formas de processamento de queijo, porém deve-se definir um padrão físico químico e de composição para o soro de queijo produzido pelas indústrias, facilitando o desenvolvimento de novas formas racionais para o uso do soro.

No geral, o controle da qualidade do soro nas indústrias garante um produto inócuo à saúde do consumidor. Como melhora, é aconselhável treinamento na mão de

obra envolvida na fabricação de queijos e soro de queijo visando qualidade de produção, notadamente nos estabelecimentos de médio e pequeno porte e estímulo a implementação de programas de controle de qualidade, formalizando das indústrias que se encontram na clandestinidade.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO. *Mercado Brasileiro dos alimentos industrializados*. 2005. Disponível em: via WWW.URL: [http://www.anuarioabia.com.br/editorial\\_05.htm](http://www.anuarioabia.com.br/editorial_05.htm) Acesso em: 06/2010.

ACKERMANN, H. W. Frequency of morphological phage descriptions in 1995. *Arch. Virol.* v.141, p. 345-354, 1996.

ALBUQUERQUE, L.M.B., MELO, V.M.M., MARTINS, S.C.S. Investigações sobre a presença de resíduos de antibióticos em leite comercializado em Fortaleza-CE-Brasil. *Higene Alimentar*, São Paulo, v.10, n.41, p.29-32, 1996.

ALFONSO, H.M. Aislamiento, caracterización y detección precoz de bacteriófagos de *Streptococcus thermophilus* em la industria Láctea. Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC); Universidad de Oviedo, 2007.

ALLEONI, A.C.C.; JACOMINO, A.P.; ROSA, A.S. Recobrimento de laranja 'Pêra' com filme de concentrado proteico de soro de queijo associado a plastificantes. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.41, n.8, p.1221-1226, 2006.

ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Perfil de textura e umidade espremível de géis do albume de ovos recobertos com soro de queijo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.25, n.1, p.153-157, 2005.

ALVES, R. L. D. Projeto da rede de captação logística do soro de queijo produzido no Estado de Minas Gerais. 2005. 33f. Monografia (Conclusão do curso de Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.

ANDREW, S.M. Antibiotic residue tests for individual cows. *Proc. Annu. Meet. Nat. Mastitis Council*, v.1, p. 191- 201, 2008.

ANTUNES, A. J. Funcionalidade de proteínas do soro de queijo bovino. Barueri: Manole, 2003. 135 p. ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2006.

ANTUNES, L.A.F.; GOMEZ, R.J.H.C. Soro: Perspectiva de uso industrial. Londrina: UEL. *Apostila mimeografada da disciplina Ciência e Tecnologia de leite e derivados*, 1990. 54p.

ARCURI, E.F.; BRITO, M.A.V.P.; BRITO, J.R.F.; PINTO, S.M.; ÂNGELO, F.F.; SOUZA, G.N. Qualidade microbiológica do leite refrigerado nas fazendas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 58, n. 3, 2006.

ARISTIZABAL, L.D.M. Leche y productos lacteos. 2003. Disponível em: < [www.vanguardia.udea.edu.co/.../LECHE%20Y%20PRODUCTOS%20LACTEOS.doc](http://www.vanguardia.udea.edu.co/.../LECHE%20Y%20PRODUCTOS%20LACTEOS.doc) > Acesso em: 28 set. 2010.

BALAGTAS, J. V.; HUTCHINSON, F. M.; KROCHTA, J. M.; SUMNER, D. A. Anticipating market effects of new uses for whey and evaluating returns to research and development. *Journal Dairy Science*, Champaign, v.86, p.1662–72, 2002.

BALLOU, R.H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. Porto Alegre: ed. Bookman, 2001. 616p.

BASSET, K.D. Use of bacteriophage as an antimicrobial in food products. Manhattan, 2007. 57 f. Dissertação de mestrado em ciências. Colégio de agricultura, Kansas State University, Mantahan. Disponível em: <<http://krex.k-state.edu/dspace/bitstream/2097/451/1/kellybassett2007.pdf>>. Acesso em: 06/05/2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Divisão Agropecuária. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para o controle

de produtos de origem animal e água. Instrução Normativa 62, de 26 de agosto de 2003. *Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 set., 2003. Seção I, p.14-50.

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_. Aprova os Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. Instrução Normativa n.62, de 18 de setembro de 2011. *Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 de set., 2011. Seção I, p.13-50.

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, aprovado pelo Decreto nº 30.691 de 29/03/52, alterado pelos Decretos nº 1.255 de 25/06/62, 1.236 de 02/09/94, 1.812 de 08/02/96 e nº 2.244 de 04/06/97, Brasília, Distrito Federal – DF. 2008.

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_. Plano Nacional de Controle de Resíduos em Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa n.42, de 22 de dezembro de 1999. *Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 de dez. de 1999. Seção I, p.213.

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_. Secretaria da Divisão Agropecuária. Submeter à consulta pública, pelo prazo de 30 (trinta) dias, o Projeto de Instrução Normativa que estabelece os padrões de identidade e qualidade de soro de leite. Instrução Normativa de abril de 2013. *Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, abr., 2013.

BRENER, D.J. Facultatively anaerobic Gram-negative rods. In: KRIEG, N.R.; HOLT, J.G. *Bergey's manual of systematic bacteriology*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1984. cap.7, p.408-423.

BRITO, M.A.V.P. *Resíduos de antimicrobianos no leite*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2000.28p. Circular técnica 60.

BRITO, M.A.V.P.; BRITO, J.R.F. Qualidade do Leite. Disponível em:<[http://iprocincia.org.br/site\\_arquivos/903.pdf](http://iprocincia.org.br/site_arquivos/903.pdf)>. Acesso: 01 de agosto de 2011.

BRÜSSOW. H.; Phages of dairy bacteria. *Annu. Rev. Microbiol.*, v.55, p.283-302, 2001.

BRÜSSOW, H.; FREIMONT, M.; BRUTTIN, A.; SIDOTI, J.; CONSTABLE, A.; FRYDER, V. Detection and classification of *Streptococcus thermophilus* bacteriophages isolated from industrial milk fermentation. *Applied Environment Microbiology*, v.60, n.12, p.4537-4543, 1994.

CALDEIRA, L.A. et al. Desenvolvimento de Bebida Láctea Sabor Morango Utilizando Diferentes Níveis de logurte e Soro Lácteo Obtidos com Leite de Búfala. *Ciência Rural*, Santa Maria, Online, 2010. Disponível: <<http://submission.scielo.br/index.php/cr/article/view/21361/3276>> Acesso em: 26/08/2012.

CAMPOS, M.R.H; KIPNIS, A; ANDRÉ, M.C.D.P.B.; VIEIRA, C.A.S.; JAYME, L.B.; SANTOS, P.P.; SERAFINI, A.B. Caracterização fenotípica pelo antibiograma de cepas de *Escherichia coli* isoladas de manipuladores, de leite cru e de queijo “Minas Frescal” em um laticínio de Goiás, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.4, p.1221-1227, 2006.

CASTELLI, M.V. Los fagos em la indústria quesera. Investigación y Desarrollo - División Alimentos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, n. 40, 2006.

CASTRO, F.P. de. *Efeito de Diferentes Proporções de Soro de Queijo e Oligofrutose na Contagem de Bactérias Probióticas, nas Características Físicas, Químicas e Sensoriais de Bebidas Lácteas Fermentadas*. 2007. 126f. Dissertacao (Mestrado em Ciencia dos

Alimentos) – Programa de Pos-graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, SC.

CAVALCANTE, J.F.M.; ANDRADE, N.J.; FURTADO, M.M. et al. Processamento do queijo coalho regional empregando leite pasteurizado e cultura láctica endógena. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.27, p.205-214, 2007.

CHA, D.S.; CHINNAN, M.S. Biopolymer-Based Antimicrobial Packaging: A review. *Food Science and Nutrition*, v.44, p.223-237, 2004.

CHAMPAGNE, C.P.; LANGE, M.; BLAIS, A.; GOULET, J. Factors other than bacteriophage that affect lactic starter activity. *Food Research International*, v. 25, n.4, p.309-316, 1992.

CHAVES, K.F.; CALLEGARO, E. das D.; SILVA, V.R.O. Utilização do Soro de Leite nas Industrias de Laticínios da Região de Rio Pomba – MG. In: *27º Congresso Nacional de Laticínios*. Anais CNL (Congresso Nacional de Laticínios). Disponível em: < <http://cnlepamig.com.br/anais/poster.html> > Acesso em: 20/05/2012.

CHEHADI, M. C. G.; VIEIRA, J. A. G. Comportamento reológico do soro de queijo. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora: EPAMIG*, v. 59, n. 339, p. 169-172, 2004.

CHENG, S.; DEPETERS, E. J.; ROSENBERG, M. Efficacy of whey protein gel complex to increase the unsaturated fatty acid composition of bovine milk fat. *Journal Dairy Science*, Champaign, v.89, p.640-50, 2005.

CHOPRA, S. Gerenciamento da cadeia de suprimentos. São Paulo: Ed. Prentice Hall, 2003.

CHR HANSEN. Informativo Há-La Biotec. Divisão de laticínios, Valinhos, São Paulo, n. 12, novembro, 1992.

COFFEY, A.; FITZGERALD, G.F.; ROSS, R.P. *Phage Resistant Starter Cultures for Cheddar and Mozzarella Cheeses*. Dairy Products Research Centre. Moorepark, Fermoy, Co. Cork, Ireland. 2006.

COFFEY, A.; ROSS, R.P. Bacteriophage-resistance systems in dairy starter strains: molecular analysis to application. *Antonie van Leeuwenhoek*, v.82, p. 303–321, 2002.

COGAN, T.M.; DALY, C. Cheese Starter Cultures. In: FOX, P.F. *Cheese: chemistry, physics and microbiology*. London: Ed. Elsevier Applied Science, 1987. v. 1, cap. 6, p. 179-298.

CORASSIN, C. H.; OLIVEIRA, C. Aplicabilidade dos conjuntos para detecção de resíduos de antibióticos no leite em propriedades leiteiras. *Revista O Biólogo*, v. 62, n. 1, 2000.

CORTEZ, M.A.S.; CORTEZ, N.M.S.C. *Qualidade do leite: Boas Práticas Agropecuárias e Ordenha Higiênica*. Niterói: Editora Universidade Federal Fluminense, 2008. 75p.

COSTA, E.O. Resíduos de antibióticos no leite: um risco à saúde do consumidor. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v.10, n.44, p.15-17, 1996.

COSTA JÚNIOR, L. C. G. Viabilidade tecnológica de uso de concentrados proteicos e creme como extensores na fabricação de queijo Minas Frescal. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 61, n. 351, p. 39-48, 2006.

CUNHA NETO, A.; SILVA, C.G.M.; STAMFORD, T.L.M. *Staphylococcus enterotoxigênicos em alimentos in natura e processados no estado de Pernambuco, Brasil*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.22, p.263-271, 2002.

DEMASURE, N.; GUEGUEN, M. Monitoring the microbiology of high quality milk by monthly sampling over 2 years. *Journal of Dairy Research*, Cambridge, v.64, p.271-280, 1997.

DENOBILE, M.; NASCIMENTO, E.S. Validação de método para determinação de resíduos dos antibióticos oxitetraciclina, tetraciclina, clortetraciclina e doxiciclina, em leite, por cromatografia líquida de alta eficiência. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v.40, n.2, 2004.

DUARTE, D.A.M.; SCHUCH, D.M.T.; SANTOS, S.B. et al. Pesquisa de *Listeria monocytogenes* e microrganismos indicadores higiênico-sanitários em queijo-coalho produzido e comercializado no estado de Pernambuco. *Arquivo do Instituto de Biologia*, v.72, p.297-302, 2005.

EMBRAPA. *Qualidade do Leite*. Disponível em: <[www.embrapa.gov.br](http://www.embrapa.gov.br)>. Acesso: 02 de maio de 2010.

FLORENTINO, E. R. *Aproveitamento do soro de queijo de coagulação enzimática*. Defesa de Tese de Doutorado. Doutorado em Engenharia Química – UFRN, Natal, RN, 2006. 150f.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Milking, milk production hygiene and udder health. *Animal Production and Health Paper*, Washington, n.78, p.118, 1989.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; MCSWEENEY, P. L. H. *Fundamentals of cheese science*. Gaithersburg: Aspen Publishers, 2000. 587p.

FOX, P. F. *Cheese: chemistry, physics and microbiology*. London: Elsevier applied Science, 1987, v.1.

FRANCO, B.D.G. de M.; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo, Editora Atheneu, 2005.

FRANCO, R.M.; LEITE, A.M.O. *Enumeração e Identificação de Enterococcus spp. e Cepas de E. coli Patogênicas em Coxas de Frango e Estudo da Atividade Antimicrobiana das Cepas Isoladas*. XV Seminário de Iniciação Científica e Prêmio UFF – Vasconcellos Torres de Ciência e Tecnologia, 07-11/11/2005. CD

FUJITA, M.; KRUGMAN, P. R.; VENABLES, A. *Economia espacial*. São Paulo: Futura, 2002.

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

FURTADO, M.M.; LOURENÇO NETO, J.P.M. *Tecnologia de queijos: manual técnico para a produção industrial de queijos*. São Paulo: Dipemar, 1994. p.76-77.

GERDES, S. *Ingredientes de soro dos EUA e controle de peso*. São Paulo, 2003. p. 1-8.

GIANCONE, T.; TORRIERI, E.; DI PIERRO, P.; MARINIELLO, L.; MORESI, M.; PORTA R.; MASI, P. Role of constituents on the network formation of hydrocolloid edible films. *Journal of Food Engineering*, n.89, p.195-203, 2008.

GLOBALFOOD. *Soro um alimento saudável e base econômica para produtos inovadores*. 2006. Disponível em: <<http://www.globalfood.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

GOODRIGE, L.; ABEDON, S. *Bacteriophage biocontrol and bioprocessing: Application of phage therapy to industry*, v.53, n.6, 2003. Disponível em:<[www.mansfield.ohio-state.edu/sabedon/literome/009801.pdf](http://www.mansfield.ohio-state.edu/sabedon/literome/009801.pdf)>. Acesso em: 06/05/2009.

HADDAD, P. R.; FERREIRA, C. M. C.; ANDRADE, T. A. *Economia regional: teorias e métodos de análise*. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. 1989.

HAGENS, S.; LOESSNER, M.J. Application of bacteriophages for detection and control of foodborne pathogens. *Applied Microbiology Biotechnology*, v.76, n.3, p.513-519, 2007.

HALL, R.W.; PARTYKA, J.G. On the road to efficiency. *OR/MS Today*, p.38-47, 1997.  
HARAGUCHI, F.K.; ABREU, W.C.; DE PAULA, H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. *Revista de Nutrição, Campinas*, v. 19, n. 4, p. 479-488, jul./ago., 2006.

HEJNOWICZ, M.S.; BARDOWSKI, J. Bacteriophage infections of mesophilic bacteria in dairy industry. *Polish Dairy Journal*. v.7, p.2-7, 2005.

HOMEM, G. R. Avaliação técnico-econômica e análise locacional de unidade processadora de soro de queijo em Minas Gerais. 2004. 230f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. 2004.

IBGE -. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Pecuária Municipal. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 12 mar. 2007.

INTERNACIONAL DAIRY FEDERATION (IDF). Residues and contaminants in milk and milk products. Brussels: *Internacional dairy federation*, n.258, p. 189, 1991.

JAY, J.M. *Microbiologia de alimentos*. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

KATIANI L.; FARRE M.; BARCELO D. Analytical methodologies for the detection of  $\beta$ -lactam antibiotics in milk and feed samples, *Trends in Analytical Chemistry*, v. 28, n. 6, p.729- 744, 2009.

KEOGH, B.P. *Australian Journal of dairy technology*, n.38, v.1, p.32, 1983.

LAPORTE, G.; GENDREAU, M.; POTVIN, J.Y.; SEMET, F. Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem, *International Transactions in Operational Research*, v.7, n. 45, 2000. p. 285-300.

LEDERER, J. *Enciclopédia moderna de higiene alimentar*. intoxicações alimentares. São Paulo: Manole, 1991. p.205-215.

LIMA, S.M.C.G.; MADUREIRA, F. C. P.; PENNA, A.L.B. Bebidas Lácteas – nutritivas e refrescantes. *Milkbizz Tecnologia Temático*, v.1, n.3, p.4-11, 2002.

LOPES, M.B.; CONSOLI M.A.; NEVES M.F. A questão da qualidade no desenvolvimento do Sistema agroindustrial do leite. Sociedade Brasileira de economia e Sociologia Rural, Fortaleza. In: *XLIV CONGRESSO DA SOBER*. Questões agrárias, educação no campo e desenvolvimento, 23 a 27 de Julho de 2006.

MADERA, C.; MONJARDI'N, C.; SUA'REZ, J.E. Milk Contamination and Resistance to Processing Conditions Determine the Fate of *Lactococcuslactis* Bacteriophages in Dairies. *Applied Environmental Microbiology*, v.70, n. 12 p. 7365–7371, 2004.

MAIA, L.H.; PORTE, A.; SOUZA, V.F. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e oxigênio, *B.CEPPA*, Curitiba v.18, n.1, p.105-128 2000.

MARRET, N. *Manufacturer says refinery tech aids whey process 'purity'*. 2009. Disponível em: <[www.foodqualitynews.com](http://www.foodqualitynews.com)>. Acesso em: 20 jan. 2010.

MEDEIROS, A. P.; CASAGRANDE, F.; BITARELLO, K. P. logurte. Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharia Química de Alimentos. 2006. Disponível em: <[http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc\\_eng\\_bioq/trabalhos\\_grad/trabalhos\\_grad\\_2006-2/leites\\_ferm\\_queijos.doc](http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_grad/trabalhos_grad_2006-2/leites_ferm_queijos.doc)> Acesso em: 28 set. 2010.

MERCK. *Microbiological Manual*. Berlin, Germany, 407 p., 2002.

MICKE, P.; BEEH, K. M.; BUHL, R. Effects of long-term supplementation with whey proteins on plasma glutathione levels of HIV-infected patients. *European Journal of Nutrition*, v. 41, p.12-8, 2002.

MIN, S.; KROCHTA, J.M. Ascorbic acid-containing whey protein film coatings for control of oxidation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, n.55, p.2964-2969, 2007.

MODLER, H.W. Milk processing. In: NAKAI, S.; MODLER, W. Food proteins: processing applications. Wiley-VCH, 2000. p. 1-21.

MOINEAU, S.; TREMBLAY, D.; LABRIE, S. Phages of lactic acid bacteria: From genomics to industrial applications. *ASM News*. v.68, p.388–393. 2002.

MOREIRA, R.W.M. et al. Avaliação Sensorial e Reológica de uma Bebida Achocolatada Elaborada a Partir de Extrato Hidrossolúvel de Soja e Soro de Queijo. *Acta Scientiarum Technology*, v. 32, p. 435-438, 2010.

MORR, C. V.; HA, Y. W. Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 33, n. 6, p. 431-476, 1993.

MULDER, M. *Basic principles of membrane technology*. Kluwer Academic Publishers, cidade: editora, 1987.

NASCIMENTO, G.G.F., MAESTRO, V., CAMPOS, M.S.P. Ocorrência de resíduos de antibiótico no leite comercializado em Piracicaba, SP. *Revista de Nutrição*, v.14, n.2, p.119-124, 2001.

ODILIO, B.G.A. Filmes comestíveis de quitosana. *Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, n.30, p.33-38, 2003.

OLIVEIRA, V.M. *Formulação de bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de queijo, enriquecida com ferro: caracterização físicoquímica, análises bacteriológicas e sensoriais*. 2006. 78f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Curso de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, RJ.

ORDÓÑEZ, J. A. Tecnologia de alimentos, vol.II /Alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed, 2005, 279p.

OUSSALAH. M.; CAILLET, S.; SALMIÉRE, S.; SAUCIER, L.; LACROIX, M. Antimicrobial and antioxidant effects of milk-protein-based film containing essential oils for the preservation of whole beef muscle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, n.52, p.5598-5605, 2004.

PERRY, K.S.P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. *Revista química Nova*, São Paulo, v.27, n.2, 2004.

PHILPOT, W.N. Qualidade do leite e controle de mastite: passado, presente e futuro. In: *Congresso panamericano de qualidade do leite e controle da mastite*, Ribeirão Preto, p.23-38, 2002.

PRATI, P. BERBARI, S.A.G. Avaliação sensorial de produtos estruturados de mandioca pré-fritos congelados cobertos com filme comestível composto, ao longo do

armazenamento congelado. *XIII Congresso Brasileiro de Mandioca*, p.810-814. Disponível em: <<http://www.cerat.unesp.br/xiiicbm/artigos.php>>. Acesso em: 06 de agosto de 2011.

PINTADO, M.E.; MACEDO, A.C.; MALCATA, F.X. Technology, chemistry and microbiology of whey cheese. *Food Science and Technology International*. v.7, p.105-106. 2001.

RADEMAKER, J. L. W.; DE BRUJIN, F. J. Characterization and classification of microbes by Rep-PCR genomic fingerprint and computer-assisted pattern analysis. Disponível em: <<http://www.msu.edu/asci/debrujin/dna.htm>>. Acesso em: 28 fev. 2008.

ROCHA, J.S.; BURITI, F.C.A.; SAAD, S.M.I. Condições de processamento e comercialização de queijo-de-minas frescal. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.58, n.2, 2006.

ROMEIRO, R.S. *Isolamento e detecção de bacteriófagos*. Universidade Federal de Viçosa.1995. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dfp/bac/uni10.pdf>>. Acesso em:29 set. 2010.

ROSANELI, C. F.; BIGHETTI, A. E.; ANTÔNIO, M. A.; CARVALHO, J. E.; SGARBIERI, V. C. Efficacy of a whey protein concentrate on the inhibition of stomach ulcerative lesions caused by ethanol ingestion. *Journal of Medicinal Food*, v.5, p. 221-8, 2002.

ROSENBERG, M.; LEE, S. J. Calcium-alginate coated, whey protein-based microspheres: Preparation, some properties and opportunities. *Journal Microencapsulation*, v. 21, p.263-81, 2004.

SALOTTI, B.M.; CARVALHO, A.C.F.B.; AMARAL, L.A. et al. Qualidade microbiológica do queijo minas frescal comercializado no município de Jaboticaba, SP, *Arquivo do Instituto de Biologia*, v.73, p. 171-175, 2006.

SHNEIDER, R.N. Análise microbiológica e do sistema produtivo do queijo serrano produzido no município de Cambará do Sul/RS. Monografia de TCC. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, 2009. 60f.

SILVA JR, E.A. *Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos*. 2.ed. São Paulo: Varela, 1997. 385p.

SMITHERS, G.W. Whey and whey proteins: from “gutter to gold”. *International Dairy Journal*. v.18, p.695-704. 2008.

SINHA, R.; RADHA, C.; PRAKASH, J.; KAUL, P. Whey protein hydrolysate: Functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation. *Food Chemistry*, London, v.101, n.4, p. 1484-1491, 2007.

SOUZA, C.M.; BRAGANÇA, M.G.; COLI, M.C.M. et al. *Manual de boas práticas de fabricação de pão de queijo*. Belo Horizonte: CETEC, 1998. 54p.

SOUZA, K. S. et al. Propriedades térmicas do soro de queijo. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora: EPAMIG, v. 59, n. 339, p. 166-9, 2004.

SOUZA, J.R.M. de; BEZERRA, J.R.M.V; BEZERRA, A.K.N.A. Utilizacao de Soro de Queijo na Elaboracao de Paes. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, v. 7, 2005.

TEIXEIRA, L.V. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica do soro de queijos minas padrão e mussarela produzidos em quatro regiões de Minas Gerais. 2005. Dissertação de Mestrado - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005. 42f.

TENÓRIO, C.G.M.S.C; CERQUEIRA, M.M.O.P; VIEGAS, R.P; RESENDE,M.F.S; CLINQUART,DL; A.K.R; SANTOS,AKR; SOUZA,M.R; PENNA,C.F.A.M. Eficiência dos

testes COPAN (Microplate e Single) na detecção de resíduos de antimicrobianos no leite. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, n.2, p.504-510, 2009.

TERRA, N.N.; et al. Emprego de soro de leite líquido na elaboração de mortadela. *Ciência Rural*, v.39, p.885-890, 2009.

VARNAM, A.H; SUTHERLAND, J.P. *Milk and Milk Products: technology, chemistry and microbiology*. London: Chapman & Hall, 1996. 451p.

VIA LÁCTEA. Bactérias lácticas: alguns fatores que afetam o seu crescimento, sua cinética de acidificação e suas propriedades. *Boletim de Tecnologia de Laticínios*, n.15, 2007.

VIEIRA, L.C.; JÚNIOR, J. de B.L. *Tecnologia de Fabricação de Bebida Láctea*. Comunicado Técnico, n.137, 2005. Disponível em:<[www.embrapa.gov.br](http://www.embrapa.gov.br)>. Acesso em: 02 de agosto de 2011.

WEBER, A. *Theory of the Location of Industries*. New York: Russell e Russell, 1971.

YETIM,H. et al. Using fluid whey in comminuted meat products: effects on textural properties of frankfurter-type sausages. *Journal of Muscle Foods*, v.17, p.354-366, 2006.

YOSHIDA, C.M.P; ANTUNES, A.J. Aplicação de filmes proteicos à base de soro de queijo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 29, v.2, p.420-430, 2009.

ZAFFARI, C.B.; MELLO, J.F.; COSTA, M. Qualidade bacteriológica de queijos artesanais comercializados em estradas do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.3, p.862-867, 2007.

ZINK, R.; LOESSNER, M.J. Classification of virulent and temperate bacteriophages of *Listeria* spp. on the basis of morphology and protein analysis. *Applied Environmental Microbiology*.58, p. 296–302. 1992.

ZOCCAL, R.; ASSIS, A. G.; EVANGELISTA, S. R. Distribuição geográfica da produção leiteira no Brasil. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. 8p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 88). 2006.

## APÊNDICE

Questionário sobre a utilização do soro do queijo no Estado do Rio de Janeiro

Questionário

Número:

### 1. Informações sobre o estabelecimento:

Nome do estabelecimento: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Município: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

Endereço eletrônico: \_\_\_\_\_

Coordenadas em UTM (23k): \_\_\_\_\_

Responsável: \_\_\_\_\_

Nome do técnico responsável: \_\_\_\_\_

Há quanto tempo trabalha com soro de queijo?

não trabalha     menos de 1 ano     de 1 a 3 anos     de 3 a 6 anos     mais de 6 anos

Qual a capacidade de processamento atual? \_\_\_\_\_ litros (volume máximo em 1 dia)

Qual o tipo de soro produzido/recebido?

Soro Doce (coalho enzimático)     Soro Ácido (adição de ácido ou bactérias)

Está sob qual regime de Inspeção?  Federal     Estadual     Municipal     Sem Inspeção

Existe algum tipo de programa de controle de qualidade da indústria? ( ) Não ( ) Sim

Qual? \_\_\_\_\_

Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

### 2. Informações sobre o soro do queijo:

Quais as quantidades de soro?

	Safra (outubro a março)	Entressafra (abril a setembro)
Própria (litros/dia)		
Comprada (litros/dia)		
Número de fornecedores de soro		

Quem são os principais fornecedores de soro?  Indústrias/ laticínios  Queijeiros (produtor rural fazenda)

Na compra de soro, utiliza alguma forma de contrato?  Não  Sim.

Que tipo? \_\_\_\_\_

Quais os produtos fabricados pela empresa e em quais quantidades; qual é a quantidade de leite utilizada e qual é o volume de soro produzido?

Produtos – Queijos	Litros leite/mês	Kg queijo produzido/ mês	Litros soro/ mês
Queijo Minas frescal			
Queijo Mussarela			
Queijo Prato			
Massa para Requeijão			
Queijo Parmesão			
Queijo Minas Padrão			
Queijo Minas Curado			
Queijo Provolone			
Outros Queijos, citar:			

### 3. Logística de Captação (responder se compra soro de outros estabelecimentos)

Qual a distância em Km percorridos do fornecedor até a indústria, para captação do soro?

Total em todas as linhas: \_\_\_\_\_ Km

Números de linhas: \_\_\_\_\_ linhas.

Linha mais distante: \_\_\_\_\_ Km

Linha mais curta: \_\_\_\_\_ Km

Condições das estradas:

Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Muito Boa

Possui veículo próprio para a captação do soro?

Sim. Quantos? \_\_\_\_\_ Quais? \_\_\_\_\_

Não. Que estratégia adota? \_\_\_\_\_

Qual é a forma de transporte do soro comprado?

Bombonas de plástico higienizadas:  resfriado  não resfriado

Bombonas de plástico não higienizadas:  resfriado  não resfriado

Latões de leite higienizados:  resfriado  não resfriado

Latões de leite não higienizados:  resfriado  não resfriado

Caminhão isotérmico

Caminhão não isotérmico

Outro, citar: \_\_\_\_\_

Qual é a forma de armazenamento do soro comprado ou produzido? \_\_\_\_\_

Faz controle de qualidade do soro recebido?  Sim  Não

Qual frequência do controle de qualidade: \_\_\_\_\_

Caso faça controle de qualidade, quais análises:

Extrato seco

Proteína bruta

Lactose

Gordura

Densidade

Análise microbiológica

Acidez (pH ou acidez titulável)

Outras: \_\_\_\_\_

Cite três problemas enfrentados na captação do soro:

- 1) \_\_\_\_\_  
 2) \_\_\_\_\_  
 3) \_\_\_\_\_

#### 4. Informações sobre o destino do soro do queijo produzido:

Qual o destino do soro? Em quais quantidades?

Processamento     Venda total     Descarte

interno                      Quantos litros de soro:    Quantos litros de soro:

Quantos litros de soro?    \_\_\_ L                      \_\_\_ L

\_\_\_L

No caso de utilização do soro, quais os produtos fabricados pela empresa e em quais quantidades; qual é a quantidade de soro utilizada e qual é o volume de soro produzido?

<b>Produtos derivados do soro</b>	<b>Litros de soro/mês</b>	<b>Kg produzido/mês</b>	<b>Litros soro gerado/mês</b>	<b>Estimativa do custo de produção</b>	<b>Preço de venda do produto atacado</b>
Ricota					
Bebida Láctea UHT					
Bebida Láctea Aromatizada					
Bebida Láctea Fermentada					
Soro em Pó					
Proteína isolada do soro					
Outros Produtos, citar:					

No caso da venda do soro, qual é a quantidade vendida por dia: \_\_\_\_\_ litros.

Qual o preço de venda? R\$ \_\_\_\_\_/ litro.

Para quem vende? \_\_\_\_\_

Qual município \_\_\_\_\_

No caso de venda de soro, tem conhecimento para que finalidade o comprador utiliza o soro?

Sim Qual? \_\_\_\_\_

Não

Faz algum processamento antes de vender/enviar o soro do leite?  Sim  Não

Pasteurização?  Sim  Não Qual temperatura? \_\_\_\_\_

Refrigeração?  Sim  Não Qual temperatura? \_\_\_\_\_

Desidrata o soro?  Sim  Não

Qual a percentagem de umidade do soro desidratado? \_\_\_\_\_ %

Que processo de desidratação utiliza? \_\_\_\_\_

Faz controle de qualidade (análises físico-químicas ou microbiológicas) do soro antes de enviá-lo para o comprador?

Sim  Não

Frequência do controle de qualidade: \_\_\_\_\_

Caso faça controle de qualidade, quais análises:

Extrato seco  Proteína bruta

Lactose  Gordura

Densidade  Análise microbiológica

Acidez (pH ou acidez titulável)

Outras: \_\_\_\_\_

Como o soro é acondicionado para ser transportado de seu estabelecimento até o comprador?

Bombonas de plástico higienizadas:  resfriado  não resfriado

Bombonas de plástico não higienizadas:  resfriado  não resfriado

Latões de leite higienizados:  resfriado  não resfriado

Latões de leite não higienizados:  resfriado  não resfriado

- Caminhão isotérmico
- Caminhão não isotérmico
- Outro, citar: \_\_\_\_\_

Quais os principais canais de distribuição dos produtos derivados de soro?

\_\_\_\_%Supermercado      \_\_\_\_%Loja própria      \_\_\_\_%Restaurantes, buffet,  
bares  
\_\_\_\_%Padaria      e \_\_\_\_% Indústria      de \_\_\_\_% Outros  
mercearia      alimentos

No mesmo Município?  Sim       Não      Qual município/estado?

Acesso aos canais de distribuição:

Muito Ruim	Ruim	Regular	Boa	Muito Boa

Cite três problemas enfrentados na comercialização dos produtos derivados do soro:

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_

Seu estabelecimento teria *interesse* em beneficiar o soro de queijo caso o produto final tivesse colocação no mercado a preço compensador?  Sim       Não

Seu estabelecimento teria *condições* para beneficiar o soro de queijo caso o produto final tivesse colocação no mercado a preço compensador?  Sim       Não

Caso tenha condições para beneficiar o soro de queijo, qual a sua capacidade instalada?

Cite três problemas com relação a todo o processo de trabalho com o soro:

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_

**Nome do entrevistador:** \_\_\_\_\_

**Telefone:** \_\_\_\_\_

**E-mail:** \_\_\_\_\_