

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA
VERÔNICA FERREIRA ALVARENGA

**ESTUDO SOBRE O REAPROVEITAMENTO DO SORO DE LEITE,
PROVENIENTE DE INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS**

FORMIGA-MG
2018

VERÔNICA FERREIRA ALVARENGA

ESTUDO SOBRE O REAPROVEITAMENTO DO SORO DE LEITE,
PROVENIENTE DE INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Química do UNIFOR-MG, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Química.
Orientador: Antônio José dos Santos Júnior

FORMIGA-MG

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UNIFOR-MG

A473 Alvarenga, Verônica Ferreira.

Estudo sobre o reaproveitamento do soro de leite, proveniente de indústria de laticínios / Verônica Ferreira Alvarenga. – 2018.
49 f.

Orientador: Antônio José dos Santos Júnior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) -
Centro Universitário de Formiga - UNIFOR, Formiga, 2018.

1. Descarte. 2. Reaproveitamento. 3. Soro de leite. I. Título.

CDD 664

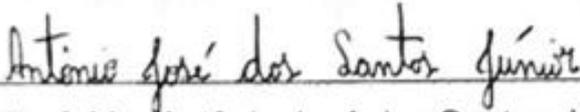
Catálogo elaborado na fonte pela bibliotecária
Regina Célia Reis Ribeiro – CRB 6-1362

Verônica Ferreira Alvarenga

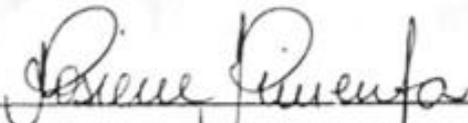
ESTUDO SOBRE O REAPROVEITAMENTO DO SORO DE LEITE,
PROVENIENTE DE INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Química do UNIFOR-MG, como requisito
parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Química.

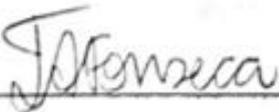
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Antônio José dos Santos Júnior
Orientador



Profª. Rosiene Gonzaga de Jesus Pimenta
UNIFOR - MG



Profª. M. Tânia Aparecida de Oliveira Fonseca
UNIFOR - MG

Formiga, 14 de novembro de 2018

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pela vida, por minha família e pela força para vencer essa batalha.

Aos meus pais pela educação, confiança e por mostrarem uma estrada a ser trilhada.

Ao meu irmão, pelos momentos de alegria e companheirismo.

Aos meus professores, pelos ensinamentos e pela possibilidade de concretização deste sonho.

Aos amigos que me ajudaram a conquistar essa vitória.

Às pessoas especiais que conheci durante essa jornada.

Muito Obrigada!

RESUMO

Este estudo aborda o reaproveitamento do soro de leite pelas indústrias de laticínios no Brasil. Tem-se como objetivo principal realizar uma revisão da literatura do ano 2000 a 2018, visando identificar quais as principais formas economicamente viáveis tem sido aplicadas pelas indústrias de laticínios para o reaproveitamento do soro de leite, visto que seu descarte inadequado vem trazendo sérios impactos ambientais. Para tanto, a metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica, utilizando-se como material de pesquisa artigos científicos publicados no período supra-citado, tendo sido utilizado como requisito que tais publicações tratassem diretamente sobre o tema proposto. Como resultado observou-se que não há uma diversidade de estudos muito grande sobre o tema especificamente, o que acabou por limitar a pesquisa proposta. Contudo, obteve-se uma boa amostragem do que vem sendo criado com o reaproveitamento deste subproduto, tais como bebidas lácteas, ricotas, dentre outros. Deste modo, concluiu-se que a experiência demonstrada nos estudos colhidos, em sua grande maioria, tem apresentado resultados positivos e que servem de estímulo para que novas formas de utilização deste subproduto sejam criadas. Desta forma, o reaproveitamento do soro de leite representará um grande avanço para a minimização dos impactos ambientais deste subproduto.

Palavras-chave: Descarte. Reaproveitamento. Soro de leite..

ABSTRACT

This study approaches the repurposing of the serum of milk for the industries of dairy products in Brazil. It has had as main objective to accomplish a revision of the literature of the year 2000 to 2018, seeking to identify which the main forms economically viable it has been applied for the dairy industries for the repurposing of the serum of milk, because his/her inadequate discard is bringing serious environmental impacts so much. For that, the used methodology was the bibliographical research, being used as material of research scientific goods published in the supra-mentioned period, having been used as requirement that such publications treated directly on the proposed theme. As result was observed that no there is specifically a very big diversity of studies on the theme, what ended for limiting the research proposal. However, it was obtained a good sampling of what has been created with the repurposing of this by-product, such as drunk milky, ricottas, among others. This way, it was ended that the experiences demonstrated in the picked studies, in his/her great majority, it has been presenting positive results and that serve of I stimulate so that new forms of use of this by-product are created. This way, the repurposing of the serum of milk will represent a great progress for the minimization of this by-product in the environmental impact.

Keywords: Discard. Reurposing. Serum of milk.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Quantidade de leite cru adquirido e industrializado em Minas Gerais no mês e no trimestre (Mil Litros), 2º trimestre 2018
.....18

Figura 2 - Leite - Quantidade de leite cru, resfriado ou não, adquirido por Unidade da Federação (mil litros) - 2º trimestre 2018
.....19

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais proteínas presentes no soro de leite bovino.....	27
Quadro 2 - Identidade e qualidade de Soro de Leite.....	29

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Composição Típica do Leite e do Soro de Leite.....	28
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS.....	14
2.1.1	Objetivo geral.....	14
2.1.2	Objetivos específicos.....	14
3	METODOLOGIA	15
4	JUSTIFICATIVA.....	16
5	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
5.1	O Leite	17
5.2	Aquisição e industrialização de leite pelas indústrias de laticínios	18
5.3	Composição e síntese dos componentes do leite bovino.....	20
5.3.1	Gordura	20
5.3.2	Proteína	21
5.3.3	Lactose	22
5.4	Derivados do leite	22
5.4.1	Creme de leite	23
5.4.2	logurte	23
5.4.3	Manteiga.....	23
5.4.4	Queijo	23
5.4.5	Leite condensado.....	24
5.4.6	Doce de leite	24
5.4.7	Leite em pó	24
5.4.8	Farinha láctea	24
5.4.9	Coalhada	24
5.4.10	Soro de leite.....	25
6	O SORO DE LEITE.....	26
6.1	Composição do soro.....	28
6.2	Valor nutricional do soro.....	28
6.3	Tipos de soro de leite	29
6.4	Descarte do soro de leite.....	30
6.5	Aproveitamento do soro de leite.....	31
6.5.1	Formas de aproveitamento do tipo de leite	32

6.5.1.1	Fertilizantes.....	32
6.5.1.2	Bebida láctea	33
6.5.1.3	Ricota.....	33
6.5.1.4	Whey protein	34
6.5.1.5	Embalagens	34
7	ESTUDOS COMPROBATÓRIOS DA VIABILIDADE DE REAPROVEITAMENTO DO SORO DE LEITE.....	36
7.1	Suplemento proteico.....	36
7.2	Soluções que promovem a redução da gordura corporal.....	38
7.3	Soluções para o aumento do sistema imunológico.....	38
7.4	Poder imunomodulador	39
7.5	Reaproveitamento como bebida.....	39
7.6	Reaproveitamento como fertilizante.....	40
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
	REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

Segundo historiadores, a pecuária teve início no Brasil em 1532, quando Martim Afonso de Souza, nobre, militar, colonizador e governador da Índia, ancorou em São Vicente e desembarcou os primeiros 32 bovinos europeus. Entretanto, somente em 1641 que a primeira imagem da atividade no país foi divulgada (TEIXEIRA; HESPANHOL, 2014).

Durante muitos séculos esta atividade se manteve irrelevante, somente após 1888, com a absolvição dos escravos, que ganhou maior notoriedade. Em 1950, com o fim da segunda revolução industrial do País, a pecuária iniciou seu processo de modernização e desde então foi ganhando notoriedade com a criação de associações voltadas para este ramo. O leite pasteurizado ganhou embalagens descartáveis, foram lançados produtos derivados do leite como iogurtes e sobremesas bem como um novo tratamento térmico, a ultrapasteurização. Em 1980, a captação era realizada em latões e os rebanhos eram pouco especializados. Entretanto, a produção continuava crescendo e, de 7,9 milhões de toneladas em 1975 passou a produzir, em 1985, 12 milhões de toneladas. No decorrer dos tempos a produção e o comércio do leite e seus derivados vêm aumentando (ALVES et al., 2016).

Neste crescente, as indústrias de laticínios não só aumentaram sua produção como também os resíduos gerados, o que vem ocasionando grande impacto no meio ambiente. Dentre esses resíduos cita-se o soro de leite, também conhecido como soro do leite, porém, neste estudo será mencionado como a primeira forma.

O soro de leite é resultante da precipitação da caseína e das gorduras do leite durante a fabricação de queijos e representa 85 a 90% do volume de leite, retendo 55% de seus nutrientes, dentre eles as proteínas (0,6 a 0,7%) e a lactose (4 a 5%) (SERPA et al, 2009).

De acordo com Rohlfes et al (2011), o soro de leite é um dos principais causadores dos impactos ambientais decorrentes da indústria de laticínios, já que gera quantidades significativas de efluentes líquidos com elevada carga orgânica. O descarte do soro de leite é frequentemente feito de forma incorreta nas médias e pequenas indústrias, acarretando impactos ambientais relevantes.

De acordo com Silva (2011), o efluente é considerado um dos principais

responsáveis pela poluição causada pelos laticínios, visto que muitas dessas indústrias descartam o soro juntamente com outros efluentes. Portanto, isso não deve ocorrer, pois o soro é considerado um forte agravante em virtude de seu elevado potencial poluidor, sendo classificado como, aproximadamente, cem vezes mais poluente que o esgoto doméstico. Sendo assim, o autor alerta que o soro, o leite e o leite ácido, pelos seus valores nutritivos e pelas suas elevadas cargas orgânicas, não devem ser misturados aos demais efluentes da indústria, e sim captados e conduzidos separadamente, visando assim viabilizar o seu aproveitamento na fabricação de outros produtos lácteos ou para utilização direta na alimentação de animais (SILVA, 2011).

Neste sentido, Machado et al (2001) afirmam que a possibilidade de reaproveitamento de forma adequada do soro é muito importante, pois este subproduto apresenta não só qualidade nutricional mas também volume agregado e capacidade poluente. Entretanto, os autores observam que, avaliando as indústrias de laticínio isoladamente, o aproveitamento do soro de forma economicamente viável para aqueles que são de pequeno e médio porte acabam tornam-se muito limitada.

No entanto, faz-se necessário a busca de melhorias que resultem tanto na facilitação do escoamento da produção quanto na implantação tanto de programas para obtenção de um soro de qualidade nos laticínios bem como para unidades localizadas de forma estratégica para a pré-concentração e para encaminhar o soro para uma unidade de processamento (MACHADO et al., 2001).

2 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Realizar estudos sobre o reaproveitamento do soro de leite, proveniente de indústria de laticínios, a fim de se reduzir o descarte de resíduos e gerando produtos com valor agregados.

1.1.2 Objetivos específicos

- Descrever a composição do leite, sua importância industrial e seus derivados;
- Definir o soro de leite, seus constituintes, sua classificação e problemas relacionados ao seu descarte indevido;
- Indicar possíveis formas de reaproveitamento do soro de leite.

3 Metodologia

A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica, conceituada por Lakatos e Marconi (2008) como o levantamento, seleção e documentação de toda bibliografia já publicada sobre determinado assunto, tais como livros, revistas, jornais, artigos, boletins, monografias, teses, dissertações, dentre outros, visando assim colocar o pesquisador em contato direto com o assunto. Para este estudo, a base escolhida foram artigos científicos, livros, trabalhos acadêmicos, publicados entre os anos de 2000 a 2018, tendo como requisito que o tema de tais estudos tratasse diretamente sobre o tema proposto.

O trabalho está dividido em 4 capítulos, sendo o primeiro este capítulo introdutório. O segundo capítulo trata sobre o leite e suas características, composições e derivados; já o terceiro capítulo trata especificamente do soro de leite, conceituando-o e apresentando algumas formas de reaproveitamento do mesmo. O quarto capítulo traz os dados de uma série de estudos que apontam formas economicamente viáveis para que seja realizado este reaproveitamento. Por fim, apresenta-se a conclusão deste estudo onde serão apontadas as descobertas alcançadas com essa pesquisa.

4 Justificativa

As informações mencionadas no texto introdutório e o fato do soro de leite ser pouco aproveitado no setor tecnológico alimentício, representando ainda um grande desperdício nutricional e financeiro já que grandes volumes são enviados para nutrição de suínos ou direcionados a sistemas de tratamento de efluentes com baixa eficiência ou altos custos, foi o que motivou o interesse desta pesquisa. Este desperdício, aliado ao valor nutritivo do soro de leite, deve direcionar a atenção do meio científico e acadêmico ao seu estudo, visando criar alternativas economicamente viáveis para o aproveitamento de suas proteínas, que possuem alto valor nutricional e comercial, sua gordura residual e, principalmente, a lactose, que é uma das responsáveis pela contaminação de mananciais.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 O Leite

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA, artigo 475, entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. Já o leite de outros animais deve-se denominar segundo a espécie de qual proceda (BRASIL, 1996).

Bastos e Bezerra (2010) afirmam que, em decorrência de sua estrutura química, o leite possui cor branca opaca devido ao resultado da dispersão da luz em proteínas, gorduras, fosfatos e citrato de cálcio. O processo de homogeneização do leite aumenta a coloração branca, pois as partículas fragmentadas dispersam mais luz. O leite desnatado apresenta tonalidade mais azulada, já que existe baixa quantidade de partículas maiores na suspensão. O sabor do leite é levemente adocicado, reflexo da presença de lactose e cloretos e seu aroma é típico, bastante suave e está relacionado ao teor de ácido cítrico (citratos). Tanto o sabor quanto o aroma do leite dependem, principalmente, de sua composição química. Entretanto outros fatores, determinados por condições ambientais as quais o leite pode estar exposto, terão influência marcante sobre o aroma e sabor. Estes fatores são principalmente: absorção de odores estranhos e ação de microrganismos decompondo certos constituintes do leite.

O leite é uma combinação de diversos elementos sólidos em água. Os elementos sólidos representam, aproximadamente, 12 a 13% do leite e a água, aproximadamente 87%. Os principais elementos sólidos do leite são lipídios (gordura), carboidratos, proteínas, sais minerais e vitaminas. Esses elementos, suas distribuições e interações são determinantes para a estrutura, propriedades funcionais e aptidão do leite para processamento. As micelas de caseína e os glóbulos de gordura são responsáveis pela maior parte das características físicas (estrutura e cor) encontradas nos produtos lácteos (BRITO et al, 2017)

Bastos e Bezerra ressaltam que:

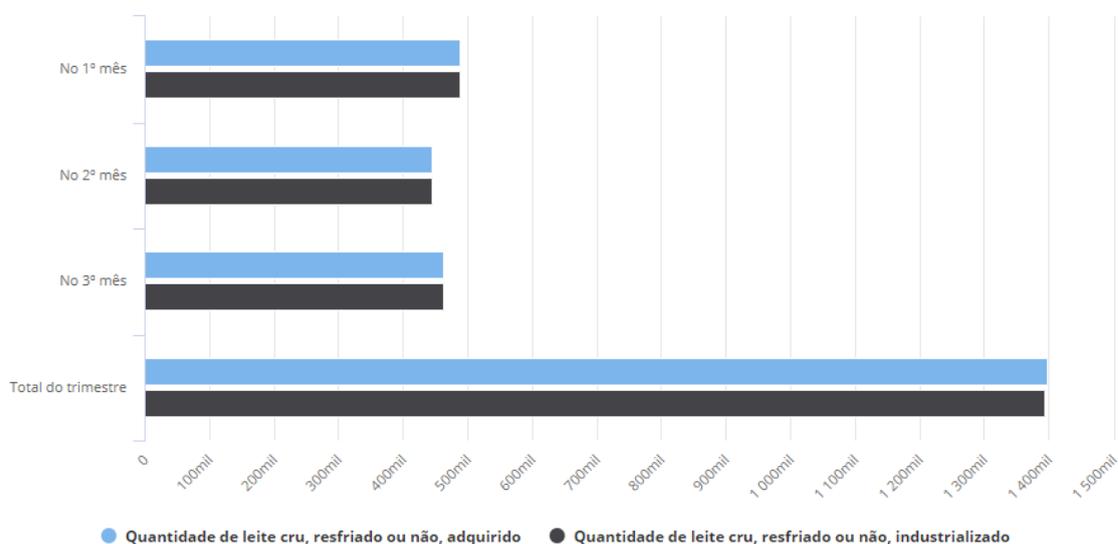
O leite é uma secreção das glândulas mamárias, rico em moléculas energéticas, proteínas, sais minerais e vitaminas, que serve para alimentar os mamíferos em sua primeira fase de vida, e possui elevada importância biológica, pois é o alimento exclusivo dos mamíferos jovens (BASTOS; BEZERRA, 2010, p. 35).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2009), o leite e seus derivados constituem uma fonte rica e conveniente de nutrientes para a população de muitos países e o volume que movimenta o comércio internacional é significativo.

5.2 Aquisição e industrialização de leite pelas indústrias de laticínios

Segundo o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA (BRASIL, 2018a), o item Leite e derivados teve alta no preço de 13,8% no acumulado de janeiro a junho de 2018. Esse resultado foi influenciado, principalmente, pelo subitem leite longa vida (28,15%), além de iogurte e bebidas lácteas (3,47%) e queijo (2,89%), que se mantiveram acima do Índice Geral de Inflação, que foi de 2,60% (FIG. 1). Os preços sofreram influência da crise no setor de transportes, que levou à redução dos estoques comerciais.

Figura 1 - Quantidade de leite cru adquirido e industrializado em Minas Gerais no mês e no trimestre (Mil Litros), 2º trimestre 2018



Fonte: IBGE, 2018b

De acordo com o IBGE (2018b), dos 1921 estabelecimentos que estão sob inspeção sanitária Federal, Estadual ou Municipal e que participaram desta pesquisa, 515 estabelecimentos são de Minas Gerais. O estado, conforme demonstrado no gráfico 1, no 1º mês do 2º trimestre de 2018 alcançou um resultado de 488.644 mil litros de leite adquiridos e 487.467 litros de leite industrializado.

Já no segundo mês, comparado ao primeiro, houve uma queda que atingiu todas as unidades federativas do país, haja vista que além de ser um período marcado nos anos anteriores por uma menor aquisição de leite, colaboraram para esta queda a redução da produção pelo período de entressafra em várias bacias leiteiras bem como a paralisação dos caminhoneiros, que ocasionou a dificuldade do acesso da matéria-prima aos laticínios (IBGE, 2018b).

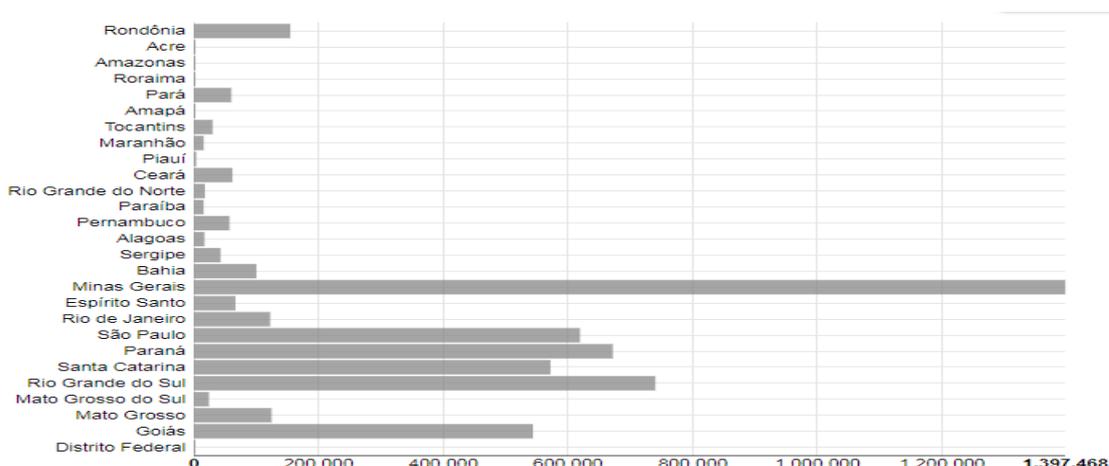
Sendo assim, diante desta baixa que também atingiu Minas Gerais, o estado mineiro sofreu uma queda de, aproximadamente, 8,8% tanto no leite adquirido (445.765) quanto no leite industrializado (444.628).

Entretanto, no terceiro mês o estado conseguiu recuperar-se e a queda, em comparação ao primeiro mês, fechou em, aproximadamente 5,2%, tanto no leite adquirido (463.059) quanto no leite industrializado (461.991).

Deste modo, Minas Gerais encerrou o 2º trimestre com um saldo de 1.397.468 litro de leite adquirido e 1.394.085 litros de leite industrializados.

Tal resultado, apesar da baixa sofrida, comparado aos resultados das outras unidades federativas do Brasil, demonstrou a relevância do estado de Minas Gerais neste setor, conforme se verifica no FIG. 2:

Figura 2 - Leite - Quantidade de leite cru, resfriado ou não, adquirido por Unidade da Federação (mil litros) - 2º trimestre 2018



Como pode ser verificado, mesmo com queda, Minas Gerais lidera com alta relevância a aquisição de leite no país, representando, segundo o IBGE (2018), 25,6% (1.397.468) da aquisição nacional, seguido pelo Rio Grande do Sul com 13,5% (740.137) e o Paraná com 12,3% (671.857).

5.3 Composição e síntese dos componentes do leite bovino

Através da nutrição a composição do leite pode sofrer alterações, de forma indireta ou direta, pois são os alimentos que fornecem os precursores para síntese dos principais componentes do leite. Quando ocorre uma manipulação nutricional, o animal sofre um desequilíbrio nutricional, e passa a compensá-lo, utilizando suas reservas corporais, e favorecendo o aparecimento de doenças metabólicas (WITTNER, 2000 apud SOARES, 2013)¹.

Os três maiores componentes sintetizados do leite são a gordura, a proteína e a lactose, sendo que a maior parte do volume é constituído de água.

5.3.1 Gordura

Segundo Brito et al (2017) a gordura do leite aparece na forma de pequenos glóbulos, suspensos na fase aquosa. Cada glóbulo é envolvido por uma camada formada por um componente da gordura, o fosfolípido. Essa camada faz com que não ocorra a união de todos os glóbulos. Desse modo, a gordura do leite é mantida na forma de suspensão. A maior parte da gordura do leite é constituída de triglicerídeos, que são formados por ácidos graxos ligados ao glicerol.

A fração de gordura do leite serve de veículo para as vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K), colesterol e outras substâncias solúveis em gordura, como os carotenoides (provitamina A), que dão ao leite sua cor amarelo-creme. A concentração de gordura no leite varia geralmente entre 3,5 e 5,3%, em razão de diferenças entre raças, estágio da lactação e de acordo com a alimentação dos animais (BRITO et al, 2017).

¹ WITTNER, F. Diagnóstico dos equilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS, p.53-62, 2000.

Os triglicerídeos são compostos por três ácidos graxos em ligação covalente a uma molécula de glicerol por pontes éster. A gordura do leite é secretada das células epiteliais mamárias na forma de glóbulos gordurosos, principalmente compostos de triglicerídeos rodeados de uma dupla camada lipídica similar à membrana apical das células epiteliais, esta membrana ajuda a estabilizar o glóbulo de gordura, formando uma emulsão dentro da fase aquosa do leite. É necessário homogeneizar sempre os glóbulos de gordura pois estão sempre suspensos na água devido a sua densidade ser inferior (DURR, 2000 apud SOARES, 2013)².

5.3.2 Proteína

Em geral, a concentração de proteína é menos variável (0,1-0,2%) que a de gordura no leite (KNIGHT et al., 1994) e as proteínas do leite podem ser separadas em dois grandes grupos: as proteínas e as caseínas do soro. A caseína é definida como a parte que sofre precipitação a um pH = 4,6, sendo as que não sofrem este tipo de precipitação coletivamente denominadas proteínas do soro (MEPHAN et al., 1992 apud SOUSA, 2015)³.

Segundo González e Noro (2011) a composição proteica do leite constitui de várias proteínas específicas. Uma delas é a caseína que é a proteína mais importante do leite (85% das proteínas lácteas), sendo que existem vários tipos identificados de caseínas (alfa, beta, gama, kappa), onde suas estruturas são similares, porém possuem diferentes importâncias para a qualidade do leite. As caseínas são caracterizadas como anfipáticas que podem apresentar características hidrofílicas e hidrofóbicas e se agregam formando grânulos insolúveis chamados “micelas”, unidas através de fosfato de cálcio. As outras proteínas do leite estão em forma solúvel.

As proteínas do soro do leite de vaca são a α -lactoglobulina e β -lactoglobulina, a primeira correspondendo a 2,5% do total de proteínas e funcionando como uma das subunidades da enzima lactase-sintetase. Carvalho (2002) ressalta que:

² DURR, J.W.; FONTANELLI, R.S.; BURCHARD, J.F. Fatores que afetam a composição do leite. In: KOCHANN, R.A.; TOMM, G.O.; FONTANELLI, R.S. **Sistemas de produção de leite baseado em pastagens sob plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa, 2000, 135-156.

³ MEPHAN T B, GAYE P, MARTIN P, MERCIER J C. 1992. Biosynthesis of milk protein. In: FOX, P.F. (Ed.). **Advanced dairy chemistry – Proteins**. London, Elsevier Applied Science, v.1, 457-491 pp.

A proteína é o segundo componente que mais variabilidade tem em função dos fatores ambientais, incluindo a nutrição. Geralmente, à medida que aumenta o teor de proteína do leite, aumenta a produção total, o que não ocorre com a gordura (CARVALHO, 2002, p. 15).

De acordo com Carvalho (2002), nos três primeiros meses a composição da proteína no leite pode estar afetada pelo estágio da lactação, e segue aumentando progressivamente à medida que a lactação avança. Quanto maior for o número de lactações a concentração de proteína do leite pode diminuir e provavelmente terá menor eficiência nas células alveolares nos animais mais velhos.

As proteínas do leite são sintetizadas nas células alveolares a partir de aminoácidos derivados do pool sanguíneo (KNIGHT et al., 1994). Os aminoácidos podem ser classificados em não-essenciais e essenciais, sendo que os essenciais necessitam vir do sangue, enquanto os não-essenciais são produzidos pelas próprias células secretoras (GOFF et al., 1992 apud SOUSA, 2015)⁴.

5.3.3 Lactose

Gonzalez (2001) afirma que a lactose é o principal glicídeo do leite e é um dissacarídeo composto pelos monossacarídeos D-galactose e D-glicose, ligados por ponte glicosídica. Assim a glicose chega à glândula mamária através do sangue e a galactose é sintetizada na própria glândula.

A lactose tem importante papel na síntese do leite, sabendo que ela é o principal fator osmótico, sendo responsável por 50% desta variável, e no processo de síntese do leite puxa água para as células epiteliais mamárias. O conteúdo de lactose é o componente que tem menor variação em função de fatores ambientais pela estreita relação que existe entre a síntese de lactose e a quantidade de água drenada para o leite (GONZÁLEZ, 2001).

5.4 Derivados do leite

A versatilidade do leite resulta em diversos derivados, tais como o creme

⁴ GOFF H D, KINSELLA J E, JORDAN W K. 1992. Influence of various milk protein isolates on ice cream emulsion stability. **Journal Dairy Science**, v. 72, 385 – 397 pp.

de leite, iogurte, manteiga, queijo, leite condensado, doce de leite, leite em pó, farinha

láctica, coalhada e o soro de leite.

Neste subitem serão apresentados os conceitos destes derivados para, então, no próximo capítulo, ser tratado apenas sobre o soro de leite.

5.4.1 Creme de leite

Entende-se por creme de leite o produto lácteo relativamente rico em gordura retirada do leite por procedimento tecnologicamente adequado, que apresenta a forma de uma emulsão de gordura em água (RIISPOA, Artigo 546).

5.4.2 Iogurte

O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) define iogurte, como sendo, leite fermentado obtido por coagulação e diminuição do pH, produzido pela adição de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* ao leite (RIISPOA, Artigo 682).

5.4.3 Manteiga

Entende-se por manteiga o produto gorduroso obtido exclusivamente pela bateção e malaxagem, com ou sem modificação biológica do creme pasteurizado, derivado exclusivamente do leite de vaca, por processos tecnologicamente adequados. A matéria gorda da manteiga deverá estar composta exclusivamente de gordura Láctea (RIISPOA, Artigo 568)

5.4.4 Queijo

Entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado) ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, enzimas específicas de bactérias específicas, de ácidos orgânicos, isolados ou

combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (RIISPOA, Artigo 598).

5.4.5 Leite condensado

Entende-se por "leite condensado" ou "leite condensado com açúcar" o produto resultante da desidratação em condições próprias do leite adicionado de açúcar (RIISPOA, Artigo 657).

5.4.6 Doce de leite

Entende-se por Doce de Leite o produto, com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, obtido por concentração e ação do calor a pressão normal ou reduzida do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem láctea e/ou creme e adicionado de sacarose (parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos) (RIISPOA, Artigo 659).

5.4.7 Leite em pó

Entende-se por Leite em Pó o produto obtido por desidratação do leite de vaca integral, desnatado ou parcialmente desnatado e apto para alimentação humana, mediante processos tecnologicamente adequados (RIISPOA, Artigo 665).

5.4.8 Farinha láctea

Entende-se por "farinha láctea" o produto resultante de dessecação em condições próprias, da mistura de leite com farinha de cereais e leguminosas, cujo amido tenha sido tornado solúvel por técnica apropriada (RIISPOA, Artigo 673).

5.4.9 Coalhada

Entende-se por "coalhada" o produto resultante da ação de fermentos lácticos seleccionados sobre o leite pasteurizado ou esterilizado (RIISPOA, Artigo 688).

5.4.10 Soro de leite

Entende-se como "soro de leite" o líquido residual obtido a partir da coagulação do leite, destinado à fabricação de queijos e caseína (RIISPOA, Artigo 694).

6 O SORO DE LEITE

O soro de leite, também conhecido como soro do leite ou soro lácteo, é um co-produto da indústria de laticínios que representa a porção aquosa do leite que se separa do coágulo durante a fabricação de queijo ou da caseína, apresentando-se como um líquido residual opaco e de cor amarelo-esverdeada (GUIMARÃES et al., 2011; BRASIL, 1996). Representa, ainda, de 85 a 90% do volume de leite, retendo 55% de seus nutrientes, dentre eles a lactose (4 a 5%) e proteínas (0,6 a 0,7%) (SERPA et al, 2009; ANDRADE; MARTINS, 2002).

Segundo Haraguchi et al (2006) as duas principais frações proteicas do soro são Beta-lactoglobulina (Beta-Lg) e Alfa-lactoalbumina (Alfa-La) que estão presentes em maior concentração e constituem, aproximadamente, 70% das proteínas totais do soro. Além dessas, são encontradas a albumina do soro bovino (BSA), imunoglobulina (Ig), glicomacropéptido (GMP) e subfrações, que se apresentam em pequenas concentrações no leite, como lactoferrina, lisozima, lactoperoxidase, entre outras.

Segundo Antunes (2003) a composição do soro e o seu sabor, ligeiramente ácido ou doce, dependem do tipo de coagulação do leite e da operação de fabricação do queijo. O soro doce é obtido por coagulação enzimática do leite, pela adição da enzima conhecida por renina, que tem a propriedade de coagular a caseína. É um soro resultante da produção de queijos, como por exemplo, o Cheddar ou o Emmental. O soro ácido, com pH entre 4,3 a 4,6, é obtido por coagulação ácida do leite para fabricação de caseína ou de queijo, como o Cottage.

A concentração de lactose no soro ácido é menor do que no soro doce, devido ao processo de fermentação, em que uma fração de lactose é transformada em ácido láctico durante a coagulação (RODRIGUES, 2001).

Por outro lado, o soro ácido contém maior teor de cálcio e fósforo que o soro doce, associado à solubilização do complexo fosfato de cálcio existente nas micelas de caseína, em pH ácido. No soro doce, a ação da enzima renina não provoca a redução do pH, logo os íons de cálcio são retidos, associados às caseínas, no queijo. A composição proteica de ambos os soros é semelhante no que se refere à maioria das proteínas (RODRIGUES, 2001).

Cardoso (2014) afirma que na maioria dos países o soro das indústrias de

queijo tem sido utilizado como uma fonte de enriquecimento de nutrientes em produtos de maior valor agregado ou como alimentação animal, também utilizado para novos produtos alimentícios. Enquanto na América do Norte e na Europa a utilização do soro é aproximadamente 95% do total na indústria de alimentos, no Brasil, apenas 50% da produção é utilizada causando perdas financeiras, desperdícios de nutrientes e impactos ambientais relevantes, pela alta carga orgânica.

O QUADRO 1 traz especificado as principais proteínas encontradas no soro de leite bovino, quais sejam:

Quadro 1 - Principais proteínas presentes no soro de leite bovino

Componentes do soro de leite	%(m/m) de proteína do soro de leite	Benefícios
β – lactoglobulina	50-55	Fonte de aminoácidos indispensáveis
α – lactalbumina	20-25	Fonte de aminoácidos de cadeia ramificada
Soroalbumina (BSA)	5-10	Fonte de aminoácidos indispensáveis
Imunoglobulina	10-15	Imunomoduladoras
Lactoferrina	1-2	Antioxidante, antibacteriana, antiviral, antifúngica
Lactoperoxidase	0,5	Antibacteriana

Fonte: Adaptado de Carvalho (2013)

Vale destacar que níveis de proteína de 35-90% referem-se aos concentrados de proteína de soro de leite (CPS) ou WPC (*Whey Protein Concentrates*), já os níveis maiores que 90% são designados por isolados de proteína de soro de leite (IPS) ou WPI (*Whey Protein Isolate*) (HONG;KROCHTA, 2006).

Tanto o IPS quanto o CPS constituem uma excelente alternativa para o enriquecimento de alimentos e produção de filmes e revestimentos comestíveis. A lactose, presente em maior quantidade no CPS, age como um plastificante (HONG; KROCHTA, 2006), ingrediente essencial para produção de filmes e revestimentos

(YOSHIDA; ANTUNES, 2009).

6.1 Composição do soro

De acordo com Carvalho (2013) o soro é constituído basicamente de água (93- 94%); lactose (4,5-5,0%); proteínas (0,8-1,0%); gorduras (0,3-0,5%); sais minerais (0,6-1,0%) como sódio , fósforo, cálcio, magnésio e potássio, e outros minerais em quantidades reduzidas, por exemplo, cobre, zinco, flúor, iodo e ferro; a maioria das vitaminas presentes no leite (e solúveis em água), como a vitamina B12, a vitamina B6, ácido pantotênico, riboflavina, tiamina, vitamina C e retinol, além de ácido láctico, ácido cítrico e, compostos nitrogenados não-proteicos (ureia e ácido úrico).

6.2 Valor nutricional do soro

As propriedades nutricionais e fisiológicas do soro já foram extensivamente documentadas. Mesmo havendo pequenas oscilações na composição dos diferentes tipos, o soro é um alimento extremamente valioso devido a favorável composição de seus aminoácidos, do alto teor de vitaminas do grupo B e a existência de diversos minerais, especialmente o cálcio. As proteínas do soro, além da excelente digestibilidade, contêm todos os aminoácidos dos quais o organismo humano necessita. Quase todos os aminoácidos do soro superam a quantidade mínima recomendada pela Organização Mundial de Saúde (GLOBALFOOD, 2006).

A TAB. 1 mostra a diferença nutricional do leite em relação ao soro do leite, principalmente em relação às proteínas presentes nesses alimentos.

Tabela 1 - Composição Típica do Leite e do Soro de Leite

Composição	Leite g/100g	Soro g/100g
Proteínas	3,60	0,65-1,05
Gordura	3,70	0,05-0,63
Cinzas	0,70	0,35-0,95
Lactose	4,90	4,50-5,30
Sólidos Totais	12,80	6,20-7,30

Fonte: Smithers et al (1996)

De acordo com Globalfood (2006) o soro, com suas vantagens nutricionais e baixos teores de gordura, é um complemento alimentar valioso, podendo ser oferecido na forma líquida, como no caso de bebidas lácteas a base de soro e suco de frutas, ou na forma de sobremesas lácteas, tornando seu consumo mais atraente para o consumidor.

6.3 Tipos de soro de leite

De acordo com Antunes (2003), o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Soro de Leite classifica-o da seguinte forma:(QUADRO 2).

Quadro 2 – Identidade e qualidade de Soro de Leite

De acordo com a acidez	- Soro de Leite Doce; - Soro de Leite Ácido ou Soro Ácido.
De acordo com o tratamento térmico	- Soro de Leite Resfriado ou Soro de Leite Pasteurizado.
De acordo com a concentração	- Soro de Leite Líquido; - Soro de Leite Concentrado ou Parcialmente Desidratado - Soro de Leite em Pó; - Soro de Leite Permeado ou Permeado de Soro de Leite; - Soro de Leite Permeado em Pó ou Permeado de Soro em Pó.
De acordo com o teor de sais minerais	- Soro de Leite; - Soro de Leite Parcialmente Desmineralizado; - Soro de Leite Desmineralizado ou Soro de Leite Totalmente Desmineralizado.

Fonte: Adaptado de Antunes (2003)

Em processos industriais, se obtém dois tipos de soro de leite: soro ácido e soro doce (ANTUNES, 2003).

Segundo Antunes (2003) e Zacarchenco et al. (2008) o soro ácido é obtido pelo ajuste do pH do leite desnatado para 4,6. De acordo com Homem (2004) o ajuste do pH é menor que 5 e para Alfa Laval ([19--]) o pH está na faixa de 4,3 a 4,6. O ajuste do pH ocorre devido a adição de ácido, glucona delta lactona ou pela adição de cultura de bactéria láctica, ocasionando à coagulação da caseína, que após corte, aquecimento e drenagem, origina o soro ácido.

O soro ácido é um subproduto da fabricação do caseinato (caseína precipitada por ácidos minerais) ou de queijo do tipo Cottage (ANTUNES, 2003)

Antunes (2003) define soro doce como o produto obtido pela inoculação do leite com cultura de bactérias lácticas, abaixando o pH para a faixa de 6,2 a 6,4, acompanhado da adição da renina, que é uma enzima protease.

6.4 Descarte do soro de leite

Segundo Robbins et al (1996) o soro é descartado pelas indústrias devido a dificuldades que existem em armazenar o grande volume produzido, uma vez que para cada quilograma de queijo são gerados 9 kg de soro.

O soro de leite é considerado um efluente residual e, devido ao seu alto teor de matéria orgânica, pode acarretar graves problemas ambientais, afetando significativamente a qualidade dos efluentes das indústrias que não estão adaptadas para sua recuperação. Um litro de leite integral equivale aproximadamente a uma demanda biológica de oxigênio (DBO) de 110.000 mg L⁻¹ e a uma demanda química de oxigênio (DQO) de 210.000 mg L⁻¹ (MAGANHA, 2006).

O constante aumento na produção de queijos tem gerado um crescente volume de soro, que pela sua natureza perecível cria problemas práticos e econômicos, principalmente quanto a poluição ambiental de rios, esgotos e oceanos (PELLEGRINO E PETENATE, 1988)

Uma vez descartado diretamente nos mananciais de água, representa o mais problemático rejeito dos laticínios (100Kg de soro tem potência de poluição equivalente aos despejos produzidos por 45 pessoas/dia) (JELEN, 1979).

Segundo Prazeres et al (2012) é devido ao elevado conteúdo de substâncias orgânicas presentes no soro de leite, associado principalmente à presença de lactose e proteínas, que o seu poder poluente é considerado alto, com uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO) que varia de 27 a 60 kg·m⁻³.

Antunes (1990) diz que levando em consideração o alto custo do descarte do efluente e o valor nutricional do soro, é interessante a utilização do soro e seus componentes, sob várias formas, dentro ou fora da indústria de alimentos.

Embora exista a possibilidade de tratamento deste resíduo, evitando o custo do tratamento e sem fiscalização efetiva das autoridades, muitos produtores optam pela utilização parcial deste subproduto como alimentação animal, descartando o excedente diretamente nos rios. A questão é transformar este subproduto de um

problema em uma oportunidade (VOORBERGEN; ZWANENBERG, 2002).

6.5 Aproveitamento do soro de leite

Segundo Bald et al (2014) é necessário o desenvolvimento de técnicas que permitam a criação de produtos alimentícios de valor comercial a partir do soro de leite, devido a sua composição nutricional e o seu alto custo de tratamento de efluentes.

O desenvolvimento de tecnologias para o adequado aproveitamento dos soros nas indústrias é importante , pois, ao mesmo tempo que ocorre a transformação dos soros em produtos, consegue minimizar os problemas ambientais causados pela poluição causada pelo descarte incorreto, além de ganhos que as indústrias vão obter através do desenvolvimento de novos produtos ou a agregação do soro aos já existentes (BALD et al.,2014).

Segundo Hosseini et al (2003) pesquisas estão sendo direcionadas para o aproveitamento do soro na produção de proteínas concentradas, visando expandir a utilização deste subproduto como ingrediente em formulações alimentícias, entre outros produtos.

A concentração do soro leva à formação de produtos proteicos que podem ser utilizados como ingredientes, para melhorar as propriedades tecnofuncionais dos alimentos (solubilidade, gelificação, viscosidade, emulsificação, formação de espuma). Além disso, apresentam grande potencial de utilização em alimentos por também possuírem componentes aos quais se atribuem algumas propriedades biológicas importantes como aumento da resposta imunológica, anticâncer, proteção contra problemas cardiovasculares, entre outras. No entanto, apesar dos experimentos preliminares indicarem a potencialidade dessas ações, muitas delas necessitam de comprovações clínicas conclusivas (BAUMAN et al., 2006)

A capacidade de produtos de proteínas do soro de absorver água e as características de gelificação permitem sua aplicação como ingredientes em produtos assados e em carne processada. Como emulsificante, os concentrados proteicos de soro encontram ampla aplicação na formulação de molhos para saladas, cremes artificiais de café, bebidas nutricionais e sopas (USDEC, 2014).

Segundo Cortez (2013) e Carvalho (2013) a maior parte do soro tem sido

utilizada na forma líquida para o desenvolvimento de novos produtos. O preparo de bebidas de soro é um dos métodos mais eficientes de aproveitá-lo, como o uso em bebidas lácteas, funcionais e fermentadas, sucos vitaminados ou em produtos lácteos, por exemplo, requeijão, sorvetes, ricota e sobremesas como doce de leite pastoso. Outra aplicação é na panificação para produção de biscoitos, bolos e pães

Através do soro também pode-se obter produtos como concentrados proteicos de soro (CPS), soro em pó e lactose (IPS) (PINTO, 2010).

Outra aplicação das proteínas do soro é a produção de embalagens de filmes finos, para frutas e legumes. A cobertura é extremamente fina, invisível a olho nu e atua como uma camada que impede a perda de umidade, controla a respiração e conseqüentemente a oxidação dos alimentos, além de apresentar ações bactericidas, reduzindo ataques microbiológicos e outras características que ampliam o prazo de validade do alimento (CORTEZ, 2013).

Além disso, o soro pode ser usado para a produção de combustível, como ácido láctico, vinagre e álcool (CARVALHO, 2013).

Segundo Cardoso (2014) o soro de queijo se destaca como um ingrediente inovador em alimentos e bebidas, uma vez que é flexível e adaptável a diversas aplicações, justificando seu uso em vários alimentos processados, podendo ser utilizado na forma líquida, concentrada ou em pó, modificado e/ou misturado com outros produtos, convindo a finalidades específicas.

6.5.1 Formas de aproveitamento do soro de leite

6.5.1.1 Fertilizantes

De acordo com Gheri et al (2003) existe a possibilidade de uso do soro como fertilizante, mediante a presença de nutrientes e ausência de componentes indesejáveis em sua composição. Estudos sobre fontes alternativas de nutrientes são de grande importância, principalmente devido ao preço elevado dos adubos minerais. Se utilizado para fins agrícolas, o soro ácido de leite pode atuar como condicionador de solo e como fonte de nutrientes para as plantas.

Para os laticínios, o uso do soro como fertilizante é a maneira mais econômica e eficiente para eliminação do resíduo. Com aplicação controlada do soro

em pastagens, há possibilidade de aumento na produção das forrageiras e, se aplicado de maneira adequada, mediante recomendação, é possível evitar a poluição dos cursos de água (PARKIN & MARSHALL, 1976).

6.5.1.2 Bebida láctea

Bebida láctea é o produto lácteo resultante da mistura do leite (in natura, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado e desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado e em pó) adicionado ou não de produto (s) alimentício (s) ou substância alimentícia, gordura vegetal, leite (s) fermentado (s), fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos. A base láctea representa pelo menos 51% (m/m) do total de ingredientes do produto (ALMEIDA et al., 2001; BRASIL, 2005).

Segundo Almeida et al. (2001) a produção de bebida láctea fermentada, com características semelhantes ao iogurte e bebidas lácteas não fermentadas é uma das principais alternativas de utilização do soro de leite.

6.5.1.3 Ricota

A ricota é um queijo de origem italiana fabricado em diversos países sob várias denominações. É conhecida também por queijo de albumina, por se constituir basicamente desta e de lactoglobulina, que são os principais componentes protéicos do soro, não coaguláveis pelo coalho. São proteínas facilmente desnaturadas e precipitadas pelo calor, sob a influência de acidificação, o que constitui o princípio básico da fabricação da ricota (FURTADO, 1994 apud RIBEIRO, et al., 2005)⁵.

Segundo Ribeiro et al (2005) a ricota é obtida por meio da acidificação do soro de queijo, adicionado ou não de 10% de leite integral, aquecido a aproximadamente 90°C. O rendimento médio da fabricação é de cerca de 4 a 6%, sendo um produto de pouca durabilidade, e, portanto, considerado queijo fresco. Geralmente, pode ser comercializada de várias formas: defumada, condimentada ou cremosa, na forma prensada ou em potes.

De acordo com Detoni e Gonçalves (2011) a composição da ricota apresenta

⁵ FURTADO, M. M. **Tecnologia de queijos**: manual técnico para produção industrial de queijos. São Paulo: Pipemar, 1994. 118 p.

4–5% de gordura, umidade entre 70 e 73% e pH oscilando entre 4,9 e 5,3.

A Portaria nº 146 de 07 de março de 1996 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) permite classificar a ricota como queijos “magros” que contenham entre 10,0 e 24,9% de gordura no extrato seco e de “muita alta umidade” apresentando teor de água acima de 55%.

6.5.1.4 Whey protein

Segundo Gouga et al (2007) a proteína concentrada do soro do leite, conhecida mundialmente por Whey Protein (WPC) é a proteína derivada do soro do leite, extraído durante o processo de fabricação do queijo e leite de vaca. A *Whey Protein* é o suplemento proteico mais famoso do mundo, seu valor científico já é comprovado há um certo tempo, e não apenas para o ganho de massa muscular, mas também para melhorar a imunidade, visto que melhora a disponibilidade de proteínas no organismo, elemento necessário para criar as células que compõem o sistema imune. A *whey* é uma ferramenta nutricional capaz de fornecer com facilidade ao corpo condições excelentes para seu fortalecimento, manutenção e desintoxicação. A *whey*, por ser proteína de alta qualidade, fortalece unhas, cabelos, pele e, em destaque, as mucosas corporais, especialmente as do tubo digestivo (intestinos).

6.5.1.5 Embalagens

De acordo com Ribeiro et al (2005) as embalagens convencionais apresentam camadas de diferentes materiais sintéticos de difícil degradação no ambiente, portanto, há um interesse crescente no desenvolvimento de polímeros biodegradáveis, denominados biopolímeros. Este tipo de embalagem pode ser eliminado de maneira economicamente e ecologicamente aceitável após a utilização.

Os filmes são películas finas previamente formadas e só então aplicadas no produto, como envoltório ou entre as camadas do mesmo. Enquanto que, os revestimentos são filmes formados no produto, cuja base é aplicada diretamente sobre a superfície do mesmo, onde ocorre a secagem e, assim, a formação do filme, com a função de proteger o alimento, permanecendo durante o uso e até durante o

consumo (RIBEIRO et al 2015).

Entre os materiais usados para produção de filmes e revestimentos biodegradáveis, incluem: os polissacarídeos, lipídeos, proteínas e interações entre eles (PARRA, 2004; SEYDIM; SARIKU, 2006; GOUNGA et al., 2007; EMIROĞLU, et al., 2010; SOAZO et al., 2011; ABDOLLAHI et al., 2012;).

Segundo Gouga et al (2007) essas interações específicas resultam em sistemas com propriedades funcionais melhoradas como: redução da permeabilidade de oxigênio, baixa solubilidade e alta transparência.

Materiais para embalagens à base de proteína de soro de leite apresentam diversas características que favorecem a sua aplicação, tais como: transparência, (KIM; USTUNOL, 2001), flexibilidade (OSÉS et al., 2009), brilho (LEE et al., 2008) e ausência de odor, o que favorece sua aceitabilidade para consumo (KIM; USTUNOL, 2001).

Além disso, apresentam boa propriedade de barreira ao oxigênio, (PEREZ-GAGO et al, 2005) e boas propriedades mecânicas (LEE et al., 2008). No entanto, devido a sua natureza hidrofílica, essas embalagens são altamente permeáveis à água, o que limita a sua aplicação em produtos que requerem barreira à umidade.

De acordo com Perez-Gago et al (2003) as embalagens proteicas podem ser aplicadas em uma variedade de alimentos, como: frutas in natura, frutas e verduras minimamente processados, queijos e carnes.

7 ESTUDOS COMPROBATÓRIOS DA VIABILIDADE DE REAPROVEITAMENTO DO SORO DE LEITE

De acordo com Faria, Rodrigues e Borges (2004) e Bieger e Rinaldi (2009), as indústrias de derivados do leite geram, para cada quilo de queijo produzido, uma média de nove quilos de subproduto com alta concentração de matéria orgânica, motivo pelo qual é necessária a implantação de medidas que têm como objetivo o aproveitamento, tratamento ou descarte do mesmo sem que com isso o meio ambiente venha ser impactado (SERPA, 2005), já que, segundo Cardi (2007) e Silva et al. (2010), os meios mais utilizados para o descarte do soro de leite são os rios; esgotos e solo; alimentação animal; evaporação e secagem; desmineralização; extração e refino de lactose; bem como ultrafiltração .

Deste modo, é preciso que haja a conscientização de que o descarte incorreto ou inadequado do soro de leite pode ocasionar a poluição das águas, a geração de odor desagradável e até mesmo comprometer a estrutura físico-química do solo (CHAVES et al., 2010).

Sendo assim, neste capítulo serão apresentados estudos científicos que demonstram as propriedades funcionais que os produtos feitos com o reaproveitamento deste subproduto de forma economicamente viável podem oferecer bem como a variedade de produtos que vêm sendo testados com este reaproveitamento.

7.1 Suplemento proteico

No estudo realizado por Pedersen & Hoffman-Goetz (2000) sobre o exercício físico e o sistema imunológico, foi constatado que o estresse oxidativo gerado durante a atividade física contribui para que se desenvolva a fadiga muscular em atletas, resultando assim na redução do seu desempenho físico.

Diante desse e de outros estudos, Haraguchi et al. (2006) realizaram uma pesquisa de revisão de literatura com base em estudos que apresentassem avaliação acerca das propriedades funcionais das proteínas do soro de leite em humanos e em animais, onde foi verificado que, por ser considerada uma excelente fonte de proteínas e por proporcionar a retenção de nitrogênio, com

melhor valor biológico e prevenir o estresse metabólico dos órgãos, o soro de leite vem sendo inserido na alimentação de atletas e fisiculturistas por meio do *Whein Protein* há algum anos.

Segundo o autor, a conclusão a que se chegou é que as proteínas solúveis do soro de leite podem ser caracterizadas como proteínas de alto valor biológico, visto que apresentam um significativo perfil de aminoácidos, ademais, possuem ainda: peptídeos bioativos do soro, conferindo-lhe propriedades funcionais; aminoácidos essenciais, dentre eles os de cadeia ramificada, que favorece o ganho de força muscular e reduz a perda de massa muscular durante a perda de peso; alto teor de cálcio, que ajuda na redução da gordura corporal, por mecanismo associado ao hormônio $1,25(\text{OH})_2\text{D}$; a melhora do desempenho muscular pois elevam as concentrações de glutathione, o que diminui a ação dos agentes oxidantes nos músculos esqueléticos; controlam a pressão sanguínea e reduzem o risco cardíaco.

Outro estudo com o mesmo enfoque foi realizado por Burke et al. (2001), que aponta que o primeiro trabalho que ousou relacionar os efeitos das proteínas do soro com o desempenho físico não foi o de Pedersen & Hoffman-Goetz (2000) e sim o apresentado por Lands et al. (1999), em que compararam o efeito de um suplemento à base de proteínas concentradas do soro (WPC) e da caseína (placebo) sobre o desempenho físico de adultos jovens.

Neste estudo, após três meses de tratamento com a administração de 20g/dia de WPC constatou-se que o grupo que utilizou este suplemento obteve um aumento de 35,5% na concentração de glutathione, que é um antioxidante dependente da concentração intracelular do aminoácido cisteína para ser sintetizado, comprovando-se assim que a suplementação com WPC foi capaz de proporcionar aos voluntários o aumento da potência e da quantidade de trabalho em testes de velocidade (BURKE et al., 2001).

Este experimento demonstrou ainda um ganho significativo de massa muscular quando compararam os adultos jovens que utilizaram o suplemento e que foram submetidos a um programa de exercícios com pesos e um outro grupo que não recebeu este suplemento. De acordo com os pesquisadores, esse efeito pode ser associado ao alto teor de cisteína das proteínas do soro, o que resultou no aumento da concentração de glutathione e subsequente redução da disfunção muscular causada pelos agentes oxidantes (BURKE et al., 2001).

7.2 Soluções que promovem a redução da gordura corporal

No estudo realizado por Calbet & Maclean (2002) foi avaliado o efeito de quatro diferentes soluções, sendo uma contendo apenas 25 g/l de glicose (C) e três contendo 25g/l de glicose e 0,25g/kg de peso corporal de três diferentes fontes proteicas, quais sejam, ervilhas (E), proteínas do soro de leite (W) e leite integral (L) sobre as concentrações de insulina e aminoácidos.

Observou-se neste experimento que a solução que continha as proteínas do soro provocou aumento significativo da concentração plasmática de insulina, ou seja, aproximadamente duas vezes mais que a solução que continha leite integral e quatro vezes mais que a solução que continha apenas glicose (C).

Ademais, foi observado também que a solução com soro de leite ocasionou um aumento maior na concentração plasmática de aminoácidos essenciais quando comparada às outras soluções.

Os autores concluíram a pesquisa destacando que o excesso de gordura corporal tem sido mundialmente considerado um problema de saúde pública, sendo que já foi comprovado de forma científica que o alto teor de aminoácidos essenciais das proteínas do soro afeta os processos metabólicos da regulação energética, favorecendo assim o controle e a redução da gordura corporal (CALBET; MACLEAN, 2002).

Neste sentido, estudos realizados por Layman et al. (2003) também constataram que as dietas voltadas para o controle da relação de proteína e carboidratos demonstram maior eficiência no controle da glicemia e da insulina pós-prandial, situação que favorece a redução da gordura corporal e preserva a massa muscular durante a perda de peso.

7.3 Soluções para o aumento do sistema imunológico

Micke, Beeh e Buhl (2002) realizaram um estudo sobre os benefícios do soro de leite para o sistema imunológico de pacientes com HIV e constataram que, após a utilização de uma suplementação com proteínas de soro de leite, ocorreu o aumento das concentrações plasmáticas de glutathione nestes

pacientes.

O mesmo estudo foi realizado por Sgarbieri (2004), porém com crianças portadoras de HIV, em que foi também ministrado um suplemento proteico elaborado a partir de soro de leite, sendo constatado que após o seu uso houve um aumento de 27% do sistema imunológico destas crianças.

O autor concluiu que, além disso, os concentrados de proteínas do soro de leite bovino apresentaram também, em outros testes, que suas propriedades resultam também em ações anticancerígenas, antibacteriana, antiviral e antiúlcera, além de trazer maior proteção ao sistema cardiovascular.

7.4 Poder imunomodulador

Haraguchi, Abreu e Paula (2006) realizaram estudos em que foi demonstrado que o soro de leite possui um poder imunomodulador, relatando que suas pesquisas apontaram que os aminoácidos essenciais, principalmente, aqueles de cadeia ramificada presentes no soro de leite, exercem um papel importante na saúde humana, como o controle da pressão sanguínea e como agente redutor do risco cardíaco.

Já os estudos realizados por Félix (2009), apesar de trazerem a sugestão de novos estudos para reforçar os resultados obtidos, apontaram que o soro de leite concentra componentes que atuam sobre os neurônios na formação de suas redes e das sinapses, o que fez com que o pesquisadores passassem a tratar este subproduto como o 'soro da memória'.

7.5 Reaproveitamento como bebida

Os estudos realizados por Pelegrini e Carrasqueira (2008) apontaram que os produtos de soro de leite possuem uma rica fonte de proteínas, principalmente quando utilizado no preparo de bebidas.

Os autores, visando encontrar condições que visam à diminuição de pelo menos parte dos desperdícios nos laticínios, elaboraram um projeto em que formularam dois tipos de bebidas, quais sejam, refresco de inhame e suco de abacaxi vitaminado, ambos utilizando o soro de leite, de forma que primeiramente

foram enriquecidos com as proteínas e sais minerais deste subproduto e depois enriquecidos somente com os sais minerais, no intuito de beneficiar pessoas alérgicas à proteína presente no soro do leite.

De acordo com os autores:

[...] no primeiro caso, o soro do leite foi utilizado no preparo das bebidas enriquecidas e, no segundo, utilizou-se a solução não proteica (SNP), obtida por meio da técnica de coacervação do soro, utilizando a carboximetilcelulose. Foram testadas diversas formulações dos produtos com o soro do leite e com a SNP, até obter um produto com características sensoriais semelhantes às mesmas bebidas preparadas de maneira convencional (ou seja, com água). Em seguida, todos os produtos foram submetidos a testes sensoriais de aceitabilidade e testes de intenção de compra (PELEGRINI; CARRASQUEIRA, 2008).

Ao fim do experimento os autores concluíram que o refresco de inhame e o suco vitaminado de abacaxi foram bem aceitos por parte dos provadores.

7.6 Reaproveitamento como fertilizante

Queiroz (2018) realizou um estudo em Frutal-MG, em Latossolo Vermelho, no período de 2014/2015 e 2015/2016, visando avaliar os atributos químicos do solo e a resposta de produtividade do milho à aplicação de soro ácido de leite.

De acordo com a autora, o delineamento foi em blocos ao acaso, sendo realizado com cinco tratamentos (doses de soro) e cinco repetições, chegando o soro em doses totais equivalentes a 0, 62.500, 125.000, 187.500 e 250.000 L ha⁻¹ ao ano, dividindo-as, após a semeadura de milho, em três aplicações no período de 15, 30 e 45 dias nos estádios V2, V4 e V6.

Diante da experiência avaliaram-se atributos químicos do solo, estado nutricional da planta e produtividade de grãos, tendo tido como resultado o aumento dos valores de pH (CaCl₂) e a diminuição dos teores de (H+Al)⁶ em virtude das doses de soro na camada de 0-20 cm.

Já as bases trocáveis, no primeiro ano, apresentaram aumento no solo em virtude da aplicação do soro ácido de leite nas camadas de 0-20 e 20-40 cm.

Os teores de K⁺, Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ trocáveis, no segundo ano, apresentaram aumento em função da aplicação do soro. Entretanto, apesar das duas aplicações

⁶ Neste estudo H+Al significa Acidez Potencial

de soro, comparado com o primeiro ano, foram menores, evidenciando assim baixo efeito residual do soro quando aplicado em solos com Capacidade de Troca de Cátions - CTC baixa, como o Latossolo no qual o experimento foi instalado.

De acordo com a autora:

Da diminuição do (H+Al) e do aumento das bases resultou aumento nos valores de V%⁷ em ambas as camadas. As formas de N-mineral, NH₄⁺ e NO₃⁻, aumentaram nos dois anos agrícolas na camada de 20-40 cm com a aplicação do soro de leite. Os teores de Na⁺ não atingiram valores críticos, tanto no solo quanto nas plantas (QUEIROZ, 2018, p. 6).

Sendo assim, a autora concluiu que o soro ácido de leite ocasionou ganhos na fertilidade do solo, mas prejudicou a produção, visto que houve “houve efeito na produtividade de milho apenas no primeiro ano, com aumento na produção de grãos de 487 kg ha⁻¹ com aplicação de 85.000 L ha⁻¹ de soro” (QUEIROZ, 2018, p. 6).

As experiências demonstradas nos estudos colhidos, em sua grande maioria, apresentaram resultados positivos e que servem de estímulo para que novas formas de utilização deste subproduto sejam criadas.

Entretanto, teve-se como limitação desta pesquisa o número pequeno de estudos que tratam sobre o tema, havendo assim necessidade que estudos futuros sejam realizados a fim de se reforçar os resultados até agora encontrados bem como na busca de trazer novos experimentos que demonstrem os benefícios deste reaproveitamento.

Para tanto, o ideal é que estudos futuros realizassem trabalhos de campo, visitando as indústrias de laticínios a fim de se realizar um levantamento mais atual deste processo, bem como da quantidade e qualidade dos produtos criados com a utilização do soro de leite.

Outro dado importante que pode ser verificado neste estudo é o impacto que o descarte deste subproduto traz para o meio ambiente, o que reforça a necessidade de novos estudos para que se defina tais impactos de forma estatística, inclusive buscando como solução a elaboração de um projeto que venha auxiliar os laticínios no reaproveitamento deste soro. Pode-se, inclusive, trazer a união do reaproveitamento como ação social, visto que suas propriedades nutricionais e funcionais poderiam ser aproveitadas em alimentos que pudessem alimentar a

⁷ Neste estudo o V% significa Saturação de bases.

classe mais carente.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, foi possível, primeiramente, reafirmar a importância do estado de Minas Gerais no setor pecuário, principalmente no que diz respeito à aquisição e industrialização de leite, pois possui uma representatividade de alta relevância no país.

Comprovou-se ainda, alcançando deste modo os objetivos propostos, a versatilidade que o soro de leite possui, podendo ser utilizado em vários produtos tanto alimentícios quanto de ordem medicamentosa e suplementar.

Portanto, conclui-se com este estudo que o reaproveitamento do soro de leite é de fundamental importância, tanto para o ser humano quanto para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ABDOLLAHI, M.; REZAEI, M.; FARZI, G. A novel active bionanocomposite film incorporating rosemary essential oil and nanoclay into chitosan. **Journal of Food Engineering**, v. 111, p. 343–350, 2012.
- 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, E. R. A.; LÍCIO, A.; CONTINI, E. Perspectivas do Brasil no comércio internacional de lácteos. In: VILELA, D.; FERREIRA, R. de P.; FERNANDES, E. N.; JUNTOLLI, F. V. (Ed.). **A pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 432 p.
- ANDRADE, R.L.P.; MARTINS, J.F.P. Influência da adição da fécula de batata- doce (*Ipomoea batatas L.*) sobre a viscosidade do permeado de soro de queijo. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.3, p. 249-253, 2002.
- ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. São Paulo: Manole, 2003. 136p.
- ANTUNES, L.A.F.; GOMEZ, R.J.H.C. **Soro: perspectiva de uso industrial**. Londrina: UEL, 1990.
- BALD, J. A. et al. Características físico-químicas de soros de queijo e ricota produzidos no Vale do Taquari, RS. **Revista Jovens Pesquisadores**, Santa Cruz do Sul, v. 4, n. 1, p. 90-99, 2014.
- BASTOS, R. G.; BEZERRA, J. R. M. V. Introdução e breve histórico. In: BEZERRA, J. R.M. V.; RIGO, M.; RAYMUNDO, M. S.; BASTOS, R. G. **Introdução à tecnologia de leite e derivados**. Guarapuava: Unicentro, 2010. p. 18.
- BAUMAN, D. E. et al. Major advances associated with the biosynthesis of milk. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 4, p. 1235-1243, 2006.
- BIEGER, A.; RINALDI, R. N. **Reflexos do reaproveitamento de soro de leite na cadeia produtiva de leite do oeste do Paraná**. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 47, 2009, Porto Alegre.
- BRASIL **Decreto nº 1.812, 08 de fevereiro de 1996**. Altera dispositivos do Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, que aprovou o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, alterado pelo Decreto nº 1.255, de 25 de junho de 1962. 1996. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1996/decreto-1812-8-fevereiro-1996-435786-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 10 Out. 2018.
- _____. **Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952**. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RISPOA.

Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1950-1959/decreto-30691-29-marco-1952-339586-normaatualizada-pe.pdf>>. Acesso em: 01 Ago. 2018

_____. Indicadores **IBGE. 2018.**

<ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201802caderno.pdf>. Acesso em: 10 Out. 2018.

_____. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. 2005. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosia_l_2008.pdf?attach=true>. Acesso em: 18 Ago. 2018.

BRITO, Maria Aparecida; BRITO, José Renaldi; ARCURI, Edna; LANGE, Carla; SILVA, Márcio; SOUZA, Guilherme. **Composição.** Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento. – EMBRAPA. 2017. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_181_21720039246.html>. Acesso em: 10 Ago. 2018.

BURKE, D. G. et al. The effect of whey protein supplementation with and without creatine monohydrate combined with resistance training on lean tissue mass and muscle strength. **Journal Sports Nutrition**, v.11 , n.3, p.349-64 , 2001.

CALBET, J. A. L.; MACLEAN, D.A. Plasma glucagon and insulin responses depend on the rate of appearance of amino acids after ingestion of different protein solutions in humans. **Journal Nutrition**, v.132, n.8 , p.2174 -82, 2002.

CARDI, L. Intumescimento filamentoso no processo de lodos ativados aplicados ao tratamento de soro de queijo: caracterização e uso de floculantes para melhorar a sedimentabilidade. **Engenharia Ambiental**, v.4, n.2, p.26-37, 2007.

CARDOSO, G. S. P. **Avaliação físico-química e microbiológica do leite cru refrigerado e soros dos queijos minas frescal e mussarela estocados sob diferentes temperaturas.** 2014. 125 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) -Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

CARVALHO, G.F., et al. Milk yield, somatic cell count and physicochemical characteristics of raw milk collected from dairy cows in Minas Gerais state. In: **Congresso Panamericano de Qualidade do Leite e Controle da Mastite.** Ribeirão Preto, 2002.

CARVALHO, K.D. **Utilização de soro de leite doce na fabricação de sorvete de massa.** 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida) - Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino – FAE, São João da Boa Vista, 2013.

CHAVES, K. F.; CALLEGARO, E. D.; SILVA, V. R. O. Utilização do soro de leite nas indústrias de laticínios da região de Rio Pomba-MG . In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 27, 2010 , Juiz de Fora. **Anais do Congresso Nacional de Laticínios.** Juiz de Fora: EPAMIG/ ILCT, 2010. 1 CD-ROM

CORTEZ, N. M. S. **Diagnóstico da produção do soro de queijo no estado do Rio de Janeiro**. 2013. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) -Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

DETONI, E.; GONÇALVES L. A. **Desenvolvimento de creme de ricota condimentado com tomate seco e manjeriço**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão. Paraná: UTFPR, 2011.

DURR, J.W.; FONTANELLI, R.S.; BURCHARD, J.F. Fatores que afetam a composição do leite. In: KOCHANN, R.A.; TOMM, G.O.; FONTANELLI, R.S. **Sistemas de produção de leite baseado em pastagens sob plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa, 2000, 135-156.

EMIROĞLU, Z.R.; YEMIŞ, G. P.; COŞKUN, B. K.; CANDOĞAN, K. Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. **Meat Science**, v. 86, p. 283–288, 2010.

FARIA, E. F.; RODRIGUES, I. C.; BORGES, R.V. **Estudo do impacto ambiental gerado nos corpos d' água pelo efluente da indústria de laticínio em Minas Gerais**. 2004. 86 f. Dissertação (Especialização em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FÉLIX, P. A. S. Secagem do soro do leite. **Leite & Derivados**, v.18, n.111, p.6, 2009.

FURTADO, M. M. **Tecnologia de queijos**: manual técnico para produção industrial de queijos. São Paulo: Pipemar, 1994. 118 p

GHERI, E.O.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Resposta do capim-tanzânia à aplicação de soro ácido de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.753-760, 2003.

GLOBALFOOD – ADVANCED FOOD TECHNOLOGY. **Soro um alimento saudável e base econômica para produtos inovadores**. Disponível em: <<http://globalfood.com.br/>>. Acesso em: 17 Ago. 2018.

GOFF H D, KINSELLA J E, JORDAN W K. 1992. Influence of various milk protein isolates on ice cream emulsion stability. **Journal Dairy Science**, v. 72, 385 – 397 pp.

GONZÁLEZ, F.H.D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2001.

GONZÁLEZ, F.H.D.; NORO, G. **Variações** na composição do leite no subtropical brasileiro. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; PINTO, A.T.; ZANELLA, M.B.; FISCHER, V.; BONDAN, C. **Qualidade do leite bovino**: variações no trópico e no subtropical, Passo Fundo: UPF Editora, 2011, cap.2, p.28-53

GOUNGA, M.E.; XU, S-Y.; WANG, Z. Whey protein isolate-based edible films as affected by protein concentration, glycerol ratio and pullulan addition in film formation. **Journal of Food Engineering**, v. 83, p. 521-530, 2007

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; PAULA, H. de. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, v.19, n.4, p.44-51, 2006.

HONG, S-I.; KROCHTA, J.M. Oxygen barrier performance of whey-protein-coated plastic films as affected by temperature, relative humidity, base film and protein type. **Journal of Food Engineering**, v. 77, p. 739–745, 2006.

IBGE. **IPCA sobe 0,44% em dezembro e fecha 2017 em 2,95%**. 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/19447-ipca-sobe-0-44-em-dezembro-e-fecha-2017-em-2-95>>. Acesso em: 10 Out. 2018.

JELEN, P. Industrial whey processing technology: An overview. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.27, n.4, p.658-661, 1979

KIM, S-J, USTUNOL, Z. Sensory attributes of whey protein isolate and candelilla wax emulsion edible films. **Journal of food science**, v. 66, n. 6, p. 909- 911, 2001.

KNIGHT C H, France J, Beever D E. 1994. Nutrient metabolism and utilization in the mammary gland. **Livestock Production Science**. v. 39, 129-137 pp.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnica de pesquisa**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2008. 120p.

LANDS LC, GREY VL, SMOUTAS AA. Effect of supplementation with cysteine donor on muscular performance. **J Appl Physiol**. 1999; 87(4):1381-5.

LAYMAN, D. K; SHIUE, H.; SATHER, C.; ERICKSON, D.; BAUM, J. Increased dietary protein modifies glucose and insulin homeostasis in adult woman during weight loss. **Journal Nutrition**, v.133, n.2, p.405-410, 2003.

LEE, J-W.; SON, S-M.; HONG, S-I. Characterization of protein-coated polypropylene films as a novel composite structure for active food packaging application. **Journal of Food Engineering**, v. 86, p. 484–493, 2008.

MACHADO, R. M. G., FREIRE, V. H., SILVA, P. C. da. (2001). **Alternativas tecnológicas para o controle ambiental em pequenas e médias indústrias de laticínios**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, p.1-10.

MAGANHA, M.F.B. **Guia técnico ambiental da indústria de produtos lácteos**. São Paulo: CETESB, 2006.

MEPHANT. B, GAYE. P, MARTIN. P, MERCIER. J C. 1992. Biosynthesis of milk protein. In: Fox, P.F. (Ed.). *Advanced dairy chemistry – Proteins*. London, **Elsevier Applied Science**, v.1, 457-491 pp.

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, n.21 , p.12-18, 2002.

OMS -. Organização Mundial de Saúde. **Código de práticas de higiene para la leche y los productos lácteos**: producción de alimentos de origen animal – CAC/RCP 57-2004. 2ª ed. Roma: FAO/OMS, 2009.

OSÉS, J.; FERNAÁNDEZ-PAN, I.; MENDOZA, M.; MATÉ, J. A. Stability of the mechanical properties of edible films based on whey protein isolate during storage at different relative humidity. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 125–131, 2009.

PARKIN, M.F.; MARSHALL, K.R. Spray irrigation disposal of dairy factory effluent- a review of current practice in New Zealand. **New Zealand Journal of Dairy Science and Technology**, v.11, p.196-205, 1976.

PARRA, D.F. Mechanical properties and water vapor transmission in some blends of cassava starch edible films. **Carbohydrate Polymers**, v. 58, p. 475–481, 2004.

PEDERSEN BK, HOFFMAN-GOETZ L. **Exercise and the immune system**: regulation, integration and adaptation. *Physiol Rev.* v. 80, n. 3, p:1055-81, 2000.

PELEGRINE, D.H.G.; CARRASQUEIRA, R.L. Aproveitamento do soro do leite no enriquecimento nutricional de bebidas. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 62, n. 6, p. 1004-11, 2008.

PELLEGRINO, A.M.; PETENATE, A.M. Precipitação de proteínas do soro de queijo com amdo. **Cien. Tecnol. Aliment.**, v. 8, p.97-114, 1998.

PEREZ-GAGO, M.B.; SERRA, M.; ALONSO, M.; MATEOS, M.; DEL RÍO, M.A. Effect of solid content and lipid content of whey protein isolate-beeswax edible coatings on color change of fresh-cut apples. **Journal of food science**, v. 68, v.7, p. 2186-2191, 2003.

PEREZ-GAGO, M.B.; SERRA, M.; ALONSO, M.; MATEOS, M.; DEL RÍO, M. A. Effect of whey protein- and hydroxypropyl methylcellulose-based edible composite coatings on color change of fresh-cut apples. **Postharvest Biology and Technology**, v. 36, p. 77–85, 2005.

PINTO, F. A. **Metodologia da espectroscopia no infravermelho para análise dos soros provenientes da fabricação de queijos Minas padrão e prato**. 45 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizontes, 2010.

PRAZERES, A. R.; CARVALHO, F.; RIVAS, J. Cheese whey management: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 110, p. 48-68, 2012.

QUEIROZ, Samira Furtado de. Produtividade de milho e atributos químicos do solo em função de aplicação de soro ácido de leite. **Repositório Institucional UNESP**.

2018. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/154849>>. Acesso em: 01 Ago. 2018.

RIBEIRO, A.C. Controle microbiológico da vida de prateleira de ricota cremosa. Microbiological assessment of creamy ricota during shelf-life. **Ciênc. agrotec. Lavras**, v.29, n.1, Jan./Feb. 2005.

ROBBINS, C.W.; HANSEN, C.L.; ROGINSKE, M.F.; SORENSEN, D.L. Extractable phosphorus and soluble calcium, magnesium and potassium in two whey-treated calcareous soils. **Journal of Environmental Quality**, v.25, p.791-795, 1996.

RODRIGUES, L. R. M. **Valorização da fração protéica do soro de queijo**. 2001. 197 p. Dissertação (Mestrado em biologia) - Faculdade em Engenharia biológica, Universidade do Minho de São Paulo, São Paulo, UMSP, 2001.

ROHLFES, A.L.B.; BACCAR, N.M.; OLIVEIRA, M.S.R.; MARQUARDT, L.E.; RICHARDS, N.S.P.S. (2011) Indústrias lácteas: alternativas de aproveitamento do soro de leite como forma de gestão ambiental. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 15, n. 2, p. 79-83

SERPA, L. **Concentração de proteínas de soro de queijo por evaporação a vácuo e ultrafiltração**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina. Londrina: UEL, 2005. 79f.

_____; PRIAMO, W. L.; REGINATTO, V. **Destino Ambientalmente Correto a Rejeitos de Queijaria e Análise de Viabilidade Econômica**. 2nd International Workshop | Advances in Cleaner Production, 2009.

SEYDIM, A. C.; SARIKU, G. Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils. **Food Research International**, v. 39, p. 639–644, 2006.

SGARBIERI, V. C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista da Nutrição**, v. 17, n. 4, p. 397-409, 2004.

SILVA, M. E. C.; PACHECO, M. T. B.; ANTUNES, A. E. C. Estudo da viabilidade tecnológica da aplicação de coacervado de soro de leite com carboximetil celulose em iogurte probiótico. **Brazilian Journal Food Technology**, v.13, n.1, p.30-37, 2010.

SILVIA, P.A.; ASSIS, G. T.; CARVALHO, A. V.; SIMÕES, M. G. Desenvolvimento e caracterização de cereal matinal extrusado de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 14, n. 4, p. 260-266, 2011.

SOARES, F.A.C. **Composição do leite**: fatores que alteram a qualidade química 2013 Seminário apresentado pelo aluno Frederico Aécio Carvalho Soares na disciplina Bioquímica do Tecido Animal, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no primeiro semestre de 2013. Professor responsável pela disciplina: Félix H. D. González.

SOAZO, M., RUBIOLO, A.C. VERDINI, R.A. Effect of drying temperature and beeswax content on physical properties of whey protein emulsion films. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 1251-1255, 2011.

SOUSA S.A. **Leite**: Importância, Síntese e Manipulação da Composição. 2015.

Disponível em:

<<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6244/texto%20completo.pdf?>>.

Acesso em: 17 Ago. 2018.

TEIXEIRA, Jodenir Calixto; HESPANHOL, Antonio Nivaldo A trajetória da pecuária bovina brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, v.1, p.26-38, jan./jul. 2014

UNITED STATES DAIRY EXPORT COUNCIL (USDEC). Dairy Ingredients

Application Library – WPC &WPI. 2014. Disponível em:

<www.usdec.org/library/dial.cfm>. Acesso em: 20 Ago. 2018.

VOORBERGEN, M., ZWANENBERG, A. Whey-ing up the future. **Dairy Industries International**, v. 67, n. 1, pp. 25-28, 2002.

WITTNER, F. Diagnóstico dos equilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.

Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.

Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 53-62.

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