

Artigo de Revisão**SORO DE LEITE: UM SUBPRODUTO VALIOSO****Whey of milk: a valuable product***Débora F. de OLIVEIRA^{1*}**Claudia E. C. BRAVO²**Ivane B. TONIAL²***SUMÁRIO**

Considerando o grande volume de soro do leite produzido diariamente, o seu alto valor nutricional e a poluição ambiental associada ao destino inadequado deste subproduto, as indústrias têm buscado alternativas viáveis para a sua utilização. As aplicações são decorrentes da necessidade da criação de subsídios para reduzir a fome em várias partes do mundo e das pesquisas que comprovam que as propriedades das proteínas do soro de leite são altamente benéficas à saúde humana, no sentido de diminuir o risco de doenças infecciosas e também aquelas consideradas crônicas e/ou degenerativas. Novos estudos, assim como o desenvolvimento de novos alimentos enriquecidos com as proteínas do soro com o intuito de facilitar seu consumo por grandes grupos populacionais são necessários para verificar sua real eficácia. Essa revisão contém informações atualizadas sobre a importância nutricional dos componentes e, sobretudo das propriedades multifuncionais das proteínas do soro de leite, com ênfase em alternativas de aproveitamento desse subproduto pelas indústrias de laticínios e questões ambientais.

Termos para Indexação: Proteínas do leite; poluição ambiental; propriedades multifuncionais.

SUMMARY

Considering the large volume produced daily, the high nutritional value and the environmental pollution due to whey inadequate destination, industries have sought viable alternative to their use. The applications are due to the need for the creation of subsidies to reduce hunger in many parts of the world and by researches showing that the properties of whey proteins are highly favorable to human health, towards to reduce the risk of infectious diseases and also considered chronic and / or degenerative diseases. New studies, as well as the development of new foods fortified with whey proteins, in order to facilitate their consumption by large population groups are needed to verify their real effectiveness. This revision contains updated information about the nutritional components and especially the multifunctional properties of whey proteins, with emphasizing on alternative use of this byproduct by the dairy industry and environmental issues.

Index Terms: whey protein; environmental pollution; multifunctional properties.

1 Tecnóloga em Alimentos e Mestranda em Tecnologia de Alimentos - Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Francisco Beltrão - PR, Brasil. E-mail: deborafolhe@hotmail.com

2 Professoras Dr.as do Departamento de Tecnologia em Alimento/Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Francisco Beltrão -PR, Brasil.

* Autor para correspondência: Linha Santa Bárbara, s/n, Caixa Postal 135, CEP: 85601-970, Francisco Beltrão - PR, Brasil. E-mail: deborafolhe@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

O soro lácteo ou soro do leite bovino é um líquido que contém de 4 a 6g de proteínas por litro (PELEGRINE e CARRASQUEIRA, 2008). O papel nutricional das proteínas dos alimentos tem sido bem estudado e é amplamente conhecido. A atenção dos pesquisadores em estudos sobre a utilização de proteínas como ingredientes funcionais é crescente, a exemplo disso, existem no mercado internacional produtos lácteos comerciais e ingredientes com apelo funcional baseado em peptídeos bioativos obtidos das proteínas do leite (caseínas e soroproteínas) (RICHARDS, 2002; SMITH, 2003; MACEDO, 2011). Em muitos casos é possível, ao empregar as proteínas como agentes funcionais, desenvolver produtos com características especiais e agregar valor a subprodutos os quais em geral representam um problema para as indústrias (CHAVES et al., 2010).

A utilização do soro de leite bovino é um bom exemplo de aplicação de proteínas como ingredientes funcionais, considerando que representa um subproduto da indústria laticinista, rico em componentes nutricionais (BOSCHI, 2006). A utilização industrial desse subproduto tem contribuído para o enriquecimento e desenvolvimento de novos produtos alimentícios, a exemplo cita-se a produção de bebidas lácteas enriquecidas com proteínas e sais minerais de soro de leite (SILVA e CASTRO, 2006; PEREGRINE e CARRASQUEIRA, 2008). A qualidade biológica das proteínas e o teor de minerais e vitaminas presentes no soro de leite fazem dele um produto atrativo para a indústria de alimentos destinados ao consumo humano e animal (FÉLIX, 2009). Como resultado da utilização integral do soro de leite, tem-se conseguido a redução da poluição ambiental, vendas adicionais de produtos como proteína de soro, creme de soro, lactose, minerais do leite, além de outros novos produtos a base de soro de leite, como a obtenção de filmes transparentes comestíveis utilizando isolado protéico, que têm sido desenvolvidos (RICHARDS, 2002; PACHECO et al., 2008; PEREGRINE e CARRASQUEIRA, 2008; YOSHIDA e ANTUNES, 2009).

O presente trabalho foi realizado entre os meses de novembro de 2010 e fevereiro de 2011, sendo a busca textual na literatura realizada eletronicamente nas plataformas *Portal de Periódicos Capes* (CAPES, 2010), *PubMed/Medline* (MEDILNE, 2010), *Scientific Electronic Base Library Online* (SciELO, 2010) e *Google Acadêmico* (GOOGLE, 2010), além de sites independentes, institucionais e governamentais e outros ligados à regulamentação da produção de alimentos e ambiental. As palavras chaves utilizadas na busca foram soro de leite, soro de

queijo e proteínas do soro. Os critérios de inclusão para os estudos encontrados foram abordagens nutricional e ambiental e as aplicações industriais do soro de leite. O referencial teórico detalhado a seguir trata das propriedades multifuncionais das proteínas presentes no soro de leite, do desperdício desse subproduto valioso da indústria queijeira, e apresentação de alternativas empregadas pelas indústrias de laticínios nos últimos anos para o seu aproveitamento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Soro de Leite

O soro é a porção aquosa liberada do coágulo durante a fabricação convencional de queijos, considerado um efluente residual que pode acarretar graves problemas ambientais associados ao seu alto teor de matéria orgânica. Assim, o seu reaproveitamento tem sido estudado e sugerido para melhorar a eficiência econômica dos laticínios e minimizar os impactos ambientais (MIZUBUTI, 1994; BIEGER e RINALDI, 2009). Cerca de 90 a 95% do volume do leite usado para a fabricação de queijos resultam em soro, o qual contém, aproximadamente metade dos sólidos totais do leite, incluindo proteínas solúveis, sais e principalmente lactose (PACHECO et al., 2005; CHAVES et al., 2010).

Sob o ponto de vista industrial, há dois tipos principais de soro de leite: soro de leite doce e soro de leite ácido, classificados por sua acidez total ou por seu conteúdo em ácido láctico. O soro ácido tem pH de 4,5 a 4,8 e conteúdo de sais de 0,8%; o soro de leite doce tem pH de 5,8 a 6,5 e 0,5% de sais (PONSANO e CASTRO-GOMEZ, 1995). No que se refere às aplicações industriais, o soro ácido pode ser utilizado como realçador de sabor de molhos cremosos para saladas, retentor de água, emulsificante e como fonte de cálcio. O soro doce é muito utilizado em produtos de panificação, salgadinhos, sorvetes e sobremesas lácteas (PELEGRINI e CARRASQUEIRA, 2008).

A composição e o tipo de soro de leite produzido industrialmente dependem do tipo de queijo fabricado e da tecnologia de processamento empregada na produção (SILVEIRA e ABREU, 2003).

O soro de leite contém, em média, 93% de água, 5% de lactose, 0,9 a 0,7% de proteínas, 0,5 a 0,3% de gordura, 0,2% de ácido láctico e pequenas quantidades de vitaminas. A fração protéica contém, aproximadamente, 50% de b-lactoglobulina, 25% de a-lactoalbumina e 25% de outras frações protéicas, incluindo imunoglobulinas (FITZSIMONS et al., 2006).

Sob o ponto de vista nutricional, o soro de

leite é considerado levemente superior comparado à caseína, que possui quantidade limitada dos aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), além de ter alto conteúdo dos aminoácidos essenciais, especialmente lisina, treonina, triptofano, fenilalanina e tirosina e a presença da proteína superior lactalbumina (SEVERO, 1995; LIU et al., 2000). A qualidade nutricional de uma proteína depende do padrão e concentração de aminoácidos essenciais, aqueles que o organismo humano não consegue sintetizar (AZEVEDO et al., 2007). As proteínas do soro são utilizadas em diversos produtos alimentícios como leite desproteinizado, queijos, ricota, doce de leite, bebidas lácteas entre outros, pelo seu alto valor nutricional e por conferir excelentes propriedades funcionais, nutricionais e aromáticas a esses produtos (VIOTTO e MACHADO, 2007; SILVA et al., 2010). O leite contém em sua composição diversas proteínas, entre elas a caseína e as proteínas do soro, que por sua vez apresentam quantidades variadas de aminoácidos essenciais que as tornam valiosas na suplementação de proteínas vegetais (ANTUNES, 2003).

2.2 Soro de leite como resíduo industrial

Segundo FEAM (2003), o soro é um dos poluentes líquidos que mais contribuem para a alta carga poluidora das indústrias de laticínios. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5) do soro varia de 25.000 a 120.000 $mg.L^{-1}$, o qual contém metade dos sólidos do leite integral.

As indústrias produtoras de derivados de leite têm enfrentado grandes problemas com os resíduos gerados em sua produção (LAGRANGE e DALLAS, 1997; CETESB, 2008). Estima-se que para cada quilo de queijo produzido, a indústria de laticínios gere nove quilos de subproduto com alta concentração de matéria orgânica (FARIA et al., 2004; BIEGER e RINALDI, 2009).

Considerando que o soro de leite não suporta estocagem por períodos prolongados devido ser muito perecível, são necessárias medidas que visem o aproveitamento deste subproduto e/ou o tratamento e descarte que não venham impactar o meio ambiente (SERPA, 2005). Descarte em rios, esgotos e solo, alimentação animal, evaporação e secagem, desmineralização, extração e refino de lactose, bem como ultrafiltração são destinos comumente dados ao soro de leite (CARDI, 2007; SILVA et al., 2010).

2.2.1 Impactos ambientais

Na legislação brasileira, por meio da

Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 (CONAMA,2005), meio ambiente é definido como «o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas». Definido este conceito, é preciso entender as interações da sociedade com o ambiente. A sociedade há um bom tempo adotou um estilo de vida em que a prioridade é a realização pessoal, e as atividades desenvolvidas pelo homem tendem a provocar algum tipo de impacto ao meio (FARIA et al., 2004; CARDI, 2007).

Considerando a competitividade no mercado e a necessidade de baixar o custo de produção, são poucas as empresas que demonstram preocupação ambiental com relação ao destino correto de seus efluentes. Na maioria dos laticínios, que são de pequeno e médio porte, isto ocorre em decorrência das dificuldades financeiras para manter pessoal especializado para trabalhar com inovações tecnológicas e operar sistemas de efluentes (FARIA et al., 2004). Esse fato é preocupante, pois a destinação incorreta do soro de leite pode conduzir a poluição das águas, geração de odor desagradável, bem como o comprometimento da estrutura físico-química do solo e, conseqüentemente, descumprimento da lei (CHAVES et al., 2010).

2.3 Aplicações industriais do soro de leite

A identificação de alternativas para o aproveitamento adequado do soro de leite é de fundamental importância em função de sua qualidade nutricional, do volume produzido e de seu poder poluente (GIROTO e PAWLOWSKY, 2001). Os requerimentos para diminuir a poluição ambiental e a necessidade do uso de nutrientes disponíveis para a alimentação da população humana têm feito da utilização do soro de leite uma necessidade inexorável (SANTOS e FONSECA, 2001; BIEGER e RINALDI, 2009).

2.3.1 Produção de alimentos

Há alguns anos, o soro de leite tem sido utilizado para a produção de alimentos destinados ao consumo humano e animal (FÉLIX, 2009). De acordo com Silva & Castro (2006) 89 % dos laticínios da Zona da Mata mineira reaproveitam o soro por meio do emprego de outras tecnologias, vendas e alimentação animal (SILVA e CASTRO, 2006). Para Zavareze et al. (2010), uma alternativa para minimizar o impacto ambiental e aproveitar as propriedades nutritivas do soro de leite é utilizá-lo na produção de novos produtos alimentícios ou agregar valor aos já existentes.

Além das propriedades funcionais das proteínas do soro de leite, este subproduto apresenta excelentes propriedades tecnológicas. Na forma em pó, o uso do soro de leite permite intensificar o desenvolvimento de cor durante o cozimento de produtos cárneos embutidos (DAGUER et al., 2010), aumentar o volume dos pães e bolos e atuar como veículo anti-aglutinante em misturas secas (ZAVAREZE et al., 2010). Já nos sorvetes e sobremesas lácteas, o uso do soro doce é associado à formação de espumas estáveis e aumento da aeração do produto (ANTUNES, 2003; KRÜGER et al., 2008; CALDEIRA et al., 2010) além de melhoria da textura de doces de leite (VIOTTO e MACHADO, 2007).

A alimentação de bovinos e principalmente de suínos com soro de leite «in natura» representa uma forma de utilização com pouca ou nenhuma necessidade de processamento. A inclusão deste tipo de dieta é usada como uma estratégia alimentar para melhorar o ganho em peso e redução nos custos de produção (BROOKS et al., 2003).

Segundo Brooks et al. (2003) as formas de utilização do soro de leite para a alimentação animal variam desde o fornecimento direto de soro de leite líquido à adição de soro concentrado ou seco para ensilagem, o que contribui com a reciclagem dos produtos da indústria alimentícia. O aproveitamento do soro de leite também foi estudado para aplicação nas indústrias químicas e farmacêuticas (COTON, 1985). Entretanto, considerando a carência alimentar mundial aliada às crescentes quantidades de soro de leite produzidas, o seu aproveitamento é sugerido para melhorar a eficiência econômica dos laticínios e desenvolvimento de novos produtos, inserindo-o na alimentação humana como uma forma nutritiva e palatável (SEIBEL e CANSIAN, 2000; PACHECO et al., 2005; PELEGRINI; CARRASQUEIRA, 2008).

Quando o soro de leite é processado a produtos alimentícios, o processo inicial deve ser realizado na indústria aonde o soro é produzido, para que sua alteração em virtude do crescimento de micro-organismos indesejáveis seja prevenida ou retardada. Estes tratamentos podem incluir a centrifugação, pasteurização, concentração ou fermentação. (BORGES et al., 2001; BASSETI et al., 2003; LEITE et al., 2006).

2.3.2 Aplicações no desenvolvimento de produtos e benefícios à saúde

Estudo realizado por Pedersen & Hoffman-Goetz (2000) constatou que o estresse oxidativo produzido durante a atividade física contribuiu para o desenvolvimento da fadiga muscular de atletas, levando a redução do desempenho físico.

Por ser considerada uma excelente fonte de proteínas e proporcionar ótima retenção de nitrogênio, com melhor valor biológico e prevenir o estresse metabólico dos órgãos, o soro de leite tem sido inserido na alimentação de atletas e fisiculturistas (HARAGUCHI et al., 2006).

O primeiro trabalho que relacionou os efeitos das proteínas do soro com o desempenho físico foi desenvolvido por Lands et al. (1999). Esses autores 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. Após três meses de tratamento com a administração de 20g/dia de WPC, foi constatado que o grupo suplementado com WPC apresentou aumento de 35,5% na concentração de glutatona, um antioxidante dependente da concentração intracelular do aminoácido cisteína para ser sintetizado. Neste estudo comprovou-se que a suplementação com WPC permitiu aos voluntários o aumento da potência e da quantidade de trabalho em testes de velocidade. 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 glutatona e subsequente redução da disfunção muscular causada pelos agentes oxidantes.

Burke et al. (2001) observaram ganho significativo de massa muscular em adultos jovens suplementados com as proteínas do soro e submetidos a um programa de exercícios com pesos, comparado a um grupo que não recebeu o suplemento.

Calbet & Maclean (2002) avaliaram o efeito de quatro diferentes soluções, sendo uma que continha apenas 25g/l de glicose (C) e três que continham 25g/l de glicose e 0,25g/kg de peso corporal de três diferentes fontes proteicas: ervilhas (E), proteínas do soro (W) e leite integral (L) sobre as concentrações de insulina e aminoácidos. Nesse estudo foi observado que a solução que continha as proteínas do soro provocou aumento significativo ($p < 0,05$) da concentração plasmática de insulina, aproximadamente duas vezes maior que a observada com a solução que continha leite integral (615, com desvio-padrão (dp)=104pmol/l e 388, dp=51pmol/l para W e L, respectivamente) e quatro vezes maior que a solução que continha apenas glicose (C) (615, dp=104pmol/l e 208, dp=53pmol/l para W e C, respectivamente). Os autores observaram, também, que a solução W provocou maior aumento na concentração plasmática de aminoácidos essenciais (738, dp=75µmol/l para 1.586, dp=178µmol/l), comparada às outras soluções.

Sabe-se que o excesso de gordura corporal é considerado no mundo todo um problema de saúde

pública. Já é comprovado cientificamente que o alto teor de aminoácidos essenciais das proteínas do soro afeta os processos metabólicos da regulação energética, de forma a favorecer o controle e a redução da gordura corporal. Layman et al. (2003) constataram que as dietas que apresentam maior relação proteína/carboidratos são mais eficientes para o controle da glicemia e da insulina pós-prandial, situação que favorece a redução da gordura corporal e a preservação da massa muscular durante a perda de peso.

No ano 2002 Micke et al. (2002) constataram aumento das concentrações plasmáticas de glutatona em pacientes portadores do vírus HIV submetidos a uma suplementação com proteínas de soro de leite. Dois anos após, pesquisador da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) em parceria com Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital), constatou um aumento de 27% do sistema imunológico de crianças, também, portadoras do vírus HIV, às quais foram ministradas um suplemento protéico elaborado a partir de soro de leite (SGARBIERI, 2004). O autor relatou que concentrados de proteínas do soro de leite bovino apresentaram também atividades anticancerígena em modelos animais e em culturas de células cancerígenas, antibacteriana e antiviral, antiúlcera e maior proteção ao sistema cardiovascular.

Para Haraguchi et al. (2006) o poder imunomodulador das proteínas do soro é outra importante propriedade funcional. Esses autores relataram que os aminoácidos essenciais, com destaque para aqueles de cadeia ramificada, presentes no soro de leite, exercem papel importante na saúde humana, por exemplo, no controle da pressão sanguínea e como agente redutor do risco cardíaco. Félix (2009) tratou o soro de leite como o «soro da memória» pelo fato desse subproduto concentrar componentes que atuam sobre os neurônios na formação de suas redes e das sinapses.

Embora os resultados das pesquisas apontarem os benefícios do soro de leite, são necessários mais estudos que possam reforçar os resultados dos estudos até então existentes.

2.3.3 Outras aplicações

A utilização do soro de leite como fertilizante é uma técnica muito difundida em vários países pelo fato desse subproduto ser fonte de nitrogênio, fósforo e potássio, chegando a conter 1,3 g/L de N, 1,1 g/L de P_2O_5 e 1,9 g/L de K_2O . No entanto, esta prática não é recomendada por um longo período, pois com o tempo, podem ocorrer grandes depósitos de sais e assim, reduzir a fertilidade dos solos (GHERI et al., 2003).

Há décadas, o soro de leite é empregado industrialmente para produção de ácido láctico por meio de processos fermentativos, sendo hoje o substrato mais comum para esse fim. A utilização do soro na fabricação de produtos por fermentação depende, em geral, da disponibilidade de um micro-organismo seguro, que converta a lactose na substância desejada e da viabilidade do custo da fonte do carboidrato a ser fermentado (TORRES, 1988). O soro pode ainda ser fermentado como alternativa para produção de biogás e biomassa, os quais podem ser utilizados como fonte de energia (PONSANO e CASTRO-GOMEZ, 1995).

Além dos diversos produtos que contêm em suas formulações soro de leite, como bebidas lácteas, leite fermentado, sucos, ricota e pães (SANTOS e FONSECA, 2001; AZEVEDO et al., 2007), o soro de leite tem sido usado para produção de suplemento nitrogenado para ração animal e produção de etanol com consequência da redução dos valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), otimização do crescimento de leveduras e bactérias de interesse biotecnológico e obtenção de polissacarídeos microbianos extracelulares (SEVERO, 1995; REVILLION et al., 2000).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As descobertas científicas têm demonstrado nas últimas décadas as múltiplas e importantes propriedades multifuncionais das proteínas presentes no soro do leite bovino. Suas aplicabilidades são variadas e seus efeitos fisiológicos altamente benéficos. Entretanto é necessária a continuidade de pesquisas nesta área considerando que o conhecimento sobre os efeitos no organismo e possíveis aplicações no tratamento de doenças crônicas e/ou degenerativas é ainda muito limitado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio estrutural e a Fundação Araucária pela concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de Proteínas do Soro de Leite Bovino**. 1. ed. 1. Barueri: Manole, 2003. 142p.
- AZEVEDO, F. L. A. A. et al. Enriquecimento Nutricional de Pão de Forma com Soro de Leite em Pó. 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.

BASSETTI, F. J.; PERES L.; PETRUS, J. C. C. Desenvolvimento de membranas assimétricas microporosas e aplicação na concentração do soro de queijo. In: CONGRESSO IBERI-AMERICANO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MEMBRANAS, 4., 2003, Florianópolis. **Anais do Congresso Ibero-americano em Ciência e Tecnologia de Membranas**. Florianópolis, 2003. 1 CD-ROM.

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. **Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Florianópolis, 2009. 1 CD-ROM.

BORGES, P. F. Z. et al. Produção piloto de concentrados de proteínas de leite bovino: composição e valor nutritivo. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.4, n.411, p.1-8, 2001.

BOSCHI, J. R. **Concentração e purificação das proteínas do soro de queijo por ultrafiltração**. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BROOKS, P. H.; BEAL, J. D.; NIVEN, S. Liquid feeding of pigs. I. Potencial for reducing environmental impact and for improving productivity. **Animal Science Papers and Reports**, v.21, n.1, p.7-22, 2003.

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.

CALDEIRA, L. A. et al. Desenvolvimento de bebida láctea sabor morango utilizando diferentes níveis de iogurte e soro lácteo obtidos com leite de búfala. **Ciência Rural**, v.40, n.10, p.17-22, 2010.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de

Pessoal de Nível Superior. **Portal de Periódicos Capes**. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br/portugues/index.jsp>>. Acesso em: 15 nov. 2010.

CARDI, L. Intumescimento filamentosos 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.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Produtos Lácteos** – Série P+L, 2008, 95p.

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.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 18 mar. 2005.

COTON, S. G. Whey recourses and utilization. **Journal of the Society Dairy Technology**, v.38, n.4, p.97-100, 1985.

DAGUER, H.; ASSIS, M. T. Q. M.; BERSOT, L. S. Controle da utilização de ingredientes não cárneos para injeção e marinação de carnes. **Ciência Rural**, v.40, n.9, p.2037-2046, 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.

FITZSIMONS, S. M.; MULVIHILL, D. M. et al. Denaturation and aggregation processes in thermal gelation of whey proteins resolved by differential scanning calorimetry. **Food Hydrocolloids**, v.11, n.4, p.62-69, 2006.

- 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, n.6, p.753-760, 2003.
- GIROTO, J. M.; PAWLOWSKY, U. O soro de leite e as alternativas para o seu beneficiamento. **Brasil Alimentos**, v.2, n.5, p. 43-46, 2001.
- GOOGLE. **Google Acadêmico**. Disponível em: <<http://scholar.google.com.br/schhp?pt=BR>>. Acesso em: 15 out. 2010.
- 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.
- KRÜGER, R.; KEMPKA, A. P.; OLIVEIRA D.; VALDUGA, E.; CANSIAN, R. L.; TREICHEL, H. Di LUCCIO, M. Desenvolvimento de uma bebida láctea probiótica utilizando como substratos soro de leite e extrato hidrossolúvel de soja. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.1, p.43-53, 2008.
- LAGRANGE, V.; DALLAS, P. Produtos de soro dos EUA: disponibilidade, recursos tecnológicos, aplicações. **Engenharia de Alimentos**, v.15, n.2, p.27-29, 1997.
- LANDS, L. C.; GREY, V. L.; SMOUTAS, A. A. Effect of supplementation with cysteine donor on muscular performance. **Applications Journal Physiological**, v. 87 n.4, p. 1381-1385, 1999.
- 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.
- LEITE, Z.T.C.; VAITSMAN, D.S.; DUTRA, P. B.; GUEDES, A. Leite e alguns de seus derivados: da antiguidade à atualidade. **Química Nova**, v.29, n.4, p.876-880, 2006.
- LIU, G.; XIONG, Y. L.; BUTTERFIELD, D. A. Chemical, physical, and gel forming properties of oxidized myofibrils and whey and soy proteins isolate. **Food Chemistry and Toxicology**, v.65, n.5, p.811-818, 2000.
- MACEDO, G. A.; MACEDO, J. A. **Probióticos e prebióticos em alimentos: fundamentos e aplicações tecnológicas**. 1. ed. São Paulo: Varela, 2011. 104p.
- MEDILNE. **Literatura internacional em Ciências da Saúde**. PubMed/Medilne. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/...=MEDILNEelang=p>>. Acesso em: 15 nov. 2010.
- 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.
- MIZUBUTI, I. Y. Soro de Leite: Composição, processamento e utilização na alimentação. **Semina Ciências Agrárias**, v.15, n.1, p.80-94, 1994.
- PACHECO, M. T. B.; ANTUNES, A. E. C.; SGARBIERI, V. C. **New technologies and physiological functional properties of milk proteins**. 1 ed. New York: Nova Science Publishers, 2008. 244p.
- PACHECO, M. T. B.; DIAS N. F. G.; BALDINI, V. L.; TANIKAWA, C.; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de concentrados protéicos do soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.2, p.333-338, 2005.
- PEDERSEN, B. K.; HOFFMAN-GOETZ, L. Exercise and the immune system: regulation, integration and adaptation. **Physiology Journal**, v.80, n.3, p.1055-1081, 2000.
- PELEGRINI, 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.
- PONSANO, E. H. G.; CASTRO-GOMEZ, R.J.H. Fermentação de soro de queijo por *Kluyveromyces fragilis* como uma alternativa para a redução de sua capacidade poluidor. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.15, n.2, p.170-173, 1995.
- REVILLION, J.P.; BRANDELLI, A.; AYUB, M.A.Z. Produção de extratos de leveduras de uso alimentar a partir do soro de queijo: abordagem de elementos técnicos e mercadológicos relevantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.2, p.246-247, 2000.
- RICHARDS, N. S. P. S. Soro lácteo: Perspectivas Industriais e Proteção ao meio ambiente. **Revista Food Ingredients**, v.38, n.17, p.20-27, 2002.
- SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. Importância

e efeito de bactérias psicrotólicas sobre a qualidade do leite. **Higiene Alimentar**, v.15, n.82, p.13-19, 2001.

SCIENTIFC ELETRONIC BASE LIBRARY ONLINE – **SciELO**. Disponível em: <http://www.scielo.org/php/index.php>. Acesso em: 15 out. 2010.

SEIBEL, N. F.; CANSIAN, R. L. Análise de diferentes concentrações de soro na produção de bebida láctea. **Leite & Derivados**, v.9, n.52, p.44-49, 2000.

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

SEVERO, L.M.B. **Desenvolvimento de uma Bebida Láctea a Base de Soro de Leite Fermentado**. 1995. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

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

SILVA, D. J. P.; CASTRO, V. C. Perfil das micro e pequenas indústrias de laticínios da Zona da Mata mineira. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.61, n.2, p.249-253, 2006.

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.

SILVEIRA, P. R.; ABREU, L.R. Rendimento e composição físico-química do queijo prato elaborado com leite pasteurizado pelo sistema HTST e injeção direta de vapor. **Ciências Agrotécnicas**, v.27, n.6, p.1340-1347, 2003.

SMITH, L. L. Overtraining, excessive exercise and altered immunity: Is This a T Helper-1 Versus T Helper-2 Lymphocyte Response. **Sports Medicine**, v.33, n.5, p.347-364, 2003.

TORRES, C.C. **Bebidas à Base de Soro de Queijo: Caracterização Físico-Química, Microbiológica e Sensorial**. 1988. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VIOTTO, W. H.; MACHADO, L. M. P. Estudo sobre a cristalização da lactose em doce de leite pastoso elaborado com diferentes concentrações de soro de queijo e amido de milho modificado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.62, n.4, p.16-21, 2007.

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

ZAVAREZE, E. R.; MORAES, K. S.; SALAS-MELLADO, M. M. Qualidade tecnológica e sensorial de bolos elaborados com soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.1, p.102-106, 2010.