

ELISA HELENA GIGLIO PONSANO<sup>a</sup>  
MARCOS FRANKE PINTO<sup>a</sup>  
RAUL JORGE HERNAN CASTRO-GOMEZ<sup>b</sup>

PONSANO, E.H.G.; PINTO, M.F.; GOMEZ, R.J.H.C. Soro de leite - obtenção, características e aproveitamento: revisão. *Semina: Ci. Agr., Londrina*, v. 13, n. 1, p. 92-96, mar. 1992.

## RESUMO

*O presente trabalho apresenta as formas de obtenção de soro de leite, composição química, valor nutricional e capacidade poluente, bem como algumas alternativas disponíveis industrialmente para seu aproveitamento.*

**PALAVRAS-CHAVE:** Soro de leite, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

## 1 – INTRODUÇÃO

A fabricação de queijos, inevitavelmente, produz uma grande quantidade de soro de leite (Scott, 1986). O aumento da popularidade do queijo traz consigo um aumento na produção do soro de leite, para o qual existe uma pequena demanda (Kosikowski, 1979).

O soro de leite sempre foi tratado como subproduto, sendo despejado como esgoto ou utilizado para alimentação animal (Mulvihill, 1987). O despejo do soro de leite nas plantas de tratamento de efluentes, no entanto, acarreta sérios problemas ambientais e de poluição de águas (Marwaha & Kennedy, 1988). Isto porque, apesar de conter quantidades substanciais de nutrientes, ele é considerado um poluente orgânico.

Entretanto, o soro de leite agora começa a ser visto como um produto cujos constituintes podem ser aproveitados pelas indústrias de alimentos, farmacêutica e química.

## 2 – DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO

O soro de leite é a porção aquosa que se separa do coágulo durante a fabricação convencional de queijo ou de caseína (Kosikowski apud Kosikowski, 1979), e que retém cerca de 55% dos nutrientes do leite (Kosikowski, 1979).

É um líquido opaco, amarelo-esverdeado. Representa um sub-produto para a indústria de laticínios pois, apesar de conter quantidades substanciais de nutrientes, é considerado um poluente orgânico, o que faz dele um "problema de despejo".

O soro de leite é produzido na proporção direta da quantidade de queijo produzido. Para cada kg de leite utilizado na manufatura de queijo, cerca de 10% termina como coágulo e o restante como soro de leite líquido (Zall, 1979).

Desde cerca de 5000 a.C., quando o homem começou a manufatura de queijos, o soro de leite como produto secundário mostrou-se um problema de despejo. Na Idade Média, o soro de leite era utilizado em drogas farmacêuticas como componente de unguentos para queimaduras, como bálsamo para pele ou como poção revitalizante para cabelos, mas raramente era utilizado em alimentação humana (Kosikowski, 1979).

A composição e o tipo de soro de leite produzido nas indústrias leiteiras dependem dos tipos de queijos fabricados e dos processos tecnológicos utilizados na produção (Marwaha & Kennedy, 1988). Portanto, seu conteúdo em proteínas, sais minerais, ácidos graxos, lactose e ácido láctico também pode variar (Scott, 1986).

Do ponto de vista industrial existem dois tipos de soro de leite – Soro de Leite Doce e Soro de Leite Ácido (Nielsen, 1974), que podem ser definidos como:

**Soro de Leite Doce:** Resultante da manufatura de queijos feitos com leites coagulados inicialmente por renina, tal como o Cheddar. Apresenta acidez relativamente baixa. Sua acidez titulável em ácido láctico é de 0,15 a 0,18%, correspondente a um pH de 6,3 a 6,7 no corte.

**Soro de Leite Ácido:** Resultante da manufatura de caseína ou de queijos feitos com leites coagulados inicialmente por ácido, tal como o Cottage. Apresenta de uma acidez titulável de 0,5 a 0,6% em ácido láctico; pH de 4,6 a 4,7 no corte.

A acidificação pode ocorrer devido à adição direta de ácido mineral ou à produção "in situ" de ácido pela cultura adicionada (Mulvihill, 1987).

O soro de queijos maturados é doce, com pH de 5,9 a 6,3, enquanto o soro de queijos não maturados ou de queijos frescos é ácido, com pH geralmente entre 4,4 e 4,6 (Kosikowski, 1979).

O soro de leite possui em sua composição proteínas, lactose, gordura e sais minerais, perfazendo cerca de 6,0 a 6,5% de sólidos, além de ácido láctico e de nitrogênio

a. Mestrando em Ciências de Alimentos – Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos – Centro de Ciências Agrárias – Universidade Estadual de Londrina, Caixa Postal 6001, CEP 86051-970, Londrina - Paraná - Brasil

b. Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos – Centro de Ciências Agrárias – Universidade Estadual de Londrina

não solúvel em quantidades variáveis (Beausejour et al, 1981; Kosikowski apud Kosikowski, 1979).

As proteínas constituintes do soro de leite são: a beta-lactoglobulina, a alfa-lactalbumina, as lactoglobulinas (imunoglobulinas), e a soro-albumina bovina. Além destas, existem ainda várias outras proteínas, coletivamente denominadas "proteose-peptona", muitas das quais são resultantes da proteólise da caseína (Mulvihill, 1987).

O componente presente em maior porcentagem na porção sólida do soro de leite é a lactose, sendo responsável pelo seu sabor adocicado. É um dissacarídeo encontrado exclusivamente no leite, constituído de quantidades equimolares de galactose e glucose ligadas através de uma ligação beta 1-4.

A composição média de alguns tipos de soro de leite pode ser vista na tabela 1.

TABELA 1

COMPOSIÇÃO MÉDIA E pH DE SORO DE LEITE DOCE (CASEÍNA OBTIDA ATRAVÉS DE COAGULAÇÃO COM RENINA E QUEIJO CHEDDAR) E SORO DE LEITE ÁCIDO (CASEÍNA OBTIDA ATRAVÉS DE COAGULAÇÃO COM ÁCIDO LÁTICO E COM ÁCIDO MINERAL)

Componente	COMPOSIÇÃO (g/l)			
	SORO DE LEITE DOCE		SORO DE LEITE ÁCIDO	
	Caseína/ Renina	Queijo Cheddar	Caseína/ Ac. láctico	Caseína/ Ac. mineral
Sólidos Totais	66	87	64	63
Proteína Total (Nx6,38)	6,57	6,47	6,20	6,10
Nitrogênio Não Proteico	0,37	0,27	0,40	0,30
Lactose	52,3	52,4	44,3	46,9
Gordura	0,2	0,2	0,3	0,3
Minerais	5,0	5,2	7,5	7,9
Cálcio	0,5	0,4	1,6	1,4
Fosfato	1,0	0,5	2,0	2,0
Sódio	0,53	0,50	0,51	0,50
Lactato	—	2,0	6,4	—
pH	6,4	5,9	4,6	4,7

Fonte: (11)

Embora tenha-se obtido avanços na utilização industrial de soro de leite, cerca da metade da produção mundial é desprezada. A maior parte do restante é processada mas, frequentemente, permanece estocada na forma desidratada para ser finalmente utilizada para alimentação humana ou animal (Hacking apud Marwaha & Kennedy, 1988).

O aumento da demanda para a produção de queijos para populações crescentes levou a um aumento na produção de soro de leite em todo o mundo, fato que só tende a aumentar.

A produção mundial de soro de leite em 1981 era de 90 milhões de toneladas (IDF News apud Marwaha & Kennedy, 1988).

### 3 – POTENCIAL POLUENTE

A descarga do excedente de soro de leite em esgoto constitui uma perda significativa de alimento em poten-

cial e energia. Além disso, representa um sério poluente pois impõe um alto valor de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), de 30.000 a 50.000 mg/l nas plantas de tratamento de águas residuais ou sobre o solo (Hickey & Hill, 1980; Singh et al, 1983; Marwaha, Sienkiewics apud Marwaha & Kennedy, 1988).

Por isso, o soro de leite constitui um dos maiores problemas para o sistema de tratamento de resíduos líquidos de laticínio.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio se refere à quantidade de oxigênio necessária para que ocorra a degradação bioquímica do material orgânico em questão. O soro de leite apresenta altos valores de DBO por possuir significativa quantidade de matéria orgânica em sua composição, representada pela lactose e pelas proteínas.

A disposição do soro de leite, portanto, conduz a sérios problemas ambientais e de poluição de águas; ele compromete a estrutura físico-química do solo, diminui o rendimento de colheita (McAuliffe et al, 1982; Anderson, Frittscha, Tewes apud Marwaha & Kennedy, 1988) e reduz a vida aquática devido à depleção do oxigênio dissolvido na água (Yang et al, 1980; Marshall, Tiwana, Werner, Wheatland apud Marwaha & Kennedy, 1988).

A DBO do soro de leite pode variar de 30.000 a 60.000 mg/l, dependendo do processo específico de produção de queijo utilizado. Isso equivale a cerca de 30 a 60 kg de DBO para cada 1000 kg de soro de leite produzido. Para cada 1000 kg de soro de leite cru descarregado em uma correnteza de água, 4.500.000 kg de água aerada não poluída são necessários para sua oxidação biológica (Zall, 1979).

Devido a este potencial poluente, o soro de leite requer um tratamento antes de ser despejado como esgoto, o que representa ônus para a indústria leiteira.

Este fator, aliado ao fato de que o soro de leite possui nutrientes valiosos (proteína, lactose e sais minerais), leva algumas indústrias a optarem pelo aproveitamento deste "sub-produto" com vistas à alimentação humana e/ou animal (Scott, 1986).

### 4 – APROVEITAMENTO INDUSTRIAL

Com o auxílio de processos técnicos modernos de separação, o soro de leite vem sendo transformado de um resíduo industrial em um produto de amplas utilidades. O conteúdo nutricional do soro de leite é visto com bastante interesse para a indústria de alimentos (Lorenzen, 1987).

A utilização do soro de leite implica em que este, seja integral, concentrado ou fracionado, seja utilizado pelo homem ou por animais na forma de alimento nutritivo ou como algum componente essencial de um alimento (Kosikowski, 1979).

Assim, são descritas a seguir algumas possíveis formas de utilização do soro de leite, bem como alguns métodos de obtenção.

#### 4.1 – Soro de leite integral

O soro de leite líquido, não tratado, pode ser utilizado para alimentação animal, particularmente para suínos (Coton, 1985). Pode também ser utilizado como ração ou como suplementação de água para vacas (Zall, 1979),

com a vantagem de utilização dos componentes do soro de leite para melhorar a nutrição dos animais (Kosikowski, Muller, Rogers apud Kosikowski, 1979; Schingoethe, 1976).

Entretanto, a prática de alimentação animal com soro de leite líquido só é vantajosa no caso de existir um pronto acesso da indústria leiteira à área rural onde os animais estejam localizados.

Na indústria de alimentos, o soro de leite líquido pode ser utilizado para a produção de bebidas, ou como ingredientes para bebidas (Holmes, 1979; Coton, 1985; Breslau apud Zall, 1979; Holsinger et al, 1974).

Devido a seu alto conteúdo em nitrogênio, fósforo e outros minerais, a irrigação do solo também representa uma forma de aproveitamento do soro de leite líquido. Porém, quando indevidamente aplicada, esta prática pode levar à destruição da vegetação e causar mal cheiro (Zall, 1979). O enriquecimento de pastagens e de solo destinado à agricultura com soro de leite resulta em benefício. Porém, se esta prática for excessiva, o depósito pesado de sais que se acumulam pode reduzir a habilidade da terra no crescimento da vegetação (Kosikowski, 1979). Entretanto, em áreas onde ocorram chuvas anuais adequadas e exista abundante vegetação que absorva nitrogênio e fósforo, a aplicação do soro de leite no solo é praticável, representando um benefício econômico à colheita (Zall, 1979).

O soro de leite integral também pode ser utilizado como substrato em processos fermentativos, fornecendo produtos úteis e lucrativos. Além disso, pode ser utilizado no cultivo de microrganismos a nível laboratorial, bem como no preparo de fermentos utilizados na fabricação de alguns tipos de queijos (Gillies, 1974; Marth, 1970; Scott, 1986).

## 4.2 – Soro de leite concentrado e soro de leite seco

O soro de leite pode ser concentrado por evaporação ou por osmose reversa podendo, posteriormente ser seco em evaporadores a vácuo ou em secadores por aspersão adequados a esta finalidade (Coton, 1985; Kosikowski, 1979; Marwaha & Kennedy, 1988; Zall, 1979).

A secagem e a concentração do soro de leite reduzem o volume para transporte, além de favorecer a conservação de sua qualidade (Kosikowski, 1979).

O soro de leite concentrado ou seco pode ser utilizado diretamente na alimentação animal e/ou como aditivo em vários gêneros alimentícios destinados ao consumo humano (Coton, 1985; Marwaha & Kennedy, 1988).

## 4.3 – Produtos de soro de leite modificado

### 4.3.1 – Soro de leite desmineralizado

A desmineralização reduz o conteúdo de sais minerais do soro de leite, que parece ser muito alto para algumas aplicações em alimentos (Marwaha & Kennedy, 1988).

Eletrodialise e troca-iônica representam os principais processos utilizados para a desmineralização.

O soro de leite desmineralizado é utilizado principalmente na manufatura de alimentos infantis, podendo também ser utilizado na fortificação de bebidas e em

produtos de panificação (Zall, 1979), além de representar um substrato ideal para a produção de álcool etílico através de processos fermentativos (Holsinger, 1974; Kosikowski, 1979; Kosikowski e Wzorem, 1977; Maiorella, 1984).

### 4.3.2 – Lactose refinada

A lactose pode ser cristalizada e removida diretamente do soro de leite ou da fração rica em lactose obtida após os processos de separação das proteínas do soro. O produto obtido encontra várias aplicações nas indústrias química, farmacêutica e de alimentos.

A lactose refinada obtida do soro de leite é utilizada na indústria farmacêutica para fornecer compressibilidade, lubrificação e firmeza na confecção de comprimidos, no revestimento de pílulas e em cosméticos (Holmes, 1979). Na indústria química, os usos para a lactose incluem produção de ácidos láctico e cítrico, corantes (a lactose é um bom carreador para corantes) e manufatura de espumas de poliuretano. Na indústria de alimentos, a lactose é utilizada principalmente em produtos de confeitaria e na produção de alimentos infantis. Também pode ser utilizada como carreador de flavorizantes e corantes em alimentos (Mathur & Shahani, 1979).

### 4.3.3 – Concentrados proteicos

As proteínas do soro obtidas por vários processos de separação são utilizadas em alimentação humana ou animal (Zall, 1979). Elas possuem aminoácidos essenciais adequados, são facilmente digeridas e são consideradas altamente nutricionais e fisiologicamente completas (Forsum apud Mathur & Shahani, 1979). Além disso, elas apresentam características funcionais excelentes (Hagget apud Mathur & Shahani, 1979).

O alto conteúdo de aminoácidos essenciais das proteínas do soro de leite é de interesse para a indústria de alimentos, uma vez que podem ser utilizadas para aumentar o valor nutricional de proteínas de cereais ou outras de baixa qualidade (Lorenzen, 1987; Mulvihill, 1987; Forsum apud Forsum, 1974).

Para melhor se aproveitar as características funcionais e nutricionais das proteínas do soro de leite, é necessário que se faça uma concentração através da separação de substâncias de baixo peso molecular (sais minerais, lactose, água) (Lorenzen, 1987).

Existem vários processos disponíveis para a recuperação e modificação das proteínas do soro. Estes incluem coagulação por calor, precipitação por agentes químicos, filtração em gel, eletrodialise, osmose reversa, ultrafiltração e troca iônica (Jelen, 1983; Lorenzen, 1987; Marwaha & Kennedy, 1988; Mathur & Shahani, 1979; Mulvihill, 1987; Zall, 1979), podendo ser utilizados separadamente ou em sequência para a remoção de substâncias de baixo peso molecular (Marwaha & Kennedy, 1988).

Um dos métodos mais antigos utilizados no isolamento de proteínas envolve a desnaturação por calor e o ajuste do pH. O produto obtido é conhecido como "lactoalbumina" (Robinson apud Mulvihill, 1987).

Na França, é utilizado um processo de recuperação

de proteínas por aquecimento. A lactalbumina coagulada obtida é então adicionada ao leite destinado à fabricação de queijos (Walker apud Jelen, 1983).

As proteínas do soro coaguladas também encontram aplicação na indústria de carne. Quando utilizadas na manufatura de salsichas, estabilizam a emulsão (Lorenzen, 1987), além de funcionarem como ligantes (Jelen, 1983).

As técnicas que recuperam proteínas de soro em sua forma nativa fornecem proteínas que retêm a maioria de suas propriedades funcionais sendo, por isso, consideradas superiores àquelas obtidas por processos de coagulação pelo calor (Morr apud Mathur & Shahani, 1979).

Os concentrados proteicos de soro de leite apresentam características funcionais desejáveis para a indústria de alimentos, tais como: boa solubilidade, boa viscosidade, boa capacidade estabilizante, emulsificante, espumante, geleificante e de absorção de água (Mathur & Shahani, 1979). Por isso, as proteínas do soro têm encontrado uma série de aplicações na indústria de alimentos, incluindo sopas desidratadas, molhos para saladas, alimentos infantis, dietéticos e geriátricos, sorvetes, carnes (Holmes, 1979; Jelen, 1983), na produção de derivados de leite, de produtos de panificação e de bebidas, como suplementos alimentares (Hidalgo & Camper, 1977; McDonough et al, 1974; Sternberg et al, 1976; Feminella, Malaspina, Zabulite, apud Kosikowski, 1979). Um exemplo brasileiro é o guaraná TAI, que contém 1,5% de proteínas de soro de leite obtidas por osmose reversa (Mathur & Shahani, 1979).

#### 4.3.4 – Permeato de soro de leite

O permeato de soro de leite é o produto originado após os processos de recuperação de proteínas do soro através de ultrafiltração. É rico em lactose e pode representar uma fonte econômica de produção de lactose refinada (como citado acima), de suplemento para alimenta-

ção animal ou de substrato para vários processos fermentativos (Marwaha & Kennedy, 1988). Através de hidrólise por processos químicos ou enzimáticos, a fração de lactose pode ser transformada em um xarope de glucose e galactose que também pode ser utilizado em processos fermentativos, além de encontrar aplicações em produtos derivados de leite, bem como em produtos de confeitaria e de panificação.

A utilização fermentativa da lactose presente no permeato de soro de leite pode fornecer vários produtos, de acordo com o organismo utilizado, como por exemplo: etanol, biomassa, acetona, butanol, ácido láctico, lactato de amônio, ácido cítrico, ácido acético, ácido lactobiónico, ácido itacônico, ácido málico, gomas, aminoácidos, vitaminas, antibióticos (Beausejour et al, 1981; Cotton, 1985; Maiorella, 1984) e metano (Scott, 1986).

## 5 – CONCLUSÃO

Vários são os fatores que levam atualmente a indústria queijeira a considerar as possibilidades de aproveitamento do soro de leite.

Como foi visto, o aumento da produção de queijos traz como consequência um aumento na produção de soro de leite.

A crescente falta de alimentos que ameaça o mundo e é uma realidade em populações carentes de diversos países, incluindo o Brasil, torna inadmissível considerar o soro de leite como dejetos industriais.

Além disso, a crescente conscientização mundial em relação à preservação ambiental torna obrigatório um adequado tratamento de qualquer dejetos industriais com capacidade poluente.

Assim, o valor nutricional do soro de leite e a despesa necessária para seu tratamento caso seja considerado efluente faz com que as técnicas que permitem sua transformação em um produto com valor comercial se tornem cada vez mais atraentes.

PONSANO, E.H.G.; PINTO, M.F.; GOMEZ, R.J.H.C. Cheese-whey - production, features and utilization: a review. *Semina: Ci. Agr., Londrina*, v. 13, n. 1, p. 92-96, mar. 1992.

### ABSTRACT

*This paper deals with the different ways of obtaining cheese-whey, its chemical composition, nutritional value and pollutant load, as well as some available industrial possibilities for its utilization.*

**KEY-WORDS:** Whey, cheese-whey, Biochemical Oxygen Demand (BOD)

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BEAUSEJOUR, D.; LEDUY, A.; RAMALHO, R.S. Batch cultivation of *Kluyveromyces fragilis* in cheese whey. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, 59: 522-526, 1981.
2. COTON, S.G. Whey resources and utilization. *Journal of the Society of Dairy Technology*, 38: 97-100, 1985.
3. FORSUM, E. Nutritional evaluation of whey protein concentrates and their fractions. *Journal of Dairy Science*, 57(6): 665-670, 1974.
4. GILLIES, M.T. *Whey processing and utilization: economic and technic aspects*. London: Noyes Data, 1974. p. 24.
5. HICKEY, M.W. & HILL, R.D. Investigations into the ultrafiltration and reverse osmosis of wheys. II. The effects of some minor whey constituents. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*, 15: 123-130, 1980.
6. HIDALGO, J. & CAMPER, E. Solubility and heat stability of whey protein concentrates. *Journal of Dairy Science*, 60: 1515, 1977.
7. HOLMES, D.G. Whey products. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*, 14(2): 208-211, 1979.

8. HOLSINGER, V.H.; POSATI, L.P.; DEVILBISS, E.D. Whey beverages: a review. *Journal of Dairy Science*, 57: 849-859, 1974.
9. JELEN, P. Reprocessing of whey and other dairy wastes for use as food ingredients. *Food Technology*, 37: 81-84, Feb. 1983.
10. KOSIKOWSKI, F.V. Whey utilization and whey products. *Journal of Dairy Science*, 62: 1149-1160, 1979.
11. KOSIKOWSKI, F.V. & WZOREN, W. Whey wine from concentrates of reconstituted acid whey powder. *Journal of Dairy Science*, 60: 1982-1986, 1977.
12. LORENZEN, P. What's to be done with whey? *Food Engineering International*, 12: 41-42, June 1987.
13. MAIORELLA, B.L. Ethanol, biomass and enzyme production for whey waste abatement. *Process Biochemistry*, 19(4): 157-161, 1984.
14. MARTH, E.H. Fermentation products from whey. In: WEBB, B.H. & WHITTIER, E.O. *By-products from milk*. Westport: Avi, 1970. p. 43.
15. MARWAHA, S.S. & KENNEDY, J.F. Review: Whey - pollution problem and potencial utilization. *International Journal of Food Science and Technology*, 23: 323-336, 1988.
16. MATHUR, B.N. & SHAHANI, K.M. Use of total whey constituents for human food. *Journal of Dairy Science*, 62: 99-105, 1979.
17. MCAULIFFE, K.W.; SCOTTER, D.R.; MACGREGOR, A.N.; EARL, K.W. Casein whey waste water effects on soil permeability. *Journal of Environmental Quality*, 11: 31-34, 1982.
18. MCDONOUGH, F.R.; HARGROVE, R.E.; MATTINGLY, W.A.; POSATI, L.P.; ALFORD, J.A. Composition and properties of whey proteins concentrates from ultrafiltration. *Journal of Dairy Science*, 57: 1438, 1974.
19. MULVIHILL, D.M. Whey proteins and their thermal denaturation - a review. *Irish Journal of Food Science and Technology*, 11: 43-75, 1987.
20. NIELSEN, V.H. What, exactly, is whey? *American Dairy Review*, 36: 68-72, 1974.
21. SCHINGOETHE, D.J. Whey utilization in animal feeding: a summary and evaluation. *Journal of Dairy Science*, 59: 556-570, 1976.
22. SCOTT, R. *Cheesemaking Practice*. London: Elsevier Applied Science, 1986. p. 312-319.
23. SINGH, V.; HSU, C.C.; CHEN, D.C.; TZENG, C.H. Fermentation processes for dilute food and dairy wastes. *Process Biochemistry*, 18: 13-16, 25, 1983.
24. STERNBERG, M.; CHIANG, J.P.; EBERTS, N.J. Cheese-whey proteins isolated with polyacrylic acid. *Journal of Dairy Science*, 59: 1042, 1976.
25. YANG, S.Y.; JONES, J.H.; OLSEN, F.J.; PETERSON, J.J. Soil as a medium for dairy liquid waste disposal. *Journal of Environmental Quality*, 9: 370-372, 1980.
26. ZALL, R.R. Whey treatment and utilization. In: GREEN, J.H. *Food Processing Waste Management*. Westport: Avi, 1979. p. 175-201.

Recebido para publicação em 30/9/91