



SORO DE LEITE: UMA VISÃO AMBIENTAL

Bruna Chamusca V. Soares; Simone M. R. Vendramel; Simone L. Q. de Souza
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ).

RESUMO

A indústria de laticínios gera efluente de elevado potencial poluidor, com alta vazão e concentração de matéria orgânica, gorduras, sólidos suspensos e nutrientes. O soro de leite é um subproduto formado durante o processo de coagulação do leite para a fabricação de queijos, caseína ou produtos lácteos similares. Sua composição rica em água, lactose, proteínas e minerais mostra qualidade nutricional e elevado potencial para uso como insumo tanto para a indústria de alimentos quanto na área de bioprocessamento. Entretanto, o excessivo volume de soro de leite gerado nos processos de fabricação de lácteos, seu rápido perecimento e a demanda por investimentos em tecnologias tem acarretado em usos menos nobres deste insumo, como irrigação do solo, e até o seu descarte como rejeito, causando desvantagens econômicas e ambientais.

Palavras-chave: soro de leite; descarte; tratamento.



O soro de leite é um subproduto formado durante o processo de coagulação do leite para a fabricação de queijos, caseína ou produtos lácteos similares. A partir dessa etapa, o soro do leite, água, sais e lactose sofrem separação devido ao encarceramento das gorduras e dos sais para a formação do produto (Ordóñez *et al.*, 2005). De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite (Brasil, 2013), soro de leite líquido possui aspecto opaco, apresentando coloração verde amarelada, podendo ser classificado quanto à acidez, tratamento térmico, concentração ou teor de sais minerais. A classificação quanto à acidez, mais comumente utilizada, advém do tipo de processo industrial de coagulação, originando o soro de leite ácido nos processos realizados por adição de ácidos e o soro de leite doce nos processos com aplicação de enzimas proteolíticas (Carvalho *et al.*, 2013).

As características do soro de leite produzido variam de acordo com o produto, processo de fabricação e a fonte do leite utilizado (bovino, caprino, ovino, entre outros), sendo o volume gerado correspondente a até 90% do volume de leite que adentra o processo de fabricação de queijos e similares (Rohlfes *et al.*, 2011) com composição rica em água, lactose, proteínas e minerais, conforme pode ser observado na Tabela 1 (Panesar *et al.* 2017; Rohlfes *et al.*, 2011).



Tabela 1. Valores médios de pH e composição de soro de leite doce e soro de leite ácido.

	Soro de leite doce	Soro de leite ácido
pH	6,5	<5,0
Sólidos Totais (%)	6,4	6,20
Proteína (%)	0,80	0,75
Gordura (%)	0,50	0,04
Lactose (%)	4,60	4,20
Cinza (%)	0,50	0,40
Ácido láctico (%)	0,05	0,40
Fósforo (%)	0,04	0,06
Cálcio (%)	0,05	0,13
Potássio (%)	0,15	0,15
Sódio (%)	0,05	0,05
Cloretos (%)	0,22	0,22

Fonte: Adaptado de Panesar *et al.*; 2007 e Rohlfes *et al.*, 2011

Os valores de composição do soro de leite revelam excelente qualidade nutricional, sendo um insumo utilizado amplamente na sua forma *in natura* como complemento da alimentação animal ou em preparações lácteas para consumo humano (Trindade, 2018). O processamento do soro de leite é uma forma de agregar valor ao produto, que é comercializado na forma de soro de leite concentrado, soro de leite em pó, nutrientes fracionados e purificados, como α -lactoalbumina, β -lactoglobulina, lactose e sais (Kumar *et al.*, 2013). No campo do bioprocessamento, a composição rica em açúcar residual, minerais e compostos nitrogenados do soro de leite é adequada para o uso como substrato alternativo na produção de bioprodutos por microrganismos, como etanol, proteína unicelular, ácido láctico, butanol, β -galactosidase (Murari *et al.*, 2019).

Apesar das múltiplas formas de reutilização deste subproduto, muitos produtores ainda consideram o soro de leite como sendo um rejeito por sua grande



capacidade de proliferar bactérias e fungos, causando rápida deterioração (Panesar *et al.*; 2007). Torna-se necessário para a maior conservação o investimento em refrigeração e tecnologias de processamento para redução do teor de água, como o uso de membranas, concentração a vácuo, secagem por atomização, cristalização, eletrodialise, entre outras (Homem, 2004; Rohlfes *et al.*, 2011), tornando o processo mais custoso.

Analisando o mercado brasileiro, em 2018 a fabricação de queijo utilizou 8.310 milhões de litros de leite inspecionado (Anuário Leite, 2019), indicando a geração aproximada de 7 milhões de litros de soro de leite (valor estimado pela produção nacional de queijos no ano de 2018). De acordo com dados de importação, no ano de 2017 o país adquiriu 23.581 toneladas de soro de leite em pó (Anuário Leite, 2018), comprovando a necessidade deste insumo na indústria alimentícia brasileira. Em pesquisa de Trindade (2018), 60% dos laticínios brasileiros avaliados tinham total aproveitamento do soro de leite doce produzido, enquanto 27% ainda realizavam o descarte em sistema de tratamento de efluentes ou a doação deste para fins de alimentação animal.

O uso de soro de leite *in natura* para irrigação do solo é também uma prática frequente pela capacidade de estimular o crescimento de plantas e a fixação de nitrogênio através da atividade rizobiana, além de melhorar a estrutura do solo aumentando a eficiência na retenção de água (Erman *et al.*, 2011). Contudo, essa aplicação para o subproduto pode ser nociva à saúde pública quando há presença de resíduos de antibióticos no soro de leite que, mesmo em baixas concentrações, podem acarretar o desenvolvimento de resistência microbiana e contaminação por



bactérias resistentes dos alimentos cultivados (Cabizza, 2017). Dependendo das propriedades físico-químicas das moléculas, os antibióticos ministrados nos animais podem interagir com os compostos proteicos ou com a gordura, tendo sido detectados nos produtos lácteos e em soro de leite diferentes tipos de antibióticos, como cloranfenicol, amoxicilina, ampicilina, benzilpenicilina, cefalexina e ceftiofur (Berruga *et al.*, 2005; Sniegocki *et al.*, 2015).

O descarte do soro de leite como efluente em indústrias de laticínios evidencia os obstáculos do setor quanto à adoção de processos tecnológicos adequados para o seu reaproveitamento. O desperdício de matéria-prima não é o único problema observado nesta prática, uma vez que a alta vazão e o elevado teor de compostos orgânicos biodegradáveis no soro de leite gera um efluente com forte odor e elevado potencial poluidor para os corpos hídricos (Wang e Serventi, 2019).

O tratamento de efluentes contendo soro de leite é composto de várias etapas para que o resíduo descartado atinja os parâmetros de lançamento adequados. Na etapa de tratamento primário são removidos sólidos suspensos, óleos e gorduras por meio de processos físicos e/ou físico-químicos. A operação mais amplamente utilizada no tratamento físico-químico é a coagulação/floculação, na qual são adicionados agentes coagulantes, como íons de sais metálicos carregados positivamente ou polieletrólitos, capazes de desestabilizar as partículas coloidais do efluente, provocando a remoção destas pela formação de flocos que se sedimentam (Sahu e Chaudhari, 2013). Retirados os sólidos em suspensão, o efluente clarificado segue para a remoção de sólidos dissolvidos na etapa de tratamento secundário, no qual até 90% da matéria orgânica biodegradável é degradada por via microbiológica,



podendo ser um processo aeróbio ou anaeróbio (Karapanagioti, 2016). O tratamento terciário é pouco utilizado, se fazendo necessário quando uma alta qualidade do efluente tratado é exigida, como no caso de reúso da água, sendo aplicados processos de cloração, desinfecção e até filtração por membranas (Andrade *et al.*, 2013; Fraga *et al.*, 2017).

Os métodos físico-químicos e biológicos, apesar de eficientes, geram problemas secundários, como a geração de lodo contaminado com produtos químicos, alto consumo energético, necessidade de grande área para a construção da planta de tratamento (Tchamango *et al.*, 2009; Loloie *et al.*, 2014). No estudo de Justina (2017), foram avaliadas tecnologias empregadas no tratamento de efluentes de empresas de laticínios localizadas no sul do estado de Santa Catarina, revelando o uso de métodos predominantemente físicos na etapa de tratamento primário e sistemas anaeróbios na etapa de tratamento secundário, visando um processo com menor custo e reduzido espaço físico, porém, a análises dos parâmetros definidos pelos órgãos ambientais mostraram níveis de óleos e graxas, pH, sólidos sedimentáveis e nutrientes acima dos permitidos. Neste caso, foi possível constatar o quanto é difícil a obtenção de melhorias no tratamento dos efluentes da indústria de laticínios devido à complexidade e heterogeneidade que estes efluentes possuem.

O uso de sistemas anaeróbios para a depuração da carga orgânica do efluente rico em soro de leite pode ser interessante para a formação de biogás e substituição de combustíveis fósseis pelos gases metano e hidrogênio gerados pela digestão. Entretanto, o alto teor de sódio do soro de leite e a predominância de lactose como fonte de matéria orgânica conferem condições rigorosas para os



microrganismos atuantes nesta etapa, tornando a operação ainda mais complexa (Carvalho *et al.*, 2013; Lovato *et al.*, 2018).

A destinação inadequada do soro de leite produzido em laticínios brasileiros ainda gera impactos negativos ao meio ambiente, como a contaminação de corpos hídricos e solo. As perdas econômicas provocadas pela má gestão deste subproduto atingem não só o setor de laticínios, mas o setor de alimentos como um todo que deixa de lucrar com o uso e comercialização dessa matéria-prima com relevância no mercado internacional (Anuário Leite, 2018). O investimento em pesquisa e tecnologia para o aproveitamento e valorização do soro de leite como insumo se faz necessário para que seja ampliada a atividade da indústria de laticínios do país, alcançando novos patamares de mercado, preservando os recursos ambientais e a saúde da população.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, L. H., Motta, G. E. & Amaral, M. C. S. (2013). Treatment of dairy wastewater with a membrane bioreactor. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 30(4): 759-770.

Anuário Leite. [S. l.]: EMBRAPA, 2018. Anual. *E-book*.

Anuário Leite. [S. l.]: EMBRAPA, 2019. Anual. *E-book*.

Berruga, M. R. & Molina, A. (2005). Detection of antibiotic residues on cheese whey. XIII Congreso Internazionale della Federazione Mediterranea Sanità e Produzione Ruminati, Bari, Italy, p. 131

Brasil. (2013). Instrução Normativa Nº 53 do Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, de 25 de agosto de 2013. Cria o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília.

Cabizza, R. *et al.* (2017). Transfer of oxytetracycline from ovine spiked milk to whey and cheese. *International Dairy Journal*, 70:12-17.

Carvalho, F., Prazeres, A. R. & Rivas, J. (2013). Cheese whey wastewater: Characterization and treatment. *Science Of The Total Environment*, 445-446:385-396.

Erman, M. *et al.* (2011). Effects of Rhizobium, arbuscular mycorrhiza and whey applications on some properties in chickpea (*Cicer arietinum L.*) under irrigated and rainfed conditions 1—Yield, yield components, nodulation and AMF colonization. *Field Crops Research*, 122(1): 14-24.

Fraga, F. A. *et al.* (2017). Evaluation of a membrane bioreactor on dairy wastewater treatment and reuse in Uruguay. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 119:552-564.



Homem, G.R. (2004). Avaliação técnico-econômica e análise locacional de unidade processadora de soro de queijo em Minas Gerais. 2004. 253 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

Justina, M. D., Kempka, A. P. & Skoronski, E. (2017). Tecnologias empregadas no tratamento de efluentes de laticínios do vale do Rio Braço do Norte-SC. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 10(3): 809-824.

Karapanagioti, H. K. (2016). Water Management, Treatment and Environmental Impact. *Encyclopedia of Food and Health*, 453-457.

Kumar, P. *et al.* (2013). Perspective of Membrane Technology in Dairy Industry: A Review. *Asian-australasian Journal Of Animal Sciences*, 26(9):1347-1358.

Loloei, M., Alidadi, H., Nekonam, G., Kor, Y. (2014). Study of the coagulation process in wastewater treatment of dairy industries. *International Journal of Environmental Health Engineering*, 3(1): 17-21.

Lovato, G. *et al.* (2018). Hydrogen production by co-digesting cheese whey and glycerin in an AnSBBR: Temperature effect. *Biochemical Engineering Journal*, 138:81-90.

Murari, C. S. *et al.* (2019). Optimization of bioethanol production from cheese whey using *Kluyveromyces marxianus* URM 7404. *Biocatalysis And Agricultural Biotechnology*, 20: 101-182.

Ordóñez, J. A.; Rodríguez, M. I. C.; Álvarez, L. F.; Sanz, M. L. G.; Minguillón, G. D. G. F., Perales, L. H., Cortecero, M. D. S. (2005). Nata, manteiga e outros derivados lácteos. In: Ordóñez, J. A (Eds.), *Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem animal* (Capítulo 6). Porto Alegre: Artmed, v. 2.

Panesar, P *et al.* (2007). Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry*, 105(1): 1-14.



Rohlfes, A. L. B. *et al.* (2011). Indústrias lácteas: Alternativas de aproveitamento do soro de leite como forma de gestão ambiental. *Tecno-Lógica*, 15(2): 79-83.

Sahu, O. P. & Chaudhari, P. K. (2013). Review on Chemical treatment of Industrial Waste Water. *Journal Of Applied Sciences And Environmental Management*, 17(2): 241-257.

Sniegocki, T., Gbylik-Sikorska, M. & Posyniak, A. (2015). Transfer of chloramphenicol from milk to commercial dairy products – Experimental proof. *Food Control*, 57: 411-418.

Tchamango, S. *et al.* (2010). Treatment of dairy effluents by electrocoagulation using aluminium electrodes. *Science Of The Total Environment*, 408(4): 947-952.

Trindade, M. B. (2018). Aproveitamento do soro de leite: Diagnóstico em laticínios do Brasil. 52 f. Dissertação. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

Wang, Y. & Serventi, L. (2019). Sustainability of dairy and soy processing: A review on wastewater recycling. *Journal Of Cleaner Production*, 237: 1-8.