

UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
PRÓ-REITORIA DE ENSINO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE ERECHIM
DEPARTAMENTO DAS ENGENHARIAS E CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

FRANCIELE BERNARDI

**SORO DE LEITE- ALTERNATIVAS PARA O PROCESSAMENTO DO
SUBPRODUTO**

ERECHIM – RS

2020

FRANCIELE BERNARDI

**SORO DE LEITE- ALTERNATIVAS PARA O PROCESSAMENTO DO
SUBPRODUTO**

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Engenheiro
Químico, Departamento das Engenharias
e Ciências da Computação da
Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões – Câmpus de
Erechim.**

**Orientador(a): Profa. Dra. Luciana
Dornelles Venquiaruto**

ERECHIM – RS

2020

FRANCIELE BERNARDI

**SORO DE LEITE- ALTERNATIVAS PARA O PROCESSAMENTO DO
SUBPRODUTO**

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Engenheiro
Químico, Departamento das Engenharias
e Ciências da Computação da
Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões – Câmpus de
Erechim.**

Erechim, ____ de _____ de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Luciana Dornelles Venquiaruto
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Rogério Marcos Dallago
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof^a. Dr^a. Juliana Steffens
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

RESUMO

O soro de leite é um subproduto proveniente da fabricação de queijos, representado pela fração aquosa do leite após a coagulação, este material possui elevada carga orgânica e quando descartado de maneira incorreta pode gerar grandes prejuízos ambientais, principalmente em ambientes aquáticos. Este subproduto possui alto teor de nutrientes, o que significa que pode ser reaproveitado em variadas aplicações, dentre elas a suplementação alimentar, produção de biofilmes para alimentos, aplicações farmacêuticas e produção de enzimas. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi o de realizar um adensamento teórico sobre as principais aplicações descritas na literatura para este subproduto, visando diminuir os riscos ambientais.

Palavras Chaves: Soro de leite. Subprodutos. Reaproveitamento.

ABSTRACT

Whey is a from by-product of cheese making, represented by the aqueous fraction of milk after coagulation, this material has a high load and when improperly disposed of it can cause great environmental damage, especially in aquatic environments. This by-product has a high nutrient content, which means that it can be reused in several applications, including food supplementation, production of biofilms for food, pharmaceutical applications and production of enzymes. In this context, the objective of this work was to carry out a theoretical consolidation on the main applications used in the literature for this by-product, reducing environmental risks.

KEYWORDS: Whey. By-products. Reuse.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 Subproduto industrial da fabricação de queijos	9
2.2 Beneficiamento do soro de leite	11
2.2.1 Soro de leite em pó	12
2.2.2 Concentrado proteico	12
2.3 Tecnologias para reaproveitamento	13
2.3.1 Produtos alimentícios/suplementação alimentar	13
2.3.2 Bebidas destiladas	14
2.3.3 Biofilmes.....	15
2.3.4 Indústria farmacêutica	16
2.3.5 Produção enzimática	17
2.3.6 Soro de leite para produção de energia	17
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente preocupação em relação à preservação do meio ambiente, indústrias de todas as áreas possuem um grande desafio na questão do tratamento e/ou reutilização dos subprodutos e resíduos resultantes de seus processos produtivos. Em indústrias de queijos, o principal subproduto gerado é o soro de leite, o qual representa cerca de 90% da composição do leite e é separado no processo pois não é de interesse na fabricação dos queijos (PHITAN E SILVA *et al.*, 2017).

Em 2012, líderes de 193 países, incluindo o Brasil firmaram durante a Conferência das Nações Unidas em Meio Ambiente e Desenvolvimento o compromisso de definir uma agenda para o Desenvolvimento Sustentável. A partir disso, em 2016 foram criados e adotados os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), dentre os quais cabe destacar o objetivo número 12 “Consumo e Produção Responsáveis”, que visa reduzir a poluição, através da gestão sustentável e uso eficiente dos recursos naturais, com objetivo de minimizar os efeitos adversos à saúde humana e ao meio ambiente, reduzindo a geração de resíduos, incentivando as empresas a adotarem medidas sustentáveis (UNEP, 2020).

O soro do leite é considerado um resíduo perigoso ao meio, pois se for descartado incorretamente é responsável por sérios danos ambientais, principalmente em meios aquáticos, devido à sua grande carga orgânica e alta demanda de oxigênio na sua decomposição (NUNES *et al.*, 2018).

Nunes *et al.* (2018), descreve que os primeiros estudos acerca das utilizações do soro de leite datam de meados da década de 70, e já naquela época os estudos caracterizavam o soro como agente altamente poluidor, no entanto, ainda hoje busca-se implementar métodos com alternativas de aplicações para este subproduto. Reis (2019), complementa que a necessidade de desenvolver novos produtos, especialmente utilizando subprodutos de outros processos, é algo que já vem sendo estudado amplamente, pois o objetivo principal é evitar toda forma de desperdício, assim podendo otimizar processos atuais.

Segundo Baldasso (2008), ao longo dos últimos anos houve um aumento significativo na produção de queijos, e nesse intervalo de tempo também foram criadas normas de controle muito mais rigorosas em relação a disposição dos efluentes gerados, por este motivo, a produção do soro é um dos maiores e mais críticos problemas para as indústrias de laticínios. Batista (2016), complementa que

além das normas, o mercado atual exige das empresas um maior cuidado na preservação do meio ambiente, isso torna-se uma questão de extrema importância para melhorar o desempenho e conseqüentemente a competitividade da empresa no mercado.

Devido ao alto valor nutricional do soro de leite, este subproduto pode ser aproveitado de diversas formas, dentre elas como concentrado ou isolado proteico, sendo um excelente ingrediente para preparação de diversos produtos lácteos industrializados (YOSHIDA; ANTUNES, 2009). Além disso, o soro pode ser utilizado em diversas outras aplicações, como fertilizante, suplemento na alimentação animal e ainda em produtos benéficos a saúde humana, utilizando concentrados dos nutrientes presentes no soro.

Valduga *et al.* (2006), explica que a concentração do soro já é uma realidade lucrativa em diversos países, porém, nas indústrias nacionais ainda é considerado um custo de produção inviável. Oliveira, Bravo e Tonial (2012) destaca que é de fundamental importância a identificação de alternativas de reaproveitamento do soro, tendo em vista sua qualidade nutricional, o volume produzido e seu poder poluente.

Neste sentido, o presente estudo teve como principal objetivo descrever as principais alternativas para o aproveitamento e valorização do soro de leite, levando em consideração sua elevada qualidade nutricional, conseqüentemente, minimizando impactos ambientais gerados pelo seu alto poder poluente e, além disso, proporcionando alternativa de renda a produtores de laticínios.

Ressalta-se que este estudo foi realizado em caráter bibliográfico. Segundo Prodanov (2013), a pesquisa bibliográfica é realizada a partir de fontes e materiais publicados anteriormente, como livros, artigos científicos, monografias, dissertações, revistas, teses, etc. Esse tipo de pesquisa tem como objetivo colocar o pesquisador em contato direto com o material já escrito acerca do tema em estudo.

Em uma pesquisa do tipo bibliográfica é possível detalhar o tema em questão utilizando dados e comprovações obtidas por diversos autores, elaborando assim, um compilado de informações sobre o tema. Neste caso, o estudo bibliográfico foi destinado à pesquisa sobre as principais aplicações do soro de leite, buscando obter possíveis soluções para o problema de descarte incorreto deste subproduto.

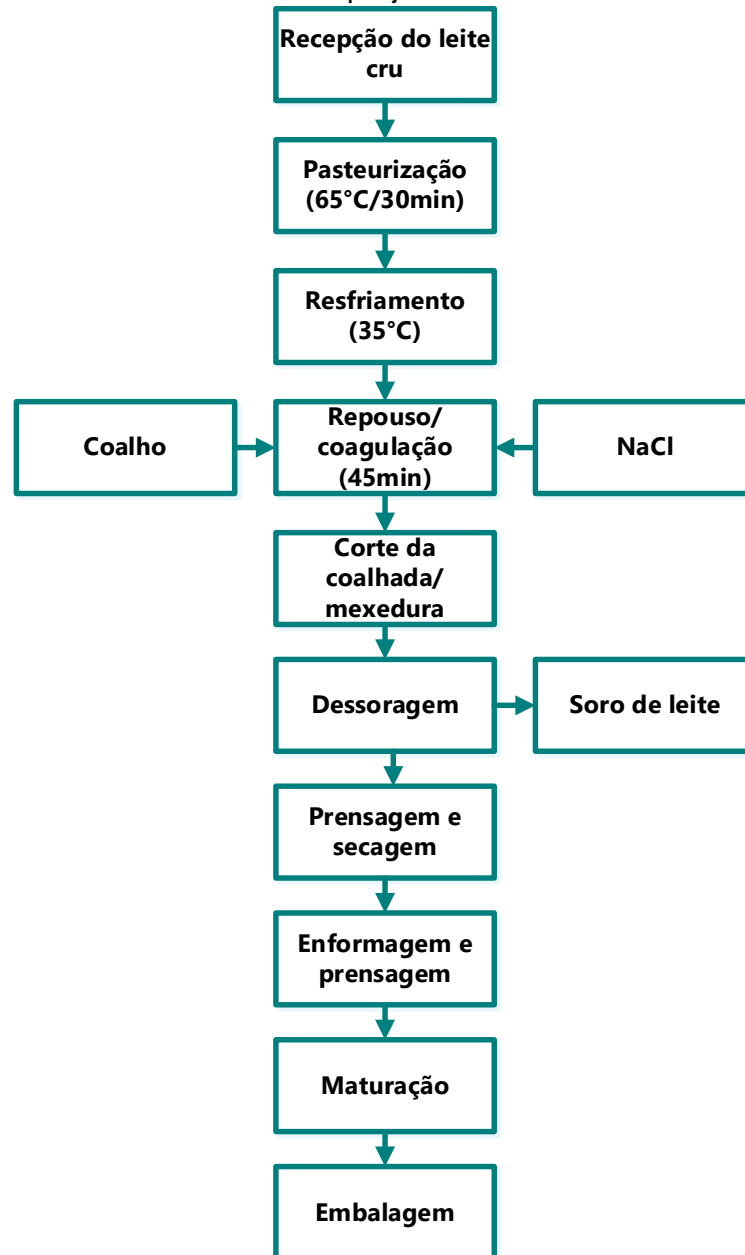
2 REFERENCIAL TEÓRICO

É de fundamental importância a identificação de alternativas para o aproveitamento do soro de leite, visto que é um subproduto de elevada qualidade nutricional, é gerado em grande volume e possui alta carga orgânica, o que conseqüentemente o torna um material altamente poluente quando não tratado corretamente (STEFANEL, 2018). Neste capítulo, será descrito o processo de obtenção do soro de leite e suas características, assim como meios de utilização deste subproduto.

2.1 Subproduto industrial da fabricação de queijos

Nas indústrias de laticínios ocorre o processamento do leite, onde realiza-se a produção de diversos derivados, dentre eles o queijo. Nessa produção transforma-se o leite em um produto de fácil conservação, alto valor nutritivo e sabor agradável. Porém, nesse processo não ocorre a conversão de toda a matéria prima em queijo, produzindo-se além deste um subproduto denominado soro de leite (GIROTO; PAWLOWSKY, 2001). Para a produção de queijos, o leite passa por uma etapa de coagulação enzimática, na qual o objetivo é concentrar a proteína do leite (caseína), e junto dela a gordura, para isso, ocorre a separação desses componentes da fase aquosa do leite (VIDAL, 2011). O soro de leite é representado pela porção aquosa do leite e que é separado quando o leite passa por essa etapa do processo, é um subproduto que possui alto valor nutricional, possuindo cerca de 50% dos nutrientes do leite (ALVES *et al.*, 2014). Conforme descreve Pagno *et al.* (2009), a composição do soro contém cerca de 3,8 a 4,2% de lactose, 0,8 a 1,0% de proteínas e 0,7 a 0,8% de minerais. Na Figura 1 podem ser observadas as etapas do processo de produção de queijos.

Figura1. Fluxograma de produção do soro de leite no processo de fabricação de queijos



Fonte: Adaptado de Andrade, 2019

O soro de leite pode ser obtido basicamente em dois tipos: soro ácido e soro doce. Lourenço (2014), destaca que as principais diferenças entre os dois tipos encontra-se no conteúdo mineral e pH. Conforme Aires (2010), o soro ácido é produzido na fabricação de caseinato e de queijo do tipo Cottage, no qual o leite tem seu pH ajustado para 4,6, utilizando-se a adição de ácido, ou pela adição de cultura bactéria láctica, onde ocorre a coagulação da caseína, gerando o soro ácido. O soro doce é o tipo de soro mais comumente encontrado, pois é gerado a partir da produção de queijos amadurecidos duros, semi-duros ou macios. No caso do soro

doce, é realizada a inoculação do leite com culturas de bactérias lácticas, seguida da coagulação enzimática, utilizando-se a renina. O soro doce possui pH entre 5,9 a 6,6 e geralmente possui um teor de lactose maior que o soro ácido e menor concentração em sais minerais.

Andrade (2019) explica que o soro de leite geralmente é despejado junto com os demais efluentes do processo, esse fato dificulta ainda mais o processo de tratamento por métodos convencionais. Carvalho, Prazeres e Aires (2013) destaca que o soro de leite se não for tratado, possui uma demanda química de oxigênio (DQO) entre 50 e 102g/L e uma demanda bioquímica de oxigênio entre 20 e 60g/L, sendo estes dados equivalentes a aproximadamente cem vezes o nível de poluição do esgoto doméstico.

Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2016 foram produzidas cerca de 906 mil toneladas de queijos no Brasil, conseqüentemente gerando um alto volume de soro de leite. Estudos apontam que em 2012 cerca de 40% do soro de leite produzido no Brasil ainda era descartado de forma inadequada, enquanto em 2008 em países desenvolvidos como Estados Unidos e Irlanda, o percentual de soro de leite reaproveitado e/ou utilizado para geração de novos produtos já se aproximava de 100% (NUNES *et al.*, 2018). Logo, no Brasil, ainda busca-se indicar caminhos para reduzir os problemas gerados nesse processo aos ecossistemas locais.

Alves *et al.* (2014), destaca que o grande volume de soro produzido e sua rica composição nutricional, aumentam a importância desse subproduto, sendo que sua composição depende de vários fatores, dentre os quais destaca-se a alimentação e reprodução, diferenças individuais de cada animal e também do clima local.

2.2 Beneficiamento do soro de leite

O método de industrialização do soro de leite mais utilizado para obtenção dos seus nutrientes e compostos é a evaporação, mas também pode ser realizada de outras maneiras, dentre elas, nanofiltração por membranas, centrifugação, secagem, ultrafiltração, tratamento térmico, fermentação, desmineralização e cristalização. Mesmo sendo a mais utilizada, a evaporação possui desvantagens, sendo a principal delas o alto consumo energético (BALDASSO, 2008).

Para aplicação do soro de leite em novos processos, o mesmo precisa passar por etapas de beneficiamento, nos quais utiliza-se os processos acima descritos, visando transformá-lo em dois produtos principais: soro de leite em pó e concentrado proteico.

2.2.1 Soro de leite em pó

A transformação do soro de leite líquido em soro de leite em pó é amplamente utilizada, pois através desse processo pode-se retirar até cerca de 94% da água do soro, reduzindo o volume do mesmo, mas mantendo os constituintes nas mesmas porções relativas, assim diminuí-se os custos de transporte e armazenamento do produto (STEFANEL, 2018). Geralmente esse processo é realizado em duas etapas: a concentração por membranas de nanofiltração e posteriormente a secagem por *spray dryer*. Valduga *et al.* (2006), destaca que a técnica de *spray dryer* está entre diversas outras maneiras de beneficiamento deste subproduto, porém, através da mesma é possível preservar os nutrientes com perdas mínimas.

A utilização da secagem por *spray dryer* associada a separação por membranas permite que sejam produzidos pós lácteos com diferentes graus de pureza e propriedades físico-químicas (SCHUCK, 2002).

2.2.2 Concentrado proteico

Stefanel (2018), destaca que como a proteína é o componente mais valioso do soro de leite, é importante realizar a separação do mesmo para agregar valor ao produto e facilitar seu uso em diferentes processos futuros. Para produzir o concentrado proteico, utiliza-se a passagem do soro de leite por membrana de ultrafiltração, que pode concentrar a proteína em níveis de até 80%.

A ultrafiltração por membrana permite o fracionamento entre solutos dissolvidos em correntes líquidas. As membranas utilizadas possuem poros de 0,01 a 0,1 μm , sendo pequenos o suficiente para remover a maioria das bactérias, vírus e substâncias de alto peso molecular, que no caso do soro de leite são as proteínas solúveis (MOURA *et al.*, 2015).

Utilizando-se esse processo, as propriedades das proteínas do soro são mantidas, conferindo elevado valor nutricional e funcional ao produto, assim possibilitando a aplicação do mesmo em diversos produtos, os quais serão descritos posteriormente.

2.3 Tecnologias para reaproveitamento

De acordo com Mascarello *et al.* (2019), existe uma ampla variedade de aplicações para o soro de leite, podendo ser reutilizado de diversas maneiras, com abordagens tecnológicas ou biológicas. Possui aplicações na área alimentícia e farmacêutica, na produção de alimentos funcionais, complemento em alimentos, fertilizantes agrícolas, suplementação animal, e também em aplicações inovadoras, onde diversas pesquisas são realizadas visando a busca pelo melhor aproveitamento de suas propriedades.

2.3.1 Produtos alimentícios/suplementação alimentar

As proteínas do soro possuem propriedades funcionais, podendo então ser utilizadas em produtos alimentícios, principalmente devido a sua solubilidade e propriedades emulsificantes (CAPITANI *et al.*, 2005). Devido a estas mesmas propriedades, as proteínas provenientes do soro possuem vantagens em relação a outras fontes, inúmeras pesquisas demonstram as qualidades nutricionais destas proteínas solúveis do soro de leite, também conhecidas como *whey protein* (HARAGUCHI *et al.*, 2006). O concentrado proteico de soro de leite pode conter de 30% a 80% de proteínas, podendo ser utilizado para enriquecimento de alimentos e utilizada com o propósito de suplementação alimentar, sendo principalmente aplicado a bebidas proteicas esportivas. Atualmente, bebidas lácteas contendo mistura de soro de leite com outros produtos lácteos representam cerca de um terço do mercado de leites fermentados, pois além da funcionalidade sobre a síntese proteica muscular, também inserem-se em áreas como nutrição clínica e saciedade, principalmente devido ao fato de mudanças no estilo de vida das pessoas e busca pela praticidade no consumo (PEREIRA, 2019).

Além da aplicação nas bebidas lácteas, o concentrado proteico de soro de leite

pode possuir diversas outras aplicações na indústria alimentícia, devido à funcionalidade que pode conferir ao alimento (ALVES *et al.*, 2014). Na Tabela 1 estão descritas aplicações que podem ser atribuídas ao soro de leite no setor de alimentos levando em consideração as características funcionais.

Tabela 1. Exemplos de propriedades conferidas a alimentos pela adição de concentrados proteicos de soro de leite

Propriedade Funcional	Setor Alimentar	Percentual de proteína	Aplicações
Viscosidade	Sobremesa	35	Chocolates, nougat, barras de cereais, marshmallow.
Solubilidade, estabilidade coloidal	Bebidas	35	Bebidas fortificadas com proteína, bebidas isotônicas, chás, sucos, iogurtes, bebidas substituintes de refeições.
Emulsificação	Sopas, alimentos infantil	85	Sopas com zero gordura, molhos para saladas, queijos fundidos.
Formação de espumas	Confeitaria	35	Glacê, chantilly, creme de leite UHT.
Gelificação	Produtos lácteos	65	Iogurte, sorvete
Elasticidade	Panificação	65	Bolos, cookies, pães, biscoitos, waffles.
Absorção de água e gordura	Produtos de carne	85	Salsicha, nuggets, embutidos, bife de hambúrguer.

Fonte: Adaptado de ALVES *et al.*, 2014

De acordo com Gajo (2016), devido ao alto valor nutritivo do soro de leite, pode substituir o leite em pó em diversos alimentos industrializados, tendo como principal vantagem o custo inferior em relação ao mesmo, proporcionando ganhos às indústrias sem diminuir a qualidade dos produtos.

2.3.2 Bebidas destiladas

Além da utilização em alimentos, o soro de leite também pode ser utilizado para produção de bebidas alcoólicas destiladas. Este tipo de produto destilado pode ser utilizado para produção de diversas bebidas, dentre as quais destacam-se a vodka, gim e licores. Hughes, Risner e Goddik (2018), descreve que essa produção pode ser feita a partir da fermentação e destilação do soro de leite, o que pode gerar um alto valor agregado para o subproduto, nesse caso, a receita gerada pelo soro

pode ser tão elevada como o queijo correspondente.

O método utilizado para conversão do soro de leite é semelhante aos processos convencionais, através de uma fermentação microbiana é possível realizar a conversão de açúcares do substrato em etanol, então é realizada uma destilação para concentrar e separar o etanol de outros compostos voláteis. O principal açúcar fermentável do soro de leite é a lactose, que é fermentada pela levedura *Kluyveromyces marxianus*. Depois que os açúcares são convertidos em etanol, é necessário concentrar o teor alcoólico de acordo com o desejado para o produto (HUGHES, RISNER E GODDIK, 2018).

Antes do processo de fermentação, o soro de leite precisa passar por pré tratamentos, os quais são responsáveis por remover as proteínas, minerais e ácidos, que não são desejáveis no processo. Apesar das proteínas serem solúveis, podem ser precipitadas quando expostas ao calor durante a etapa de destilação, o que poderia interferir negativamente na operação, por isso, um processo de remoção como a ultrafiltração pode ser necessário. Além disso, para remoção de outros compostos interferentes, pode ser utilizada a nanofiltração, que também pode auxiliar na concentração de substrato fermentável no soro de leite (HUGHES; RISNER; GODDIK, 2018).

O processo de produção de bebidas alcoólicas destiladas a partir do soro de leite tem potencial de reduzir impactos ambientais do descarte desse subproduto, sendo que este processo exige menor utilização de água que a partir de outras fontes, assim, sendo benéfica para o produtor e para o meio ambiente. (RISNER, 2018). A conversão de lactose em etanol, reduz a DBO no soro de leite em até 75% (SISO, 1996).

Também seria possível utilizar o álcool produzido como combustível, porém, devido ao alto custo para este tipo de produção, o processo se tornaria inviável, sendo muito mais oneroso que outros processos convencionais (HUGHES, RISNER; GODDIK, 2018).

2.3.3 Biofilmes

Além dos produtos alimentícios convencionais, uma das utilizações estudadas atualmente é a substituição de embalagens convencionais em alimentos por filmes

biodegradáveis. Azevedo *et al.* (2014), explica que devido à alta concentração proteica do soro de leite, o mesmo pode ser utilizado na elaboração de filmes biodegradáveis, quando processado como concentrado proteico. Soares (2012), destaca que quando esse concentrado é obtido da maneira correta, é capaz de produzir filmes flexíveis, transparentes e sem odores. Neste caso, uma das principais vantagens está no fato de utilizar materiais não tóxicos, os quais diminuem os impactos ambientais da degradação de embalagens de polímeros sintéticos (FERNANDES, *et al.*, 2015).

Ferreira (2008), descreve que a formação desses filmes ocorre devido à desnaturação térmica das proteínas do soro, solubilizadas em água, a partir da qual obtém-se uma solução filmogênica. A solução proteica precisa ser misturada com outros ingredientes, como plastificantes, conservantes e lipídeos, para atingir características ideais, podendo assim ser moldada em placas para formação de filmes, ou diretamente revestida nos produtos (BALAGTAS *et al.*, 2003).

As características destes filmes são favoráveis a aplicação como embalagens convencionais e como embalagens comestíveis, pois além da proteção, podem agregar propriedades nutricionais aos alimentos envoltos (DIANIN, 2016).

2.3.4 Indústria farmacêutica

Além das utilizações convencionais do soro de leite, diversos estudos apontam maneiras inovadoras de reaproveitamento deste subproduto, dentre as quais se destacam as aplicações a utilização dos componentes em produtos farmacêuticos, uma vez que são fontes de peptídeos bioativos, responsáveis por diversos efeitos benéficos à fisiologia humana, como por exemplo função antioxidante (SOUZA, 2019). Demers-Mathieu *et al.* (2013) destaca que outra principal característica importante a ser estudada é a função antimicrobiana destes compostos.

Mascarello *et al.* (2019), descreve que além destes, existem ainda pesquisas que descrevem o potencial hipocolesterolêmico do soro de leite, que é a capacidade de redução dos níveis séricos e hepáticos de colesterol total em indivíduos. Esse efeito é explicado pelos fosfolipídios presentes no soro, que atuam na via da síntese e na absorção intestinal do colesterol, diminuindo seus níveis sanguíneos.

2.3.5 Produção enzimática

De acordo com WOICIECHOWSKI et al. (2013), a utilização de subprodutos como substrato na imobilização enzimática traz vantagens por se tratar de material de baixo custo. Segundo Kumar e Takagi (1999), devido ao alto teor de proteínas, o soro de leite pode ser um subproduto que teria uma boa aplicação como substrato biotecnológico para produção de enzimas, reduzindo o custo operacional e contribuindo para a preservação ambiental.

2.3.6 Soro de leite para produção de energia

Alguns resíduos industriais podem ser utilizados para produção de biogás e quanto maior a carga orgânica do material, maior a formação de metano. O soro de leite, por esse motivo, tem alto potencial para geração de energia através da atividade biológica anaeróbica (SIQUEIRA, 2018). A digestão anaeróbica do soro além de diminuir o potencial de poluição do material, traz para a empresa o benefício da utilização do biogás como fonte energética, assim, reduzindo a utilização de combustíveis tradicionais na fábrica (GHALY; RAMKUMAR, 1999).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notório que nos últimos anos há uma constante preocupação em minimizar os impactos ambientais gerados pela indústria. A redução dos rejeitos, e o descarte adequado dos mesmos, bem como, o aproveitamento de subprodutos são preocupações frequentes das empresas.

No caso específico desta pesquisa, o soro de leite, subproduto da fabricação de queijos, ainda não é amplamente aproveitado. O motivo se deve, em partes, ao alto custo das técnicas de beneficiamento.

Devido a isso, a utilização de subprodutos como o soro de leite é atualmente foco de diversos estudos, nos quais observa-se a importância ambiental e econômica da reutilização desse tipo de material, visto que possui características de valor agregado, como suas propriedades funcionais.

Este estudo buscou descrever possíveis utilizações e aplicações alternativas para o soro de leite, considerando que o mesmo possui nutrientes e propriedades que o tornam um material considerado valioso. Em geral as aplicações mais conhecidas do soro se devem ao fato de ser um material com alto teor de proteínas, que podem ser isoladas e utilizadas na suplementação alimentar, porém, além das proteínas, o soro de leite possui diversos nutrientes que podem ser utilizados em outras finalidades, dentre elas se destaca a área farmacêutica, devido a sua ação antioxidante e antimicrobiana.

Diversos estudos visam utilizar o soro de leite em novos processos, devido aos seus nutrientes e características, o mesmo é considerado um subproduto de valor agregado, podendo ser utilizado em processos inovadores, substituindo materiais convencionais e aumentando a proteção ambiental, além de garantir renda extra aos produtores de laticínios. Este fato demonstra a importância e relevância de novas pesquisas a respeito deste material tão valioso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, Andréia Gomes. **O soro de leite como suplemento proteico para atletas**. 2010. 52 f. Monografia (Curso de Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/28405>. Acesso em: jun. 2020.

ALVES, Maura Pinheiro *et al.* Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. **Revista do Instituto Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 69, n. 3, p. 212-226, maio/jun. 2014.

ANDRADE, Francine Pimentel de. **Produção de biomassa microalgal a partir do soro do leite visando a produção de bioetanol**. 2019. 24 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Energia da Biomassa) – Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Energia da Biomassa, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/5975>. Acesso em: jun. 2020.

AZEVEDO, Viviane Machado *et al.* Propriedades de barreira, mecânicas e ópticas de filmes de concentrado proteico de soro de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 4, p. 237-247, 2014.

BALAGTAS, Joseph. V. *et al.* Anticipating market effects of new uses for whey and evaluating returns to research and development. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 5, p. 1662-1672, 2003.

BALDASSO, Camila. **Concentração, purificação e fracionamento das proteínas do soro lácteo através da tecnologia de separação por membranas**. 2008. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13453/000640939.pdf?sequence=1>. Acesso em: jun. 2020.

BATISTA, Marcos. Resíduos Sólidos, Danos Ambientais e Possíveis Soluções. **Geographia Opportuno Tempore**, v. 2, n. 3, p. 31-42, 2016.

CAPITANI, Caroline Dário *et al.* Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de conservação com polissacarídeo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1123-1128, 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2005001100010. Acesso em: jun. 2020.

CARVALHO, Fatima; PRAZERES, Ana R.; RIVAS, Javier. Cheese whey wastewater: characterization and treatment. **Science of the Total Environment**, v. 445, p. 385-396, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969712015896>. Acesso em: jun. 2020.

DEMERS-MATHIEU, Véronique, *et al.* Antibacterial activity of peptides extracted

from tryptic hydrolyzate of whey protein by nanofiltration. **International Dairy Journal**, v. 28, n. 2, p. 94-101, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694612001963?via%3Dihub>. Acesso em: abr. 2020.

DIANIN, Izaura. **Aplicação de proteínas do soro de leite na formulação de biofilme comestível para aplicação em frutas**. 2016. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados) - UNOPAR, Londrina, Paraná, 2016.

FERREIRA, Catarina de Oiveira. **Desenvolvimento e caracterização de filmes à base de proteínas do soro: potencial funcionalização com quitosanos**. 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Química de Alimentos) – Universidade de Aveiro, Portugal, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10773/3021>. Acesso em: mar. 2020.

FERNANDES, Ana Paula Stort *et al.* Aplicação de filmes biodegradáveis produzidos a partir de concentrado proteico de soro de leite irradiado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 192-199, 2015.

GAJO, Fabiula Ferrarez Silva *et al.* Diagnóstico da destinação do soro de leite na mesorregião do campo das vertentes–Minas Gerais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 71, n. 1, p. 26-37, 2016.

GHALY, A. E.; RAMKUMAR, D. R. Controlling the pH of acid cheese whey in a two-stage anaerobic digester with sodium hydroxide. **Energy Sources**, v. 21, n. 6, p. 475-502, 1999. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00908319950014623>. Acesso em: mar. 2020.

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.

HARAGUCHI, Fabiano Kenji, *et al.* Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, p. 479-488, 2006.

HUGHES, Paul; RISNER, Derrick; GODDIK, Lisbeth Meunier. Whey to Vodka. In: **Whey-Biological Properties and Alternative Uses**. Londres: IntechOpen, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção e vendas dos produtos e/ou serviços industriais, segundo as classes de atividades e a descrição dos produtos**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6705#resultado>. Acesso em: mar. 2020.

KUMAR, C. Ganesh; TAKAGI, Hiroshi. Microbial alkaline proteases: from a bioindustrial viewpoint. **Biotechnology advances**, v. 17, n. 7, p. 561-594, 1999.

LOURENÇO, Neide Filipa Alexandre. **Concentração de soro de leite por Nanofiltração e secagem por Spray – Drying**. 2014. 108 f. Dissertação (Mestrado

em Engenharia Química), Tecnico Lisboa, Lisboa, Portugal, 2014.

MASCARELLO, Andressa de Freitas *et al.* Technological and Biological Properties of Buttermilk: A Minireview. In: **Whey-Biological Properties and Alternative Uses**. Londres: IntechOpen, 2019.

MOURA, C. *et al.* **Processo de ultrafiltração e a sua aplicação em águas residuais**. Projeto FEUP 1ºano curricular – Mestrado integrado de Engenharia do Ambiente, Universidade do Porto, 2015. Disponível em: <http://docplayer.com.br/45960394-Processo-de-ultrafiltracao-e-a-sua-aplicacao-em-aguas-residuais.html>. Acesso em: jun. 2020.

NUNES, Luane Alcântara *et al.* O soro do leite, seus principais tratamentos e meios de valorização. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 301-326, 2018.

OLIVEIRA, Débora F.; BRAVO, Claudia E. C.; TONIAL, Ivane B. Soro de leite: um subproduto valioso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 385, p. 64-71, 2012. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/215>. Acesso em: jun. 2020.

PAGNO, Carlos Henrique *et al.* Obtenção de concentrados protéicos de soro de leite e caracterização de suas propriedades funcionais tecnológicas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 2, p. 231-239, 2009.

PEREIRA, Giovanna Nathália Oliveira. **Desenvolvimento e avaliação de bebida láctea não fermentada adicionada de concentrado protéico de soro de leite (WPC) e sucralose**. 2019. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2019. Disponível em: <https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/1394>. Acesso em: jun. 2020.

PITHAN E SILVA, Rosana de Oliveira, *et al.* Aspectos Relativos à Produção de Soro de Leite no Brasil (2007-2016), **Informações Econômicas**, v.47, n. 2, p. 5-17, 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. Ed. Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul: Feevale, 2013.

REIS, Rangel Zagheti dos. **Desenvolvimento e caracterização de bebida alcoólica fermentada a base de soro de leite**. 2019. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16064>. Acesso em: jun. 2020.

RISNER, Derrick *et al.* Fermentation and distillation of cheese whey: Carbon dioxide-equivalent emissions and water use in the production of whey spirits and white whiskey. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 4, p. 2963-2973, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218300365>. Acesso em: jan. 2020.

SISO, Maria Isabel González. The biotechnological utilization of cheese whey: a

review. **Bioresource technology**, v. 57, n. 1, p. 1-11, 1996. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852496000363>. Acesso em: mar. 2020.

SOUZA, Renata Silva Cabral *et al.* Avaliação do potencial antioxidante de proteínas do soro de leite concentradas por ultrafiltração e hidrolisadas por diferentes proteases comerciais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, p. 1-11, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bjft/v22/1981-6723-bjft-22-e2018021.pdf>. Acesso em: abr. 2020.

SCHUCK, Pierre. Spray drying of dairy products: state of the art. *Le Lait*, v. 82, n. 4, p. 375-382, 2002. Disponível em: <https://lait.dairy-journal.org/articles/lait/pdf/2002/04/02.pdf>. Acesso em: mai. 2020.

SIQUEIRA, Túlio da Silva. **Produção de metano em AnSBBR tratando soro em condição termofílica**. 2018. 229 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e saneamento) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

SOARES, Dayana Silva Batista. Influence of ph and irradiation in whey proteins biodegradable films. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/2266>. Acesso em: jan. 2020.

STEFANEL, Gustavo Henrique. **Relatório do estágio desempenhado no controle de qualidade de uma indústria de processamento de soro de leite**. Universidade Federal do Paraná, palotina, Paraná, 2018. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/61087>. Acesso em: mar. 2020.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM – UNEP, 2019. Disponível em: www.unenvironment.org/unga/our-position/unep-sustainable-development-goals-summit. Acesso em: abr. 2020.

VALDUGA, Eunice *et al.* Aplicação do soro de leite em pó na panificação. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 4, p.393-400, 2006. Disponível em: <http://servbib.fcfa.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/295/286>. Acesso em: abr. 2020.

VIDAL, Rogéria Helen Lima. **Diagnóstico regional do processo de queijo comercializado em Natal/RN**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/15817>. Acesso: mar. 2020.

WOICIECHOWSKI, A. L. *et al.* Emprego de Resíduos Agroindustriais em Bioprocessos Alimentares. In: PASTORE, G. M. *et al* **Biotecnologia de alimentos**, v.12. Editora Atheneu, São Paulo, p. 143–171, 2013.

YOSHIDA, Cristiana Maria Pedroso; ANTUNES, Aloísio José. Aplicação de filmes proteicos à base de soro de leite. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 2, p. 420-430, 2009. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0101-20612009000200030&lng=en&nrm=1&tlng=pt. Acesso em: mar. 2020.