



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
PIAUÍ
DIRETORIA DE ENSINO - CAMPUS TERESINA CENTRAL
DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÃO, AMBIENTE, SAÚDE E PRODUÇÃO
ALIMENTÍCIA – DIASPA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

GUSTAVO DA COSTA SILVA

**POTENCIAL DO APROVEITAMENTO DO SORO DO LEITE:
UMA REVISÃO**

TERESINA - PI

2020

GUSTAVO DA COSTA SILVA

**POTENCIAL DO APROVEITAMENTO DO SORO DO LEITE:
UMA REVISÃO**

Trabalho apresentado ao Curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Piauí, *Campus* Teresina central, como requisito para obtenção do grau de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Regiane Gonçalves Feitosa
Leal Nunes

TERESINA – PI

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Silva, Gustavo da Costa

S586p Potencial do aproveitamento do soro do leite : uma revisão / Gustavo da Costa Silva. - 2020.
48 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) -
Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina Central, 2020.

Orientadora : Profa. Dra. Regiane Gonçalves Feitosa Leal Nunes.

1. Whey protein. 2. Produtos lácteos. 3. Efluentes de laticínios. I. Título.

CDD - 664

Elaborado por Sindya Santos Melo CRB 3/1085

GUSTAVO DA COSTA SILVA

POTENCIAL DO APROVEITAMENTO DO SORO DE LEITE

Aprovado em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA:

Orientadora: Prof^a. Dr^a Regiane Gonçalves Feitosa Leal Nunes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

1ª Examinador(a): Profa. Dra. Melina da Conceição Macedo da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

2ª Examinador(a): Lailton da Silva Freire
Fundação Municipal de Saúde

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida: A Deus, aos meus pais, que confiaram no meu potencial para esta conquista. Não conquistaria nada se não estivessem ao meu lado. Obrigado, por estarem sempre presente em todos os momentos, dando carinho, apoio, incentivo, determinação, fé e principalmente, pelo amor de você

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus, sem ele, jamais teria conseguido chegar até aqui. Sei que ainda tenho muito a percorrer, mas com a certeza de que a sua companhia me dá forças para enfrentar diversos obstáculos e incentivo para que eu não desista. “Mas, sejam fortes e não desanimem, pois o trabalho de vocês será recompensado.” 2 Crônicas 15:7.

Aos meus pais Elinete Costa Silva e Nilvan da Costa e Silva e minha irmã Andreza da Costa Silva, por todo amor, educação, paciência, atenção e orações nessa jornada. Obrigado por todas as orações em meu favor e toda compreensão durante esse período. Aos meus familiares por estarem, sempre, comigo e, sempre, me incentivando a estudar.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, por toda sua estrutura, colaboradores e funcionários que ajudaram, atenciosamente, com os alunos, tanto na prática como na teoria.

Aos meus professores, que transmitiram todo o conhecimento para a minha edificação profissional, em especial à minha orientadora, Regiane Gonçalves Feitosa Leal Nunes, pelo seu empenho, dedicação, paciência, disposição e ensinamentos para me auxiliar na construção desta pesquisa.

Agradeço também à todos os meus amigos, principalmente, aos da minha turma, que estiveram sempre comigo, pelo incentivo, torcida e amizade e, especialmente, ao meu grupo de amizade e trabalho (G5), pelos conselhos, pela parceria e por todos os momentos compartilhados.

RESUMO

SILVA, G. C. **Potencial do aproveitamento do soro de leite: uma revisão.** 2020. 48 p. Monografia (Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Teresina- PI.

O soro do leite é um subproduto muito nutritivo decorrente da fabricação de queijos, descartado muitas vezes, de maneira inadequada, no meio ambiente o que leva a um impacto ambiental. A pesquisa de revisão teve como objetivo identificar, através dos estudos já realizados por outros autores, as propriedades físico-químicas e nutricionais do soro de leite bovino e seu potencial como matéria-prima para o desenvolvimento de novos produtos pelas indústrias de laticínios, bem como identificar os problemas do descarte do soro de leite bovino e o seu efeito ao meio ambiente. A revisão sistemática baseou-se por uma pergunta que questiona quais as estratégias adotadas para a potencialidade do soro de leite na indústria. A busca por trabalhos nas bases de dados foram selecionados através dos critérios de inclusão e exclusão, onde 7 artigos foram elegidos para os resultados e discussão. Os resultados demonstraram que os estudos foram relevantes para o aproveitamento do soro de leite em diversas finalidades que tiveram vantagens do produto quanto a valores nutricional e aceitação do consumidor, além de entrevistas de conhecimento sobre o subproduto e finalidades de descartes do soro de leite. Portanto, os estudos em síntese, expostos nesta revisão evidenciaram que é fundamental conhecer e divulgar sobre as propriedades nutricionais, tecnológicas e de saúde desse subproduto de forma que seja aproveitado na indústria alimentícia, evitando que seja lançado no solo ou nos mananciais o que prejudicaria ao meio ambiente.

Palavras-chave: *Whey protein*; Produtos lácteos; Efluentes de laticínios.

ABSTRACT

SILVA, G. C. **Potencial do aproveitamento do soro de leite: uma revisão.** 2020. 48 p. Monografia (Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Teresina- PI.

Whey is a very nutritious by-product of cheese making, which is often discarded inappropriately in the environment, which leads to an environmental impact. The review research aimed to identify, through studies already carried out by other authors, the physical-chemical and nutritional properties of bovine whey and its potential as a raw material for the development of new products by the dairy industries, as well as identify the problems of the disposal of bovine whey and its effect on the environment. The systematic review was based on a question that asks which strategies were adopted for the potential of whey in the industry. The search for works in the databases were selected using the inclusion and exclusion criteria, where 7 articles were chosen for the results and discussion. The results showed that the studies were relevant to the use of whey in several purposes that had advantages of the product in terms of nutritional values and consumer acceptance, in addition to interviews of knowledge about the by-product and purposes of whey discards. Therefore, the studies in summary, exposed in this review showed that it is essential to know and disclose about the nutritional, technological and health properties of this by-product so that it can be used in the food industry, preventing it from being released into the soil or into water sources, which would harm to the environment.

Keywords: *Whey protein*; Dairy products; Dairy effluents.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Procedimentos de busca, banco de dados e trabalhos encontrados	30
--	----

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 - Número de artigos publicados em LILACS e SciELO encontrados em base de dados por palavra-chave entre os anos de 2010 e 2020.....	28
Quadro 1 - Síntese com informações categorizadas dos resultados de artigos científicos sobre aplicação do soro de leite.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALA- Alfa-Lactoalbumina

APHA- American Public Health Association

ASBRAN- Associação Brasileira de Nutrição

BAL- Bactérias do Ácido Lático

BCAA- Branched-Chain Amino Acids

BLG- Beta-Lactoglobulina

BSA- Albumina do Soro Bovino

CPS- Concentrado Proteico de Soro

DBO- Demanda Bioquímica de Oxigênio

FAO- Food and Agriculture Organization of The United Nations

GMP- Glico-Macropéptídeos

Ig's- Imunoglobulinas

PET- Polietileno tereftalato

pH - Potencial Hidrogeniônico

PSL- Proteína do Soro de Leite

SIF- Serviço de Inspeção Federal

WPC- Whey Protein Concentrate

WPH- Whey Protein Hidrolysated

WPI- Whey Protein Isolate)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Soro de leite.....	15
2.2 Nutrientes do soro de leite	16
2.3 Potencial e uso do soro de leite	20
2.4 Impactos ambientais do soro de leite.....	24
3 METODOLOGIA.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Aproveitamento do soro de leite.....	33
4.2 Proteínas do soro de leite e sua importância.....	35
4.3 Discussão dos artigos.....	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos possui o desafio de atender às necessidades dos consumidores, desenvolver novos produtos e buscar alternativas para a utilização de subprodutos gerados, que podem apresentar problemas ao meio ambiente (GANJU; GOGATE, 2017). O soro do leite é o resíduo decorrente da fabricação de queijos, descartado muitas vezes, de maneira inadequada (ALVES *et al.*, 2014). O descarte total de soro de leite representa também um grave problema ambiental, por outro lado, quando é feito tratamento adequado para posterior descarga do efluente tratado há implicação de implantação com custo muito alto, pois o mesmo é produzido em volume muito elevado (CRETO, 2018).

O soro do leite bovino é um subproduto bastante nutritivo, porém, algumas indústrias descartam no meio ambiente, o que se torna um dano, pelo fato do soro conter lactose e proteínas que servem de substratos para os micro-organismos e multiplicarem, além da dependência do seu grau de acidez, o que vem a causar danos ao solo e à água. Dessa forma, há uma necessidade das indústrias produtoras de queijos encontrarem uma solução para o descarte do soro de leite ou aproveitar esse subproduto elaborando produtos derivados do soro do leite, no qual é possível desenvolver vários produtos como bebida láctea, sorvetes, picolés, proteína hidrolisada (whey protein), dentre outros.

A identificação de alternativas para um adequado aproveitamento do soro de leite é de fundamental importância em função de sua qualidade nutricional, do seu volume e de seu poder poluente (DESCONSI; IZÁRIO FILHO; SALAZAR, 2014). Dentre algumas alternativas para o uso de soro de leite fresco e seus componentes, pode-se mencionar, por exemplo, o uso do soro in natura para alimentação animal, produção de ração animal, produção de ricota, bebida láctea, concentração de soro em pó, separação das proteínas e lactose, com posterior secagem ou na indústria farmacêutica para produção de cosméticos (BALDASSO, 2011; DESCONSI; IZÁRIO FILHO; SALAZAR, 2014).

A composição do soro de leite é altamente, nutritiva, possuindo 55% dos nutrientes do leite como proteínas solúveis, lactose, vitaminas, minerais e gordura. A composição química do soro varia conforme a influência de alguns fatores, como o tipo de soro obtido (ácido ou doce), o tipo de leite e seu processo de obtenção, a alimentação do animal, dentre outros (PESCUMA, VALDEZ, MOZZI, 2015). O soro de leite é constituído, basicamente, de 93-94% de água, 4,5-5,0% de lactose, 0,8-1,0% de proteínas, 0,3-0,5% de gorduras e 0,6-1,0% de minerais (cálcio, sódio, magnésio, potássio e fósforo), outros minerais em quantidades reduzidas e vitaminas (CARVALHO, 2012 citado por MOTA, 2016)

A ingestão de produtos lácteos vem sendo associada a benefícios em parâmetros relacionados à obesidade e síndrome metabólica. As proteínas do leite bovino, em particular as do soro, têm promovido efeito positivo no metabolismo de glicose, diminuição no ganho de peso e aumento da queima de gordura durante redução energética (TRANBERG, 2014). As proteínas do soro de leite, também, podem ser administradas por atletas de exercícios aeróbicos, demonstrando uma melhor adaptação fisiológica e elevação no desempenho na execução de atividades (HUANG *et al.*, 2017).

Diante do exposto, esta pesquisa de revisão teve como objetivo identificar, através dos estudos já realizados por outros autores, as propriedades físico-químicas e nutricionais do soro de leite bovino e seu potencial como matéria-prima para o desenvolvimento de novos produtos pelas indústrias de laticínios, bem como identificar os problemas do descarte do soro de leite bovino e o seu efeito ao meio ambiente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Soro de leite

A produção de queijos no Brasil foi de 540.000 toneladas em 2014, o que corresponde à produção aproximada de 5,4 milhões de toneladas de soro de leite, sendo a produção de bebidas lácteas uma das principais opções de aproveitamento deste, porém, esse aproveitamento atinge apenas 15% das indústrias, o seu descarte é prática comum e a principal fonte poluidora, devido à alta quantidade de matéria orgânica presente no soro de leite, impondo um alto valor de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (30.000 a 60.000 mg L⁻¹) às estações de tratamento de efluentes (BUSS, 2014).

O soro é a porção aquosa que é liberada da coagulação durante a fabricação convencional de queijos, considerado um efluente residual que pode acarretar problemas ambientais devido 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. De acordo com Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Brasil produziu aproximadamente 2,7 milhões de toneladas de soro de leite em 2017 (ABIQ, 2019).

O soro de leite é um subproduto agroindustrial que representa 80 a 90% do volume total do leite na produção de queijos, sendo constituído de, aproximadamente, 55% dos nutrientes do leite. Apresenta forma líquida com coloração amarelo-esverdeada e composto por água, lactose, proteínas solúveis, sais minerais e vitaminas hidrossolúveis. Grande parte do soro de leite gerado no Brasil, provém de pequenas e médias queijarias, e isso torna difícil o investimento em tecnologia necessária para o beneficiamento. A quantidade de soro produzida depende do rendimento do queijo e da espécie da qual o leite utilizado é obtido (ALVES *et al.*, 2014; CARVALHO *et al.*, 2013).

De acordo com Menezes (2011) o soro de leite pode ser obtido de três maneiras diferentes, sendo estas pela coagulação enzimática, a coagulação ácida e a separação física. A primeira forma, resulta em um coágulo das caseínas, sendo matéria prima da produção de queijos, originando o soro “doce”. A segunda maneira, consiste na precipitação ácida no pH isoeletrico, onde resulta na caseína isoeletrica que se transforma em caseinatos, originando o soro “ácido”. Já a terceira forma consiste na separação das micelas de caseína através de processos como a microfiltração, que dá origem às proteínas do soro e ao concentrado de micelas, na forma de isolado proteico e concentrado, respectivamente. Devido a essas características, Oliveira *et al.* (2012), classifica o soro como doce ou ácido, a principal

diferença entre os dois soros é o pH, onde o soro doce encontra-se na faixa de 5,8 a 6,5 e o soro ácido entre pH 4,5 a 4,8. O autor afirma, ainda que, a composição do soro de leite depende do tipo de queijo fabricado e da tecnologia aplicada no seu processamento.

Existe um crescente interesse industrial pelo soro de leite que, por se tratar de um resíduo rico em proteínas apresenta baixo custo podendo gerar produtos de alto valor agregado (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Esse potencial do soro, segundo Guimarães *et al.* (2010) é devido ao mesmo reter alguns nutrientes do leite, incluindo proteínas, lipídeos, lactose, vitaminas e minerais podendo se obter produtos comercializáveis e as indústrias tornar o soro uma matéria-prima e não apenas um resíduo.

O soro é composto por água (83 à 93,3%), lactose (5,0%), proteínas (0,85%) e minerais (0,53%), oferece baixo teor de gordura (0,36%), 6,43% de matéria seca 1,25% de proteína bruta e pH de 6,34. As principais proteínas do soro são β -lactoglobulina (58%) e α -lactoalbumina (13%), além das imunoglobulinas, soro albuminas, e proteose peptonas, presentes em menor concentração (BOSI, 2013; BARBOSA *et al.*, 2010). Segundo Cortez (2013) citado por Nunes e Santos (2015), a composição do soro de leite pode mudar, variando de acordo com o tipo de queijo produzido, variedade do leite (bovino, caprino ou ovino), período do ano, alimentação dos animais, estágio de lactação, qualidade do processamento industrial do leite para a obtenção de queijos e por fim, do tipo de soro obtido.

As principais funções biológicas das proteínas do soro do leite bovino incluem: reparação celular, construção e reparação de músculos e ossos, geram energia, essencial para quem pratica atividades físicas, além de outros benefícios que estão ligados a processos metabólicos do corpo, como atividade imunoestimulante, proteção ao sistema cardiovascular e atividade antimicrobiana e antiviral (ALMEIDA *et al.*, 2013).

2.2 Nutrientes do soro de leite

Nutricionalmente rico, o soro de leite retém 55% dos nutrientes do leite, com destaque para a presença de lactose e proteínas (GAJO *et al.*, 2016). Embora em pequenas quantidades, as proteínas do soro de leite apresentam alto valor biológico, com destaque para a α -lactoalbumina, β -lactoglobulina, albumina do soro bovino, caseína macropeptídeos, imunoglobulina, lactoferrina e lisozima (CHAVAN, SHRADDHA, KUMAR e NALAWADE, 2015). De todos os nutrientes do soro, as proteínas ganham evidência e apresentam alto valor biológico por serem ricas em aminoácidos essenciais de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina) (PESCUMA *et al.*, 2010).

A proteína do soro do leite é um produto da fabricação de queijos, economicamente importante, que é utilizado como um ingrediente na indústria alimentar devido ao seu elevado valor nutricional e aos seus atributos funcionais. Além disso, tem um elevado potencial biológico, resultante do seu conteúdo de aminoácidos essenciais, em particular leucina e lisina, sendo, também, uma boa fonte de metionina e cisteína. O soro de leite já foi chamado de “soro da memória” pelo fato desse subproduto concentrar componentes que atuam sobre os neurônios na formação de suas redes e das sinapses (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Nos últimos anos evidências científicas comprovaram diversas propriedades físicas, químicas, nutricionais e biológicas das proteínas do soro e este avanço da ciência estabeleceu seu valor como alimento. Paralelamente, tecnologias foram estudadas e desenvolvidas para o processamento do soro, e, com a demanda dos consumidores por alimentos mais nutritivos e promotores de saúde, estas tecnologias concentram-se, hoje, na manutenção das qualidades nutricionais e biológicas das proteínas do soro (SMITHERS, 2015).

As proteínas do leite são veículos naturais, que fornecem micronutrientes essenciais (cálcio e fósforo), aminoácidos, assim como componentes do sistema imune (imunoglobulinas e lactoferrina), para o recém-nascido (LIVNEY, 2010). A combinação cálcio-proteína aumenta a solubilidade do cálcio, facilitando a manutenção deste mineral em solução e a biodisponibilidade do fósforo, seus benefícios para a saúde fazem das proteínas do soro um dos mais importantes produtos no crescente mercado de ingredientes alimentares (BARBOSA *et al.*, 2010). A caseína é definida como uma substância coloidal complexa, associada ao cálcio e fósforo, podendo ser coagulada pela ação de ácidos, álcool e/ou coalho.

A caseína é formada por submicelas α (α_1 , α_2), β , γ e κ que se mantem unidas por pontes salinas e interações hidrofóbicas, apresentando baixa solubilidade num pH de 4,6 e comportamento diferente frente ao cálcio: frações α e β são sensíveis, já a fração κ é insensível ao cálcio (TRONCO, 2010). As caseínas representam cerca de 80% das proteínas do leite, enquanto a β -lg e a α -la representam 70-80% das proteínas do soro (KNIPPING *et al.*, 2012). De Kruif *et al.* (2012) afirmam que do ponto de vista da indústria, as caseínas são os componentes mais importantes do leite. As propriedades nutricionais, sensoriais e de textura, dos principais produtos lácteos, como leite fluido, queijo e iogurte derivam das propriedades das caseínas.

Alimentos funcionais com propriedades bioativas podem ter um importante papel no combate à obesidade, dentre estes, destacam-se as proteínas do soro do leite, que podem atuar como supressor do apetite e agir reduzindo gordura corporal, estimulante da síntese proteica muscular além de atuar como agente antimicrobiano, anti-hipertensivo e regulador da função

imune, (MORENO *et al.*, 2014). O consumo de dieta hiperproteica demonstrou maior eficácia na redução e controle do peso, através de maior secreção de hormônios intestinais, efeito termogênico e aumento da saciedade. O aumento da síntese proteica tem sido proposto como um dos possíveis mecanismos responsáveis pelo aumento da termogênese (JAKUBOWICZ; FROY, 2013).

Fischborn (2012) classifica a proteína do soro do leite como um efetivo suplemento anabólico devido ao fato do seu perfil de aminoácidos ser muito similar ao das proteínas do músculo esquelético, fornecendo assim quase todos os aminoácidos em proporção similar a esta. Somam-se a isto, evidências de que a ingestão de soro de leite e seus derivados contribuem para o aumento da saciedade e diminuição da fome em adultos (CHUNGCHUNLAM, MOUGHAN, HENARE e GANESH, 2012; RIDGE, DEVINE, LYONS-WALL, CONLON e LO, 2018). Estudos em humanos indicam que um aumento da saciedade pode estar relacionado à ingestão de proteínas do soro do leite, suprimindo a ingestão de alimentos e quando consumidas juntamente com uma dieta rica em carboidratos, são capazes de reduzir a resposta glicêmica subsequente (AKHAVAN *et al.*, 2010).

A proteína do soro do leite é considerada uma das proteínas de maior valor biológico, devido a sua rápida digestibilidade, por estimular a síntese proteica muscular, por possuir um alto teor de aminoácidos, tanto essenciais quanto os ramificados, (BCAAs - Aminoácidos de Cadeia Ramificada), mas principalmente, alto teor de leucina, (DEVRIES; PHILLIPS, 2015). Também se observa possíveis efeitos como antioxidante celular (CORROCHANO, BUCKIN, KELLY e GIBLIN, 2018) e no tratamento de idosos malnutridos com dificuldade de ingestão de calorias e proteínas (GIEZENAAR *et al.*, 2017).

Do ponto de vista da saúde humana, as proteínas do soro exibem várias propriedades nutracêuticas e constituem fonte de cisteína que promove altas concentrações de glutathione peroxidase no plasma sanguíneo (PALMQUIST, 2010). Sobre o aspecto sensorial, as proteínas do soro do leite devem, preferencialmente, ter sabor suave para facilitar a aplicação em alimentos, entretanto, o sabor pode variar de acordo com a fonte original do soro, o processamento e o armazenamento (EVANS *et al.*, 2010). O consumo das proteínas do soro do leite promove aumento mais rápido de seus aminoácidos no plasma, quando comparado a outras proteínas (PAL; RADAPELLI-BAGATINI, 2013).

As proteínas do soro de leite, também, podem ser administradas por atletas de exercícios aeróbicos, demonstrando uma melhor adaptação fisiológica e elevação no desempenho na execução de atividades (HUANG *et al.*, 2017). A albumina sérica encontrada no soro de leite é, fisiologicamente e imunologicamente, idêntica à do sangue e as suas

concentrações são relacionadas a diversos fatores fisiológicos e patológicos da glândula mamária quando ocorre aumento da permeabilidade vascular devido a processos inflamatórios (RAIMONDO *et al.*, 2013).

A caseína representa 80% da porção das proteínas do leite e cerca de 8,77 g é leucina. Enquanto as proteínas do soro do leite têm como principal característica a sua rápida absorção, a caseína é caracterizada por ser, lentamente, absorvida. Este fator é determinante nos níveis de leucina disponíveis para utilização. Os peptídeos do soro são derivados das proteínas *beta*-lactoglobulina (BLG), *alfa*-lactoalbumina (ALA), albumina do soro bovino (BSA), imunoglobulinas (Ig's) e *glico*-macropeptídeos (GMP), e sua composição é muito parecida à do músculo esquelético (RAIMONDO *et al.*, 2013). Moura *et al.* (2013) demonstraram que o consumo de proteínas do soro do leite aumenta a expressão de proteínas de choque térmico 70 (HSP70), capazes de modular o sistema enzimático antioxidante. De acordo com Reitelseder *et al.* (2010) citado por Zambão, Rocco e Heyder (2015) a enzima glutathione peroxidase produzida a partir do aminoácido cisteína é um antioxidante que desempenha importante papel protetor da célula além de apresentar propriedades anticarcinogênicas.

O soro de leite possui além de caseinomacropeptídeo também as proteínas β -lactoglobulina e α -lactalbumina que estão presentes em grandes quantidades. A massa aproximada do caseinomacropeptídeo é 7000 (Da) e é, comumente, utilizado como marcador da adulteração de leite por adição de soro de leite (MOTTA *et al.*, 2014). O soro líquido pode ser utilizado, diretamente, na formulação de muitos produtos destinados ao consumo humano, ou então, convertido a uma série de concentrados e isolados proteicos para uso como aditivos nestes produtos (LEITE *et al.*, 2015). A proteína do soro de leite é a principal fonte de proteínas globulares empregadas na indústria alimentícia por seu papel como agente emulsionante e espumante (MOVAHHED *et al.*, 2016).

O permeado de soro (soro de leite desproteínado) contém de 3% a 5% de proteínas e elevado teor de lactose (68% a 85%) e minerais (8% a 20%) possibilitando uma grande aplicabilidade na indústria farmacêutica e de alimentos (HERMES *et al.*, 2014). O concentrado proteico de soro de leite possui caráter aniônico e catiônico dependendo da sua faixa de pH, o seu ponto isoelétrico se encontra na faixa de pH de 4,5 a 5,2, sendo que abaixo do pH 4,5 apresenta-se carregado, positivamente (RODRIGUES *et al.*, 2014).

As proteínas do soro de leite são importantes polímeros empregados na elaboração de filmes biodegradáveis. Filmes proteicos de soro de leite apresentam um grande potencial para aplicação como embalagem, evidenciando suas propriedades mecânicas e ópticas

(FERNANDES *et al.*, 2015). Conforme Abdel-Rahman *et al.* (2013) o soro de leite apresenta-se como uma boa alternativa de tecnologia em produtos alimentícios uma vez que apresenta uma composição rica em lactose, proteínas, gorduras, vitaminas e sais minerais, atendendo à maioria dos requisitos nutricionais dos micro-organismos fermentadores, especialmente, as bactérias do ácido láctico (BAL), o grupo mais largamente utilizado na produção do ácido láctico.

2.3 Potencial e uso do soro de leite

Observa-se a crescente preocupação com a saúde e a estética corporal, fazendo com que o consumidor busque, no mercado, produtos que sejam, nutricionalmente saudáveis, bem como, sensorialmente agradáveis. Com isto, surgem a necessidade e o interesse da indústria em inserir e/ou substituir determinados ingredientes, objetivando aumentar o valor agregado de produtos alimentícios processados (SILVA, 2011; VOORPOSTEL *et al.*, 2014).

O soro de leite é uma matriz de interesse crescente, por se tratar de um resíduo rico em proteínas apresenta baixo custo e consequente potencial para geração de subprodutos de alto valor agregado (OLIVEIRA *et al.*, 2012). De acordo com o estudo de Ferreira-Rocha (2013), o subproduto da fabricação de queijos, o soro de leite tem apresentado grande potencialidade para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios devido ao seu alto valor nutricional. Souza *et al.* (2013) e Alves *et al.* (2014) afirmam que o soro é um ingrediente importante na elaboração de produtos alimentícios, devido às suas capacidades tecnológicas tais como emulsificação, gelificação e espumação. Segundo Zavareze *et al.* (2010) o desenvolvimento de produtos utilizando o soro de leite como ingrediente, pode transformá-lo, de um simples subproduto que é descartado, para um produto com alto valor agregado, na indústria láctea. Os autores afirmam, ainda que, os ingredientes lácteos a base de soro de leite podem suprir, eficientemente e com baixo custo, originando fórmulas alternativas para vários alimentos.

As proteínas de soro de leite têm sido utilizadas em muitos alimentos, incluindo sorvete, pão e fórmula infantil; além disso, as proteínas do soro podem substituir a gordura em muitos produtos (HAMMAM e AHMED, 2019). Podem, também, serem utilizadas pela indústria farmacêutica, uma vez que as proteínas do soro de leite são uma fonte de peptídeos bioativos que possuem efeitos benéficos à fisiologia humana, tais como função antioxidante (LE MAUX *et al.*, 2016; CONTRERAS *et al.*, 2011) e antimicrobiana (DEMERS-MATHIEU *et al.*, 2013).

Conforme Detoni e Gonçalves (2011) citado por Nunes *et al.* (2018) o aproveitamento do soro do leite para a fabricação de ricota é considerado como boa oportunidade de crescimento do negócio e encontra-se como alternativa viável para evitar o descarte inadequado do mesmo. E, de acordo com Daguer, Assis e Bersot (2010) o soro de leite é bastante utilizado no cozimento de produtos cárneos embutidos para intensificar o desenvolvimento de cor. Além disso, o soro pode ser usado para a produção de combustível, como álcool, na produção de ácido láctico e de vinagre. O soro de leite é utilizado, também, como suplemento mineral em rações para alimentação animal podendo ser utilizado nas formas líquida, condensada, seca ou através de produtos de soro seco (CARVALHO, 2013).

Marques-Vidal, Gonçalves e Dias (2006) citados por Tranberg (2014) afirmam que o consumo de produtos lácteos tem sido associado a benefícios em parâmetros relacionados à obesidade e síndrome metabólica. Guimarães *et al.* (2010) confirmam que as proteínas do leite bovino, particularmente, as do soro têm demonstrado efeito positivo no metabolismo de glicose, redução no ganho de peso e aumento da queima de gordura durante restrição energética. Os autores afirmam ainda que, a grande disponibilidade de soro de leite, sua rica composição e baixo custo, tornam este subproduto um ótimo substrato para diversas aplicações como, produção de bioetanol, biogás, polissacarídeos (ex. goma xantana), produção de enzimas entre outros produtos.

As alegações funcionais do soro de leite, como controle do peso e redução do risco de desenvolvimento de doenças metabólicas e cardiovasculares, incitam, ainda mais, o emprego do soro de leite em produtos alimentícios e favorecem o seu reaproveitamento, com impacto positivo ao meio ambiente (SHI *et al.*, 2011). O enriquecimento de produtos, como biscoitos, com o soro de leite traz inúmeras vantagens, podendo melhorar a textura, realçar o sabor e a cor, melhorar a estabilidade e a capacidade emulsificante, além do seu valor nutritivo, pois as proteínas do soro de leite são de excelente qualidade, não sendo deficientes em nenhum aminoácido e, quando não desnaturadas, as proteínas do soro de leite são altamente solúveis, boas formadoras de espuma e de emulsões. A aplicação do soro de leite em produtos de panificação tem como objetivo enriquecê-los com proteínas de excelente valor nutricional e de baixo custo (ZAVAREZE; MORAES; MELLADO, 2010).

De acordo com Santiago (2013) o soro de leite é, comumente, comercializado na forma de soro em pó, processo no qual é removida, aproximadamente, 94% da umidade devido ao alto risco de contaminação dessa matéria-prima, altamente, perecível e elevado custo de transporte do soro *in natura*. A secagem do soro permite a manutenção das propriedades nutricionais, redução dos custos com transporte e armazenamento, além da

melhoria da qualidade do produto. No Brasil, uma das principais formas de aproveitamento do soro de leite é na fabricação de bebidas lácteas, apesar de apenas 15% serem utilizados para este fim. Além dos aspectos nutricionais, as proteínas do soro de leite possuem funções tecnológicas, que permitem sua ampla aplicação em alimentos e bebidas, melhorando propriedades como solubilidade, geleificação, formação de espuma, tamponamento e emulsificação.

Derivados do soro de leite, podem ser introduzidos em alimentos e bebidas, tais como o soro em pó, com concentração de proteína de 11 a 14,5%, o concentrado proteico, com teor proteico de 35 a 89% e a proteína isolada que contém, no mínimo, 90% de proteína em sua composição (BATISTA *et al.*, 2015; JERVIS *et al.*, 2012). Por apresentar até 93% de água e 5% de lactose na sua composição, o soro de leite é um potencial ingrediente para o desenvolvimento de bebidas carbonatadas ou fermentadas. Entretanto, devido ao seu aroma e sabor característicos, é necessário o uso de estratégias que possibilitem a aceitação do produto pelo consumidor (GAJO *et al.*, 2016; CHAVAN *et al.*, 2015).

Como emulsificante, os concentrados proteicos de soro encontram ampla aplicação na formulação de molhos para saladas, cremes artificiais de café, bebidas nutricionais e sopas, também utilizados em produtos extrudados à base de milho, batata e arroz (USDEC, 2014). Segundo Caldeira *et al.* (2010) citado por Brasil (2015) nos sorvetes e sobremesas lácteas, o uso do soro doce é associado à formação de espumas estáveis e aumento da aeração do produto. O soro do leite também têm outras aplicações, como filmes e revestimentos, que são amplamente utilizado para melhorar a textura e qualidade de vários alimentos (HAMMAM, 2019).

As proteínas do soro são utilizadas em diversos produtos alimentícios como queijos, ricota, doce de leite, bebidas lácteas entre outros, pelo seu alto valor nutricional e por conferir excelentes propriedades funcionais, nutricionais e aromáticas. Vendas adicionais de produtos como concentrado proteico de soro (CPS), creme de soro, lactose, minerais do leite, além de outros novos produtos à base de soro de leite, como a obtenção de filmes transparentes comestíveis utilizando isolado proteico são obtidos através do aproveitamento das proteínas do soro e apresentam um grande potencial para aplicação como embalagem, evidenciando suas propriedades mecânicas e ópticas (OLIVEIRA *et al.*, 2012; FERNANDES *et al.*, 2015).

Conforme Jervis *et al.* (2012) citado por Batista *et al.* (2015) diversos ingredientes, derivados do soro de leite, também podem ser incorporados em alimentos e bebidas, contribuindo para sua reutilização, tais como o soro de leite em pó, com concentração de proteína de 11 a 14,5%; o concentrado proteico de soro de leite (WPC – *Whey Protein*

Concentrate), com teor proteico de 35 a 89%; e a proteína isolada de soro de leite (WPI – *Whey Protein Isolate*). O processo de obtenção do *Whey Protein Isolate* conta com uma sofisticada técnica de filtração por troca iônica (química), que quebra a estrutura das proteínas, deixando-o praticamente isento de gordura, lactose e colesterol. que contém, no mínimo, 90% de proteína em sua composição.

A proteína de soro hidrolisada, *Whey Protein Hidrolysed (WPH)* é o resultado da hidrólise das moléculas de proteínas do soro, que forma segmentos proteicos menores, tais como aminoácidos e peptídeos de baixo peso molecular. (SINHA *et al.*, 2017). De acordo com Foegeding; Luck (2011) citado por Monteiro (2015) os produtos de *whey protein* são frações do soro do leite ricas em proteínas designados para funções específicas, com propriedades nutricionais (funções biológicas existentes em cada nutriente de alimentos) e nutracêuticas (propriedades existentes nos produtos naturais formados por diversos componentes, que proporcionam benefícios para a saúde e o bem-estar das pessoas). Tais produtos podem possuir proteína, além de componentes não proteicos, como carboidratos, lipídios, sais minerais e outras substâncias provenientes da fermentação bacteriana natural do leite.

As proteínas presentes no mercado de suplementos esportivos são, normalmente, compostas pelo concentrado proteico do soro (*whey protein*), um produto com alto valor nutricional (LOVATO *et al.*, 2014). Para se obter o produto final, as proteínas do soro do leite passam por filtração (ultrafiltração/microfiltração ou diafiltração), evaporação a vácuo e secagem por pulverização, formando pó concentrado ou isolado do soro de leite. A ultrafiltração (UF) é um processo de separação por membranas utilizado quando se deseja purificar e fracionar soluções contendo macromoléculas. A diafiltração utiliza a habilidade dos filtros de seletivamente deixar passar compostos com baixos pesos moleculares, normalmente os sais, ao mesmo tempo proporcionam a retenção de moléculas maiores. (PARNELL, WIENS, ERDMAN, 2015).

A suplementação de proteínas é, frequentemente, utilizada em conjunto com diferentes tipos de exercícios físicos para melhorar o desempenho (PATTERSON; WALDRON; JEFFRIES, 2019), para aumentar a massa muscular e/ou melhorar a recuperação após os exercícios (ALI; LEE e RUTHERFURD-MARKWICK, 2019). Sendo assim, além da utilização do soro de leite para produção de suplemento de alto rendimento para atletas, tem-se a possibilidade de uso para produção de alimentos funcionais, capazes de promover a saúde e reduzir o risco de doenças (TAVARES *et al.*, 2012).

Além de se consumir a proteína do soro do leite de forma isolada como um suplemento, ela pode ser utilizada em preparações de alimentos, pois associa o potencial nutricional aos aspectos físicos e melhora, também, as características sensoriais (SOARES *et al.*, 2018). O consumo da proteína do soro do leite possui a capacidade de síntese proteica pelo organismo, eleva a absorção de minerais, otimiza a síntese hormonal, além de contribuir para diminuição dos níveis de glicose e lipídios sanguíneos (SOUSA *et al.*, 2012).

De acordo com Aliceweb (2015), o Brasil produz um volume considerável de soro fluido, o país é caracterizado, historicamente, como um importador de soro em pó. Conforme Cardoso (2014) O soro de leite destaca-se como um ingrediente agregador de valor e versátil aos alimentos e bebidas, uma vez que é flexível e adaptável a diversas aplicações, justificando seu uso em vários alimentos processados, podendo ser utilizado na forma líquida, concentrada ou em pó, modificado e/ou misturado com outros produtos, com uso para finalidades específicas.

O aproveitamento do soro de leite para formulações de produtos alimentares pode ser mais expressivo, devido à variedade de nutrientes, também possibilita um melhor controle de poluição ambiental e incrementa a produtividade e lucratividade dos laticínios no país (SIQUEIRA; MACHADO; STAMFORD, 2013). O fato é que, geralmente, o soro é tratado como subproduto ou resíduo descartado, chegando a ser despejado em esgotos, mesmo ele apresentando um elevado potencial poluidor (BUSS; HENKES, 2014).

É importante o desenvolvimento de tecnologias para o adequado aproveitamento do soro nas indústrias, pois, ao mesmo tempo que ocorre a transformação dos soros em produtos, se minimiza o problema ambiental causado pela poluição através do descarte incorreto, além de promover ganhos às indústrias por meio do desenvolvimento de novos produtos ou a agregação do soro aos já existentes (BALD *et al.*, 2014).

2.4 Impactos ambientais do soro de leite

O soro do leite é um subproduto da indústria de laticínios obtido através da produção de queijos. Seu destino principal é como ingrediente para ração animal e até mesmo descarte direto em efluentes (PIRES, 2010). O tratamento do soro do leite, além de ser um dos fatores para minimizar os impactos ambientais, permite o isolamento total ou parcial, dos componentes que constitui esse coproduto (OLIVIERA, 2014).

Por cerca de 80% do soro do leite ser proveniente de empresas de pequeno e médio porte, que ainda não realizam o seu total reaproveitamento, estudos vêm sendo desenvolvidos

para dar novos destinos a este material, planejando sua valorização e aproveitando assim suas propriedades funcionais e nutritivas (TONI *et al.*, 2012; COSTA, 2011; GUIMARÃES *et al.*, 2010). Segundo a Associação Brasileira de Nutrição (ASBRAN), são produzidos cerca de 200 milhões de toneladas de soro no mundo por ano, dos quais 3 milhões são produzidos no Brasil. O descarte adequado do soro de leite no meio ambiente tem sido, atualmente, considerado uma questão muito importante devido à existência de leis mais rigorosas e responsabilidades exigidas pela eliminação deste resíduo (REMÓN; GARCÍA; ARAUZO; 2016).

O poder poluente do soro de leite foi o que moveu governos e outras autoridades a restringir o escoamento do soro de leite não tratado. Mesmo confirmado suas potencialidades como matéria-prima, muitas indústrias, ainda, o consideram como resíduo e o descartam como um efluente (BALDISSERA *et al.*, 2011). As indústrias de laticínios são uma importante fonte de efluentes industriais. Um dos principais produtos agrícolas é o queijo, e sua produção gera efluentes com significativo impacto ambiental, como o soro de leite (FAO, 2013). De acordo com Alves *et al.* (2014) O risco do soro de leite como poluidor ambiental se dá pelo seu elevado volume de produção, pois a cada 1 kg de queijo fabricado, 9 kg de soro são gerados. No entanto, estudos apontam que cerca de 40% do soro do leite produzido no Brasil é descartado de forma inadequada, principalmente pelas pequenas e médias empresas (MARQUARDT *et al.*, 2012).

Entretanto, com as regulamentações ambientais rigorosas que proíbem o descarte de produtos com alta demanda biológica de oxigênio, além das comprovações científicas do alto valor nutricional dos constituintes do soro e com o desenvolvimento de técnicas de fracionamento, esse produto é amplamente requisitado como precursor de ingredientes ou como ingrediente na indústria de alimentos, portanto, as indústrias de laticínios procuram alternativas para aproveitamento desse subproduto (GERNIGON *et al.*, 2010; FLORÊNCIO *et al.*, 2013). De acordo com Silva *et al.* (2010), o processo de fermentação de lactose reduz fortemente a carga poluente do soro de leite, contribuindo para minimizar problemas ambientais causados pelo excesso de soro gerado.

De acordo com Cortez (2013) citado por Nunes e Dos Santos (2015) se o soro do leite for, diretamente, jogado nos rios podem causar contaminação, além de gerar problemas ambientais na fauna e na flora, uma vez que as bactérias presentes na água do rio irão se multiplicar em alta velocidade consumindo o oxigênio dissolvido, então as algas (fitoplâncton) e pequenos animais (zooplâncton) morrem pela falta de oxigênio,

consequentemente, o alimento disponível para larvas e pequenos peixes irá se reduzir, continuamente, até que o rio morra.

Segundo o Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, o soro de leite é um dos principais problemas ambientais da produção de lácteos, uma vez que grande parte da produção de queijo, principal gerador de soro de leite, é feita por pequenas empresas que não dão o destino adequado para este resíduo, subutilizando-o para alimentação animal ou desprezando em rios, sendo um problema devido à alta demanda bioquímica de oxigênio necessária para degradá-lo. Relacionado à produção de queijo o grande problema é a geração do soro de leite, que apresenta grande potencial poluidor devido à presença de proteínas, gordura, lactose e sais minerais. Com isso, um laticínio com produção média de 10.000 litros de soro por dia, gera a mesma carga poluente de uma população de 5.000 habitantes (KAAN *et al.*, 2019; KEMPKA, 2016).

Além da contribuição orgânica, o soro de leite apresenta altas concentrações de sais minerais, principalmente, cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl) e sais de cálcio provenientes do processamento do queijo, conferindo uma contaminação inorgânica. Por essas características, o soro, se lançado em corpos d'água, pode causar um excesso de consumo de oxigênio das águas, levando à impermeabilização, eutrofização e à toxicidade dos corpos receptores (PAN *et al.*, 2011; PRAZERES; CARVALHO; RIVAS, 2012).

O soro pode originar contaminação inorgânica causada pela presença dos sais minerais (PRAZERES *et al.*, 2012). As discussões ambientais a respeito do soro do leite evoluíram, no entanto, a essência continua intimamente relacionada com sua composição nutricional, que consiste de 93 a 94% de água, 4,4 a 5,0% de lactose, 0,7 a 0,9% de proteínas solúveis e 0,6 a 1,0% de sais minerais (MANTOVANI *et al.*, 2015).

De acordo com Silva *et al.* (2011) o soro de leite é reconhecido como um produto de alto valor nutritivo e está sendo estudado como um produto nobre com alto teor de proteínas solúveis, ricas em aminoácidos essenciais, com presença de vitaminas do grupo B, porém, poucos setores têm feito um correto aproveitamento desse produto. Afirma também que o soro é, aproximadamente, cem vezes mais poluente que o esgoto doméstico, o leiteiro e o leite ácido, pelo seu valor nutritivo e pela sua elevada carga orgânica e deve ser captado e conduzido, separadamente, para viabilizar o seu aproveitamento na fabricação de outros produtos lácteos, ou mesmo para utilização direta na alimentação de animais.

Segundo Costa *et al.* (2014) no soro do leite há presença de biomoléculas de interesse comercial que deixou de ser considerado como um resíduo, que sem uma destinação correta poderia conduzir a sérios problemas ambientais como a poluição das águas, geração de odor

desagradável, bem como o comprometimento da estrutura físico-química do solo e passou a ser considerado como um coproduto da produção do queijo. De acordo com Marquardt *et al.* (2011), a identificação de opções para a correta utilização do soro de leite é de fundamental importância, em função da qualidade nutricional, do volume gerado e da sua capacidade poluente e deve seguir por uma busca conjunta de melhorias que possibilitem a obtenção de um soro de leite de qualidade.

3 METODOLOGIA

A Revisão Sistemática é uma modalidade de pesquisa, que segue protocolos específicos, e que busca entender e dar alguma logicidade a um grande *corpus* documental, especialmente, verificando o que funciona e o que não funciona em um dado contexto. Está focada no seu caráter de reprodutibilidade por outros pesquisadores, apresentando de forma explícita as bases de dados bibliográficos que foram consultadas, as estratégias de busca empregadas em cada base, o processo de seleção dos artigos científicos, os critérios de inclusão e exclusão dos artigos e o processo de análise de cada artigo. Dito de outro modo, a revisão sistemática de literatura é uma pesquisa científica composta por seus próprios objetivos, problemas de pesquisa, metodologia, resultados e conclusão, não se constituindo apenas como mera introdução de uma pesquisa maior, como pode ser o caso de uma revisão de literatura de conveniência (GALVÃO; RICARTE, 2019)

A revisão sistemática foi efetuada pelo levantamento do material científico no intervalo de tempo junho à julho de 2020, baseado na pergunta inicial:

- Quais estratégias adotadas para a potencialidade do soro de leite na indústria?

A Tabela 1 apresenta os descritores para pesquisa e a quantidade de artigos encontrados nas respectivas bases de dados (LILACS e SciELO) e o total desses trabalhos do período de 2010 a 2020.

Tabela 1 - Número de artigos publicados em LILACS e SciELO encontrados em base de dados por palavra-chave entre os anos de 2010 e 2020.

Descritores	LILACS	SciELO
Soro de leite bovino	23	15
Proteínas do soro de leite	17	21
Aproveitamento do soro	11	14
<i>Whey protein</i>	9	10
Valorization of milk whey	5	3
Total	65	63

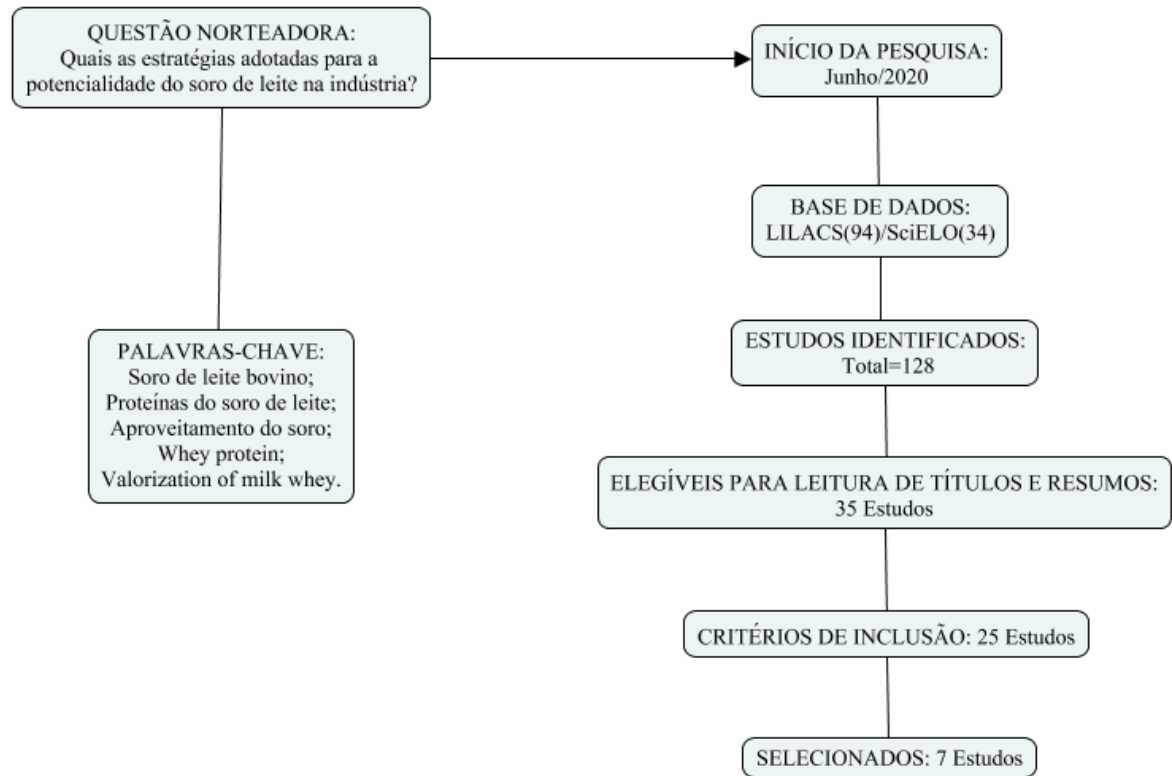
FONTE: Autor (2020).

Os descritores buscados em português e inglês na pesquisa foram: Soro de leite bovino, Proteínas do soro de leite, Aproveitamento do soro, *whey protein*, Valorization of milk whey. A Busca online apenas por artigos foram executadas em bases de dados: LILACS e SciELO, com o objetivo de manifestar um cenário de tecnologias sobre a capacidade do soro de leite de se sobrelevar em indústrias de alimentos.

Para a questão de critérios de inclusão/exclusão foram levados em consideração o idioma (Português e inglês), o ano de publicação, ou seja, artigos dos últimos dez anos. Na identificação dos artigos para serem usados na revisão sistemática, houve um olhar crítico quanto aos trabalhos, lendo-se, criteriosamente, e analisando-se todo o corpo do trabalho, desde os resumos, as conclusões e as palavras-chave. Os critérios de exclusão foram de acordo com trabalhos que não se relacionavam com o tema e artigos muito antigos (mais de dez anos). Os parâmetros de inclusão foram: artigos mais recentes e estudos que coincidiam com a temática proposta (leitura dos resumos e títulos) e sobre as tecnologias do soro de leite.

De acordo com as pesquisas executadas nas bases de dados LILACS e SciELO, 128 estudos foram selecionados por apresentar conteúdo relevante de acordo com os objetivos do trabalho, mas apenas 35 artigos foram elegidos pela leitura de títulos e artigos na íntegra e baseado neles exclusivamente 25 estudos encaixaram-se nos critérios de inclusão (mais recentes e que abordavam os objetivos do trabalho). E por meio desses que se enquadraram nos critérios de inclusão, selecionaram-se apenas 7 estudos relevantes para o conteúdo utilizando-os nos resultados e discussão. Na Figura 1 é possível identificar como ocorreu a busca de seus métodos de seleção por meio das palavras-chave e a pergunta norteadora para conteúdo científico a ser analisado. Logo após escolher os 7 trabalhos que atendiam ao tema, foram categorizados em uma tabela apresentando desde os objetivos, métodos e conclusões dos estudos.

Figura 1 - Procedimentos de busca, banco de dados e trabalhos encontrados na execução dessa pesquisa de revisão sistemática



Fonte: Autor (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos apresentados no Quadro 1 tratam sobre o soro do leite em diversas perspectivas e situações abrangendo desde seu potencial na indústria de alimentos até o seu momento do descarte.

Quadro 1 - Síntese com informações categorizadas dos Resultados de artigos científicos sobre aplicação do soro de leite

Título	Autor/Ano	Base de Dados/ Periódico	Método	Objetivos	Conclusões
Aplicação de filmes biodegradáveis Produzidos a partir de concentrado proteico de soro de leite irradiado	Fernandes <i>et al.</i> (2015)	SciELO/ Pesquisa Agropecuária Tropical Revista UFG	Produção de filmes biodegradáveis e análises de suas características e estatística.	Produzir filmes biodegradáveis a partir de concentrado proteico de soro de leite irradiado, bem como avaliar a eficiência da aplicação desses filmes como embalagem para maçãs.	Proteínas constituem boa alternativa para biofilmes biodegradáveis e os filmes produzidos apresentam-se como barreira à perda de umidade das maçãs e à solubilidade em água.
Avaliação sensorial e físico-química de doce de leite pastoso contendo diferentes concentrações de soro de leite	Vilela <i>et al.</i> (2020)	MEDLINE/ Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes	Produção dos doces, Análises físico-químicas, Análise sensorial e Análise de textura.	Compreender a influência da substituição parcial do leite integral por soro de leite em formulações de doce de leite em suas características organolépticas, apresentando também os teores de alguns macrocomponentes e características físico-químicas dos produtos obtidos.	É possível afirmar que a substituição parcial de leite por soro de leite é uma alternativa viável dentro do intervalo compreendido pelas amostras mais aceitas, nas condições realizadas neste estudo.
Conservação à temperatura ambiente de uma bebida à base de soro de leite envasada a quente	Luiz <i>et al.</i> (2014)	SciELO/ Ciência Rural	Preparo da bebida, Avaliação da vida de prateleira e Análise estatística.	Avaliar o efeito do envase a quente de uma bebida a base de soro de leite tratada termicamente após a fermentação e sua conservação à temperatura ambiente, por 84 dias.	Boa alternativa: processo de baixo custo, bem como as embalagens usadas. Produto pode ser armazenado à temperatura ambiente, sendo economicamente viável.

Consumo de proteína do soro do leite entre estudantes universitários de Porto Alegre, RS	Saudades, Kirsten e Oliveira (2017)	SciELO / Rev. Bra. Med. Esporte	Estudo transversal com estudantes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).	Avaliar o perfil do consumo de <i>Whey protein</i> em estudantes universitários Porto Alegre, RS.	Os estudantes consomem <i>whey protein</i> visando prevenir deficiências nutricionais ou ganho de massa muscular, e não observaram perda de peso como alteração após consumo.
Desenvolvimento, caracterização e análise sensorial de formulações alimentares com proteínas do soro de leite ou albumina para crianças	Batista <i>et al.</i> (2015)	SciELO / Brazilian Journal of Food Technology	Avaliação de parâmetros físico-químicos, Análise sensorial, Teste de aceitação e Análise Estatística.	Desenvolver, caracterizar e avaliar a aceitação de duas formulações alimentares (uma à base de WPC (Concentrado proteico do soro de leite) e outra de albumina) destinadas as crianças.	Boas características físico-químicas, equilíbrio nutricional e boa aceitação geral.
Efeito da adição de proteína do soro do leite como substituto do trigo na formulação de bolos sem adição de açúcar	Soares <i>et al.</i> (2018)	SciELO/ Brazilian Journal of Food Technology	Formulação de bolos, Avaliação de medidas, Análise sensorial, Avaliação da composição centesimal, Qualidade microbiológica e Análise de dados.	Avaliar a aceitabilidade e analisar características químicas e microbiológicas das formulações escolhidas no teste sensorial.	O tratamento contendo proporção intermediária de proteína do soro do leite (30 g/100 g) e o menor teor de margarina (6,72 g/100 g) obteve melhor aceitação e intenção de compra.
Obtenção e caracterização de concentrado proteico de soro de leite em pó	Becker <i>et al.</i> (2020)	SciELO/ Revista Vivências	Concentração do soro de leite e secagem do concentrado do soro de leite, caracterização das frações.	Recuperar e concentrar proteínas do soro de leite por ultrafiltração associada a diafiltração, e obter um concentrado proteico em pó, bem como caracterizar as frações.	O processo de concentração de proteínas utilizando membrana de ultrafiltração é uma alternativa para recuperar este constituinte, e quando transformado em pó o torna um produto com facilidade de uso e possibilidade de aplicação em diversos produtos de interesse, aumentando o valor agregado deste subproduto.

FONTE: Autor (2020).

4.1 Aproveitamento do soro de leite

Os trabalhos de Luiz *et al.* (2014), Batista *et al.* (2015) e Vilela (2020) possuíam propósitos semelhantes de retratar o aproveitamento do soro de leite como: Produções de bebidas, formulações alimentares e doce de leite pastoso com diferentes concentrações de soro de leite, viabilizando uma melhor forma de exploração e evitando descartes desnecessários.

O artigo de Luiz *et al.* (2014) disserta sobre a produção de um elemento comum do aproveitamento do soro de leite bovino é: “Conservação à temperatura ambiente de uma bebida à base de soro de leite envasada a quente”, ou seja, avalia o efeito que o envase de uma bebida à base de soro de leite tratada termicamente depois da fermentação e sua conservação à temperatura ambiente. O soro de leite utilizado na pesquisa foi o subproduto da fabricação de queijo mussarela. A pesquisa descreve que houve a formulação de um iogurte com controle da temperatura e do pH, durante o processo de fermentação, bem como, no preparo do soro para a adição do iogurte, sendo que o soro foi aquecido e adicionado de alguns ingredientes como ácidos, açúcar, citrato, estabilizante e sorbato de potássio. Ao soro já acrescido dos demais ingredientes, foi adicionado o iogurte.

O pH da bebida foi corrigido para 3,3 com o agente acidulante e, em seguida, aquecida a 60°C, procedendo-se então à homogeneização da mistura. Após a homogeneização, a mistura foi tratada termicamente a 68 °C por 12 minutos. Logo em seguida, adicionou-se aroma de abacaxi e envasou-se à quente em garrafas plásticas de polietileno tereftalato (PET) de 250mL (previamente, higienizadas com cloro ativo). Após o enchimento das garrafas, elas foram invertidas por 3 minutos. As garrafas foram resfriadas para 25 °C, em um banho de gelo, e estocadas em temperatura ambiente (25°C).

Luiz *et al.* (2014) avaliaram a vida de prateleira da bebida por 84 dias, com análises físico-químicas de acidez titulável e pH, microbiológicas de contagem padrão de micro-organismos mesófilos aeróbios, fungos filamentosos e leveduras, realizadas nos tempos 0, 14, 28, 42, 70 e 84 dias e análise sensorial, por meio do teste de aceitação aos 3, 42 e 84 dias, somente para o atributo impressão global. Os resultados desse trabalho demonstram uma possibilidade para fabricação do produto, pelas indústrias de laticínios, pois o processamento e as embalagens são de baixo custo e o produto pode ser armazenado à temperatura ambiente tornando o produto economicamente viável para o produtor e mais prático para os consumidores, além do soro lácteo ser aproveitado, evitando contaminação ao ambiente.

Batista *et al.* (2015) relata sobre a importância de formulações infantis à base de proteínas do soro de leite no estudo: “Desenvolvimento, caracterização e análise sensorial de formulações alimentares com proteínas do soro de leite ou albumina para crianças.” Ele disserta sobre duas formulações do sabor chocolate, sendo que uma delas apresentou o WPC como fonte proteica (Formulação 1), enquanto no outro acrescentou-se albumina (Formulação 2). Foram adicionados o açúcar refinado, maltodextrina, óleo de soja, lecitina de soja, *mix* de vitaminas e minerais. Todos os ingredientes foram pesados antes do início da caracterização físico-química das formulações, sendo a composição química as análises de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e carboidrato avaliadas inicialmente.

No trabalho, anteriormente citado, foram também, em seguida, realizadas análises físico-químicas (viscosidade, fluidez, pH e verificação da estabilidade e homogeneidade) e Análise sensorial (Casuística) com os Testes de aceitação (Escala hedônica, Escala de atitude-FACT). Os autores desse trabalho concluíram que as formulações se tornaram viáveis para o consumo por apresentarem boas características físico-químicas, contribuindo de forma saudável para crianças de 7 a 10 anos, além de apresentarem uma boa aceitação geral, destacando-se, ainda, como bem aceitas, as características textura, sabor e doçura.

De acordo com o trabalho de Vilela *et al.* (2020) é fundamental entender como o soro de leite atua em diferentes formulações em um alimento: “Avaliação sensorial e físico-química de doce de leite pastoso contendo diferentes concentrações de soro de leite”. Os autores explicam sobre a influência do soro de leite no doce de leite em 6 formulações em concentrações (16,67%, 25%, 33,33%, 41,67%, 50% e 58,33%).

Foi realizada uma análise sensorial com 123 consumidores de idades na faixa de 14 a 25 anos, as amostras foram inseridas em copos plásticos com capacidade de 50 mL, adicionando 15 g de doce de leite e avaliou-se os doces por meio do teste de aceitação, na escala hedônica do “desgostei muitíssimo” a “gostei muitíssimo”. Para o atributo aroma as amostras não diferiram entre si ($p>0,05$). Já para aparência, apenas as formulações com 16,67%, 25%, 33,33%, e 41,67% de soro não diferiram entre si, nas concentrações do soro de até no máximo 41,67%. Observou-se que a aparência não foi afetada, porém as formulações com 50% e 58,33% diferiram entre as demais. A formulação com 41,67% de soro apresentou o maior valor médio para o atributo sabor, comparada às outras formulações, sendo a mais aceita. Para a textura a amostra de 41,67% apresentou um maior valor médio, assim como para o atributo sabor, porém a mesma não diferiu das formulações com 25% e 33,33%. Por fim, na impressão global, de modo geral, a formulação com 41,67%, também obteve maior média. Sobre a intenção de compra, verificou-se que as amostras 4 e 3 (41,67 % e 33,33 %)

obtiveram as maiores frequências de intenções de compras positivas, que correspondem as respostas “certamente compraria” e “provavelmente compraria”. As amostras 1, 5 e 6 (16,67 %, 50,00 % e 58,33 %) exibiram maiores frequências de intenções de compras negativas que correspondem às atitudes de compra “provavelmente não compraria” e “certamente não compraria”. Os autores deste trabalho concluíram que a amostra com melhor aceitação sensorial foi a 4 (41,67%), diferindo, significativamente, apenas quanto ao atributo sabor em relação a amostra 3, que por sua vez foi a mais aceita segundo o mapa de preferência.

As análises físico-químicas realizadas foram: umidade, lipídeos, proteína, sólidos solúveis, pH, análises colorimétricas; também realizou-se análises de textura. Em relação aos dados de umidade observou-se que houve diferença significativa das amostras 2 (25%) e 5 (50%) em relação às demais; Para lipídeos pode-se observar que a amostra de doce de leite com 33,33% de soro não apresentou diferença significativa para este atributo, em relação às amostras 16,67%, 25% e 41,67%, porém as amostras com 50% e 58,33% diferiram das demais, apresentando um valor médio menor; Para a textura, a amostra contendo 25% de soro apresentou uma maior média quando relacionada com as demais; Os valores encontrados de pH ficaram entre 6 e 7; Colorimetria: Para a coordenada a^* , as amostras 1 e 4 não apresentaram diferença significativa, sendo as maiores médias, e as amostras 2, 3, 5 e 6 também não diferiram entre si, apresentando menores médias.

4.2 Proteínas do soro de leite e sua importância

O uso de nutrientes do soro do leite, principalmente proteínas, são essenciais não só para o organismo humano, mas também é possível novas tecnologias utilizando as proteínas do soro do leite para se obter filmes biodegradáveis e adição das proteínas em alimentos.

O estudo de Fernandes *et al.* (2015) disserta sobre emprego tecnológico do conteúdo proteico do soro de leite bovino: “Aplicação de filmes biodegradáveis produzidos a partir de concentrado proteico de soro de leite irradiado”, utilizou um concentrado de 72,22% de proteínas e após, foi irradiado, produziram filmes com o concentrado proteico de duas maneiras: irradiado na dose de 50 kGy e não irradiado, passando por todo método *casting* (uma técnica muito utilizadas para elaboração de filmes na qual os grânulos de amido se dispersam e reorganizam depois da secagem formando uma matriz polimérica), sendo estudados os sistemas de embalagens para compreender todo o conteúdo que as maçãs foram colocadas. Sobre a vida de prateleira do produto não houve preocupação, pois a escolha da

embalagem foi baseada através da deterioração da maçã (em pedaços) e os filtros sendo avaliado através da cor, solubilidade em água e barreira à umidade.

Foram determinadas medidas de espessura, cor final do filme, umidade e solubilidade. Os autores dessa pesquisa concluíram que as proteínas do soro lácteo são possibilidades para a produção de filmes biodegradáveis, a irradiação de filmes produzidos à base de proteína de soro de leite apresentou uma barreira à perda de umidade de maçãs e solubilidade em água dos filmes biodegradáveis, além da avaliação da cor dos filmes biodegráveis resultando em cores translúcidas a coloração amarelada. O tempo de armazenamento diferenciou entre os filmes irradiados e não irradiados, já que os filmes irradiados apresentaram solubilidade em água, que diminuiu no decorrer dos dias de armazenamento.

A pesquisa de Soares *et al.* (2018) relata sobre a proteína do soro de leite em destaque: “Efeito da adição da proteína do soro do leite como substituto do trigo na formulação de bolos sem adição de açúcar”, onde ele apresenta o objetivo do trabalho de elaboração de bolos sem adição de açúcar e usando a PSL como substituição do trigo, avaliando características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas. As análises físico-químicas realizadas foram: umidade, extrato etéreo em extrator Soxhlet, nitrogênio bruto por Kjeldahl, resíduo mineral (cinzas) e carboidratos totais que foram calculados por diferença e Análise microbiológica (de acordo com a metodologia da *American Public Health Association* - APHA).

A formulação do bolo com ingredientes: farinha de trigo, ovo, edulcorante sucralose em pó, leite desnatado, fermento químico e sal, homogeneizados (exceto o fermento). A Margarina foi utilizada na seguinte faixa de concentração (6,72-11,98 g/100g) para analisar como influencia na altura do bolo. E PSL (Proteína do Soro de Leite) avaliados de formas diferentes de acordo com alguns tratamentos nessa ordem (T4, 46 e T7): T4 (40 g/100 g de proteína e 7,69 g/100 g de margarina), T6 (44,14 g/100 g de proteína e 9,4 g/100 g de margarina) e T7 (30 g/100 g de proteína e 6,72 g/100 g de margarina).

Quando a PSL (Proteína do Soro de Leite) foi avaliada de maneira isolada, sem adição de margarina, favoreceu o crescimento do bolo. Então, avaliando cada tratamento, observou-se que este ingrediente (PSL) foi capaz de favorecer o aumento da altura do bolo. O tratamento mais aceito para intenção de compra foi o T7 (30 g/100 g de proteína e 6,72 g/100 g de margarina). As condições microbiológicas foram satisfatórias para o padrão microbiológico da legislação vigente (RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001) após os 15 dias de armazenamento. Para que a altura dos bolos não seja reduzida, é necessário reduzir as proporções de margarina.

A amostra selecionada por meio da análise sensorial foi analisada ao primeiro dia de processamento e ao 15º dia após armazenamento, à temperatura ambiente ($\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$), em ambiente seco e arejado. Os autores dessa pesquisa (Soares *et al.*, 2018) concluíram através dos tratamentos que a adição de margarina até a concentração máxima (11,98 g/100g) influenciou na redução da altura de bolos, a adição de proteínas do soro do leite também tiveram o mesmo efeito, mas em proporções menores.

O artigo de Saudades *et al.* (2017): “Consumo de proteína do soro de leite entre estudantes universitários de Porto Alegre, RS”, é um estudo transversal, onde a população amostral é composta de indivíduos de ambos os gêneros, maiores de 18 anos e matriculados nos cursos de áreas Biológicas, Naturais e Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em Porto Alegre-RS e houve autorização prévia para a realização desse estudo com os alunos. O questionário foi de forma fechada e algumas variáveis como gênero, idade e renda, foram analisadas. Também, foram avaliadas as variáveis sobre ser vegetariano, praticante de educação física e questões sobre o consumo de *Whey protein*, o uso, dose diária de ingestão, frequência do consumo diário e semanal, quem realizou a indicação de uso, há quanto tempo realiza, de que forma é o consumo e percepção sobre após o uso.

O presente estudo (Saudades *et al.*, 2017) foi submetido ao Comitê de Ética da UFRGS, os resultados foram avaliados de forma categórica e calculados com o nível de significância de 5% de probabilidade de erro. Portanto, os alunos tinham idade entre 18 e 28 anos, poucos são vegetarianos e esses consomem o suplemento objetivando prevenir deficiências nutricionais, mas o não vegetariano utilizam para ganho de massa muscular. Sobre o consumo diário, n=124 dos universitários consomem até 2 *scoops* (medidas)/dia (30 g/dia) de *Whey protein*, e a frequência de uso do produto é uma vez ao dia e o tempo de consumo foi superior a 12 meses para a maioria dos entrevistados, os homens são os consumidores que se destacam mais no público que consomem segundo as características de uso e frequência e os universitários não observaram perda de peso após consumo e o uso por iniciativa própria.

O trabalho de Becker *et al.* (2020): “Obtenção e caracterização de concentrado proteico de soro de leite em pó” relata sobre o aproveitamento do soro de leite, recuperando e concentrando as proteínas por ultrafiltração/diafiltração e avaliando as propriedades tecnológicas dos concentrados e permeados por membranas e do concentrado proteico de soro de leite em pó (CPS). Primeiramente foi feita uma concentração do soro de leite, em seguida ocorreu a secagem do concentrado do soro de leite e caracterização das frações: proteína, sólidos totais, acidez, condutividade, pH, lactose, gordura, cor (L^* , a^* , b^*), atividade de água,

umidade, minerais totais e componentes minerais (cálcio, sódio e potássio). O processo de ultrafiltração (UF) associado ao processo de diafiltração (DF) incrementou o conteúdo de proteína total, sólidos totais, de 94%, 55%, respectivamente, e reduziu 50% de lactose e 71 % de gordura. O CPS apresentou 78% de proteínas, sendo classificado como concentrado proteico de soro de CPS-80, com reduzido teor de umidade (8%) e de baixa atividade de água (0,417). Portanto, o processo de concentração de proteínas utilizando membrana de ultrafiltração é uma alternativa para recuperar este constituinte, e quando transformado em pó o torna um produto com facilidade de uso e possibilidade de aplicação em diversos produtos de interesse, aumentando o valor agregado deste subproduto.

4.3 Discussão dos resultados dos artigos

Os estudos selecionados obtiveram êxito quanto à relação do tema, pois trazem consigo a tecnologia, inovação, pesquisa quanto aos nutrientes do soro e sobre formas de descarte e impactos que o soro do leite pode causar no meio ambiente. Alguns trabalhos citam o valor do aproveitamento do soro de leite em algumas formas como: Bebida à base de soro, filmes biodegradáveis e formulações infantis com proteínas do soro de leite; Identificando que esse subproduto tem capacidade de ser um agente contribuinte para bolos, sobremesas, bebidas, entre outros. O estudo de Luiz *et al.* (2014) evidenciou a vantagem de se comercializar uma bebida à base de soro de leite e sua estocagem à temperatura ambiente, o que possibilita uma vantagem para a vida de prateleira, pois através do tratamento térmico combinado com o pH (3,0-4,5), torna eficiente para conservar por período prolongado, evidenciando também uma facilidade para o transporte, pois o produto vai permanecer em temperatura ambiente, além do baixo custo do processo e das embalagens, o que torna um produto viável economicamente para a indústria alimentícia.

A pesquisa de Batista *et al.* (2015) disserta sobre formulações alimentares, uma contendo albumina e outra Concentrado proteico do soro de leite (WPC), onde o foco é o controle de peso e redução de doenças metabólicas e cardiovasculares, sendo o WPC comprovado pelo seu papel na saúde, o que pode ser ressaltado é que por ser formulações tecnológicas e vantajosas, as duas obtiveram êxito para aceitação geral, não só por serem saudáveis, mas, também, por ter uma boa aceitação do público consumidor (crianças de 7 a 10 anos).

O trabalho de Vilela *et al.* (2020) relata sobre a quantidade de soro de leite adicionada a um produto (doce de leite), identificando as características físico-químicas, nutricional e

atributos sensoriais. Um ponto importante a ser discutido é que a amostra mais aceita é a 4 (equivalente 41,61%), onde é uma concentração intermediária de soro de leite e que possibilitou uma maior aceitação sensorial do público (principalmente sabor), o que também o soro de leite pode ser viável para substituir parcialmente o leite dentro do intervalo compreendido pelas amostras mais aceitas, nas condições realizadas neste estudo para a produção de doce de leite pastoso.

Fernandes *et al.* (2015) apresentam as proteínas do soro lácteo aplicadas em filmes biodegradáveis, protegendo o meio ambiente, por evitar o uso de embalagens que levam maior tempo no ambiente, para serem degradadas e ainda, os filmes apresentam-se como uma barreira à perda de umidade de maçãs, que é o produto utilizado no trabalho e os filmes biodegradáveis apresentam solubilidade em água (proteção para alimentos em que a atividade de água é alta), mantendo sua integridade durante o tempo de armazenamento.

O estudo de Soares *et al.* (2018), informando sobre a adição e identificando o efeito que as proteínas tem na formulação de bolos sem adição de açúcar e substituindo o trigo o que resultou em um produto com boa aceitação geral em um tratamento utilizado contendo proporção média das proteínas e menor teor de proteína, sendo assim um alimento, nutricionalmente e microbiologicamente seguro, mas, com sugestões de diminuir as proporções de margarina quando for adicionada a proteína do soro de leite, para que possa obter um equilíbrio dos ingredientes.

O trabalho de Saudades *et al.* (2017), dissertando sobre um questionário feito com estudantes de 18 a 28 anos de acordo com o consumo de *whey protein* e o período da ingestão do conteúdo proteico. É um trabalho necessário para entender como o público que utiliza esse produto, reage de acordo com o tempo em que faz o uso, ou o que pensa sobre o produto.

Becker *et al.* (2020) disserta sobre a concentração das proteínas do soro de leite por ultrafiltração/diafiltração, além da avaliação das propriedades tecnológicas dos concentrados. Esse processo de ultrafiltração é feito por separação das membranas por meio de pressão para concentração das proteínas, o que proporciona desenvolvimento de novos produtos. Portanto, além de surgir produtos, na forma em pó facilita o processamento pela facilidade na conservação, na estocagem e menor custo no transporte.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os consumidores estão à procura de uma maior variedade na alimentação, especialmente, alimentos saudáveis e que não gerem impactos ao meio ambiente, ou seja, que o processamento do produto não seja agressivo à natureza. O soro de leite é um subproduto de alto valor nutritivo que, na maioria das vezes, é descartado no ambiente, levando à poluição ambiental.

Os benefícios do soro de leite são comprovados devido à seus nutrientes como proteínas, lactose, minerais e vitaminas e, portanto, a elaboração de produtos utilizando o soro de leite como ingrediente pode transformar um subproduto que é descartado, em um produto de alta qualidade e alto valor agregado. O soro de leite como ingrediente pode suprir, eficientemente e com baixo custo, os nutrientes que o organismo humano necessita e originar produtos bem aceitos pelo consumidor e de alto valor nutricional.

E por ser de alto valor nutritivo, o soro de leite pode ser processado na forma de diversos produtos como: bolos, biscoitos, sorvetes, doces, formulações infantis e *whey protein* que é um concentrado proteico muito consumido por pessoas que exercem atividades físicas buscando aquisição ou reposição de massa magra ou que buscam por saúde e qualidade alimentar. O soro de leite pode ser utilizado ainda, *in natura* ou mesmo na forma de ração para a alimentação animal.

Deve-se ressaltar, ainda, que o processamento do soro de leite minimiza, significativamente, o problema ambiental causado pelo descarte incorreto do produto no meio ambiente e diminui, também, os custos para o tratamento com o descarte por parte das indústrias de laticínios tornando-as mais competitivas.

Portanto, os estudos em síntese, expostos nesta revisão sistemática, ressaltam vários pontos positivos sobre o aproveitamento e processamento do soro de leite, identificando o seu potencial como ingrediente ou matéria-prima para a elaboração de diversos produtos, enfatizando sempre, o valor nutricional e o aspecto tecnológico. É fundamental conhecer e divulgar sobre as propriedades nutricionais, tecnológicas e de saúde desse subproduto de forma que seja aproveitado, principalmente, na indústria alimentícia, evitando que prejudique o meio ambiente se for desperdiçado e lançado no solo ou nos afluentes.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-RAHMAN, A. M.; TASHIRO, Y.; SONOMOTO, K. Recent advances in lactic acid production by microbial fermentation processes. **Biotechnology Advances**, v 31, n.6, p. 77-902, 2013. PMid:23624242. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0734975013000736>. Acesso em: 19 jun. de 2020.
- ABIQ. **Associação Brasileira das indústrias de queijo**. Disponível em: https://www.abiq.com.br/associados/mercado/Mercado_2010a2014.pdf. Acesso em: 19 jun. de 2020.
- AKHAVAN, T.; LUHOVYY, B. L.; BROWN, P. H.; CHO, C. E.; ANDERSON, G. H. Effect of premeal consumption of whey protein and its hydrolysate on food intake and postmeal glycemia and insulin responses in young adults. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.91, p.966-975, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20164320/>. Acesso em: 19 jun. de 2020.
- ALI, A.; LEE, S. J.; RUTHERFURD-MARKWICK, K. J. Sports and exercise supplements whey proteins. In C. HILTON, H. C. DEETH & N. BANSAL (Eds.), **Whey Proteins: From Milk to Medicine**, Academic Press, Cap. 16, p. 579-635, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/protein-supplements>. Acesso em: 19 jun. de 2020.
- ALICEWEB. **Importações de soro de leite, modificado ou não, mesmo concentrado, adoc.** 2015. Disponível em: <https://aliceweb.mdic.gov.br//consulta-ncm/consultar>. Acesso em: 17 maio de 2020.
- ALMEIDA, C. C.; CARLOS ADAM CONTE, C. A.; SILVA, A. C. O.; ALVARES, T. S. Proteína do soro do leite: composição e suas propriedades funcionais. **Enciclopédia biosfera**, v.9, n.16, p. 1840-1854, 2013. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/agrarias/proteina%20do%20soro.pdf>. Acesso em: 26 maio de 2020.
- ALVES, M.; MOREIRA, R. O.; JÚNIOR, P. H. R.; MARTINS, M. C. F.; PERRONE, I. T.; CARVALHO, A. F. Soro de leite: tecnologias para o processamento de produtos. **Revista de Laticínios Cândido Tostes**, Minas Gerais, v. 69, nº 3, p. 212-226, mai. 2014. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/341/316>. Acesso em: 26 maio de 2020.
- BALD, J. A.; VINCENZI, A.; GENNARI, A.; LEHN, D.; SOUZA, C. Características físico-químicas de soros de queijo e ricota produzidos no Vale do Taquari, RS. **Revista Jovens Pesquisadores**, Santa Cruz do Sul- RS, v. 4, n. 1, p. 90-99, 2014. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/jovenspesquisadores/article/view/4602/3649>. Acesso em: 26 maio de 2020.
- BALDASSO, C. **Fracionamento dos Componentes do Soro de Leite através da Tecnologia de Separação por Membranas**. 2011. Tese de doutorado) Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

BALDISSERA, A. C.; BETTA, F. D.; PENNA, A. L. B.; LINDNER, J. D. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas proteicas a base de soro de leite. **Semina Ciências Agrárias**, v.32, n.2, p. 1497-1512, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/130680/2-s2.0-80155179730.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

BARBOSA, A. S.; ARAÚJO, A.; FLORÊNCIO, I.; BEZERRA, R., & FLORENTINO, E. Estudo cinético da fermentação do soro de queijo de coalho para produção de aguardente. **Revista Verde**, v.5, n.3, p.237–254, 2010. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/329/329>. Acesso em: 26 maio de 2020.

BARBOSA A.S.; FLORENTINO E.R.; FLORÊNCIO I. M.; ARAÚJO A. S. Utilização do soro como substrato para produção de aguardente: estudo cinético da produção de etanol. **Revista Verde** v.5, n.1, p. 7-25, 2010. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/240/240>. Acesso em: 26 maio de 2020.

BATISTA, M. A.; GAMA, L. L. A.; ALMEIDA, L. P.; ORNELLAS, C. B. D.; SANTOS, L. C.; CRUZ, L. L.; SILVESTRE, M. P.C. Desenvolvimento, caracterização e análise sensorial de formulações alimentares com proteínas do soro de leite ou albumina para crianças. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 31-41, jan/mar, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bjft/v18n1/1981-6723-bjft-18-1-31.pdf>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

BECKER, J.; FERNANDES, I. A.; STEFFENS, C.; STEFFENS, J.; VALDUGA, E. Obtenção e caracterização de concentrado proteico de soro de leite em pó. **Vivências**, v. 16, n. 31, p. 75-88, 29 jun. 2020. Disponível em: <https://revistas.uri.br/index.php/vivencias/article/view/172>. Acesso em: 26 maio de 2020.

BOSI, M. G.; BERNABE, B. M.; DELLA LUCIA, S. M.; ROBERTO, C. D. Bebida com adição de soro de leite e fibra alimentar prebiótica. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 48, n 3, p. 339-341, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v48n3/13.pdf>. Acesso em: 26 maio de 2020.

BRASIL, R. B. **Estrutura e estabilidade das micelas de caseína do leite bovino**. Universidade Federal de Goiás Escola de Veterinária e Zootecnia Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Goiânia, 2013. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/ESTRUTURA_E_ESTABILIDADE_DAS_MICELAS_DE_CASE%C3%8DNA_DO_LEITE_BOVINO.pdf. Acesso em: 15 jun. de 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 jan. 2001. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/res0012_02_01_2001.html. Acesso em: 12 maio de 2020.

BUSS, D. A.; HENKES, J. A. Estudo dos impactos ambientais causados por laticínios com foco no reaproveitamento dos resíduos gerados. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 3, n. 2, p. 384-395, 2014. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/2535/1842. Acesso em: 19 jun. de 2020.

CARDOSO, G. S. P. **Avaliação físico-química e microbiológica do leite cru refrigerado e soros dos queijos minas frescal e mussarela estocados sob diferentes temperaturas**. 2014. 125 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/4204/5/Tese%20-%20Gizelda%20de%20Siqueira%20Pedrosa%20Cardoso%20-%202014.pdf>. Acesso em: 11 jun. de 2020.

CARVALHO, K. D. **Utilização de soro de leite doce na fabricação de sorvete de massa**. 2012. 195 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida) - Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino – FAE, São João da Boa Vista, 2013. Disponível em: <https://www.fae.br/mestrado/dissertacoes/2012/Utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20soro%20de%20leite%20doce%20na%20fabrica%C3%A7%C3%A3o%20de%20sorvete%20de%20massa..pdf>. Acesso em: 21 maio de 2020.

CHAVAN, R. S.; SHRADDHA, R.C.; KUMAR, A.; NALAWADE, T. Whey based beverages: its functionality, formulations, health benefits and applications. **Journal of Food Processing & Technology**, v.6, n.10, p. 1 -8, 2015). Disponível em: <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000495>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

CHUNGCHUNLAM, S. M. S.; MOUGHAN, P. J.; HENARE, S. J.; GANESH, S. Effects of time of consumption of preloads on measures of satiety in healthy normal wight women. **Appetite**, v. 59, n .2, p. 281-288, 2012. PMid:22634189. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.05.011>. Acesso em: 19 jun. 2020.

CONTRERAS, M. M.; HERNÁNDEZ-LEDESMA, B.; AMIGO, L.; MARTÍN-ÁLVAREZ, P. J.; RECIO, I. Production of antioxidant hydrolyzates from a whey protein concentrate with thermolysin: Optimization by response surface methodology. **Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie**, v.44, n.1, p. 9 -15, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2010.06.017>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

CORROCHANO, A.R.; BUCKIN, V.; KELLY, P.M.; GIBLIN, L. Invited review: Whey proteins as antioxidants and promoters of cellular antioxidant pathways. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.6, p. 1 -15. 2018. PMid:29605324. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(18\)30278-9/abstract](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(18)30278-9/abstract). Acesso em: 19 jun. de 2020.

COSTA, C. M.; AZEVEDO, C. A.; AZEVEDO, L. A.; LINS, M. F.; VEIGA, R. L.; LIMA, S. F. **Soro do leite e os danos causados ao meio ambiente**. X Encontro Brasileiro sobre Adsorção, 2014, Guarujá, SP. Disponível em: http://www2.unifesp.br/home_diadema/eba2014/br/resumos/R0038-1.PDF. Acesso em: 16 maio de 2020.

COSTA, D. C. **Caracterização e Tratamento de Efluentes Resultantes da Actividade de Produção de Queijo**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Engenharia do ambiente, Lisboa, 2011. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/5661/1/Costa_2011.pdf. Acesso em: 23 jun. de 2020.

CRETO, A. R. S. **O potencial nacional para a produção de biocombustíveis a partir de resíduos agroindustriais**. Tese de Doutorado - Faculdade de ciências, Universidade de Lisboa. Lisboa, p. 96, 2018. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/35264/1/ulfc121847_tm_Ana_Rita_Creto.pdf. Acesso em: 15 jul. de 2020.

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**, Santa Maria, v. 40, n. 9, p. 2037-2046, set. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v40n9/a698cr2431.pdf>. Acesso em: 26 maio de 2020.

DE KRUIF, C. G.; HUPPERTZ, T.; URBAN, V.; PETUKHOV, V. A. Casein micelles and their internal structure. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 171–172, p. 36–52, 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22381008/>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

DEMERS-MATHIEU, V.; GAUTHIER, S. F.; BRITTEN, M.; FLISS, I.; ROBITAILLE, G.; JEAN, J. Antibacterial activity of peptides extracted from tryptic hydrolyzate of whey protein by nanofiltration. **International Dairy Journal**, n.28, v.2, p.94-101, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694612001963>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

DESCONSI, A. C.; IZARIO FILHO, H. J.; SALAZAR, R. F. S. Avaliação físico-química e microbiológica do soro de leite concentrado obtido por osmose inversa. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 9, n. 2, p. 325-335, jun. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v9n2/v9n2a13.pdf>. Acesso em: 10 jun. de 2020.

DEVRIES, M.C.; PHILLIPS, S.M. Supplemental Protein in Support of Muscle Mass and Health: Advantage Whey. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 1, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1750-3841.12802>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

EVANS, J.; ZULEWSKA, J.; NEWBOLD, M.; DRAKE, M. A.; BARBANO, D. M.; Comparison of composition and sensory properties of 80% whey protein and milk serum protein concentrates. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 5, 2010. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(10\)00171-2/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(10)00171-2/fulltext). Acesso em: 19 jun. de 2020.

FERNANDES, A. P. S.; COSTA, J. B.; SOARES, D. S. B.; MOURA, C. J. DE; SOUZA, A. R. M. DE. Application of biodegradable films produced from irradiated whey protein concentrate. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 45, n. 2, p. 192-199, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pat/v45n2/1517-6398-pat-45-02-0192.pdf>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

FERREIRA-ROCHA, L. O. **Utilização de soro lácteo, goma xantana e amido modificado na elaboração de doce de leite com café**. 2013. 204p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/734/1/TESE_Utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20soro%20l%C3%A1cteo%20goma%20xantana%20e%20amido%20modificado%20na%20elabora%C3%A7%C3%A3o%20de%20doce%20de%20leite%20com%20caf%C3%A9.pdf. Acesso em: 17 jul. de 2020.

FISCHBORN, S.C. A influência do tempo de ingestão da suplementação de whey protein em relação à atividade física. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v.3. n. 14. 2012. Disponível em: <https://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/109/107>. Acesso em: 26 maio de 2020.

FLORÊNCIO, I. M.; FLORENTINO, E. R.; SILVA F. L.; MARTINS, R. S.; CAVALCANTI, M.; GOMES, J. Produção de etanol a partir de lactossoro industrial. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 17, n. 10, p.1088-1092, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n10/10.pdf>. Acesso em: 26 maio de 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Milk and dairy products in human nutrition**. Roma, 2013. 404 p. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/i3396e/i3396e.pdf>. Acesso em: 17 maio de 2020.

GAJO, F. F. S.; GAJO, A. A.; SILVA, R. B. V.; FERREIRA, E. B. 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. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v70i1.501>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

GALVÃO, M.C.B.; RICARTE, I.L.M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019. Disponível em: <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835>. Acesso em: 23 maio de 2020.

GANJU, S.; GOGATE, P.R. A review on approaches for efficient recovery of whey proteins from dairy industry effluents. **Food Engineering**, v. 215, p. 84-96, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877417303205>. Acesso em: 01 jul. de 2020.

GERNIGON, G.; SCHUCK P.; JEANTET, R. Processing of mozzarella cheese wheys and stretchwaters: a preliminary review. **Dairy Science and Technology**, v. 90, n. 1, p. 27- 46, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1051/dst/2009045>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

GIEZENAAR, C.; COUDERT, Z.; BAQERI, A.; JENSEN, C.; HAUSKEN, T.; HOROWITZ, M.; CHAPMAN, I.; SOENEN, S. Effects of timing of whey protein intake on appetite and energy intake in healthy older men. **Journal of the American Medical Directors Association**, v.18, n.10, p. 898.e9-898. e13. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.06.027>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

GUIMARÃES, P.M.R.; TEIXEIRA, J.A.; DOMINGUES, L. Fermentation of lactose to bioethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorization of cheese whey. **Biotechnology Advances**, v. 28, n.3, p. 375–384, may/june 2010. Disponível em:

http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10543/1/Guimaraes_BiotechnolAdv.pdf. Acesso em: 19 jun. de 2020.

HAMMAM, A.R.A. Technological, applications, and characteristics of edible films and coatings: a review. **SN Appl. Sci.** v.1, n.632, 2019. doi:10.1007/s42452- 019-0660-8.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/333356680_Technological_applications_and_characteristics_of_edible_films_and_coatings_a_review. Acesso em: 30 maio de 2020.

HAMMAM, A.R.A., AHMED, M.S.I. Technological and Characteristics of Low-Fat Cheeses: A Review. **Assiut J. Agric. Sci.** v.50 p.5–27, 2019. doi:10.21608/ajas.2019.33455.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/333455140_Technological_and_Characteristics_of_Low-Fat_Cheeses_A_Review. Acesso em: 25 jun. 2020.

HERMES, P. R.; COSTA, P. B.; CAVILHÃO, C.; TAFFAREL, L. E.; POZZA, M.S. dos S.; LIBARDI, K. D. C. Avaliação do Crescimento de Cordeiros Alimentados com Permeado de Soro de Leite em Pó. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 13, n. suplemento, p. 334 – 338, dez. 2014. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/11170/7996>. Acesso em: 26 maio de 2020.

HUANG, W. C.; CHANG, Y. C.; CHEN, Y. M.; HSU, Y. J.; HUANG, C. C.; KAN, N. W.; CHEN, S. S. Whey Protein Improves Marathon-Induced Injury and Exercise Performance in Elite Track Runners. **International Journal of Medical Sciences**, Blue Haven, v. 14, n. 7, p. 648-654, jun. 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28824296/>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

JAKUBOWICZ, D.; FROY, O. Biochemical and metabolic mechanisms by which dietary whey protein may combat obesity and type 2 diabetes. **Journal of Nutritional Biochemistry** v.24, n.1, p.1-5, 2013. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095528631200201X>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

JERVIS, S.; CAMPBELL, R.; WOJCIECHOWSKI, K. L.; FOEGEDING, E. A.; DRAKE, M. A.; BARBANO, D. M. Effect of bleaching whey on sensory and functional properties of 80% whey protein concentrate. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 6, p. 2848-2862, 2012. Disponível: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4967>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

KEMPKA, A. P.; GRANDO, A.; MAFESSONI, K.; THOMÉ, B. C.; LIMA, P. C. Associação de sulfato de ferro e ultrassom na clarificação de efluente de indústria láctea. **Engevista**, v. 18, n. 1, p. 189-206, 2016. Disponível em:

<https://periodicos.uff.br/engevista/article/view/9062/6535>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

KNIPPING, K., VAN ESCH, B. C. A. M., VAN IEPEREN-VAN DIJK, A. G., VAN HOFFEN, E., VAN BAALEN, T., KNIPPELS, L. M. J., VAN DER HEIDE, S., DUBOIS, A. E. J., GARSSSEN, J. & KNOL, E. F., Enzymatic treatment of whey proteins in cow's milk results in differential inhibition of IgE-mediated mast cell activation compared to T-cell activation. **Int Arch Allergy Immunol**, v.159, n.3, p.263-70. 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22722685/>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

LEITE, S. C.; OLIVEIRA, C. A.; SOUZA, B. F. Soro do Queijo: uma alternativa tecnológica para enriquecimento de produtos cárneos. **Revista Semiárido de Visu**, Petrolina- PE, v. 2, n. 3, p.73-81, ago. 2015. Disponível em: <http://docplayer.com.br/27452328-Soro-do-queijo-uma-alternativa-tecnologica-para-enriquecimento-de-produtos-carneos.html>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

LE MAUX, S.; NONGONIERMA, A. B.; BARRE, C.; FITZGERALD, R. J. (2016). Enzymatic generation of whey protein hydrolysates under pH-controlled and non pH-controlled conditions: Impact on physicochemical and bioactive properties. **Food Chemistry**, v.199, p.246-251. PMid:26775967. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.021>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

LIVNEY, Y. D. Milk proteins as vehicles for bioactives. **Current Opinion in Colloid & Interfaces Science, Israel**, v. 15, p. 73–83, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359029409001022>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

LOVATO, F.; KOWALESKI, J.; RODRIGUES DOS SANTOS, L.; ZAMBIANI DA SILVA, S. Avaliação da conformidade de suplementos alimentares frente à legislação vigente. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 8, n. 47, p. 330-335, 2014. Disponível em: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/472/438>. Acesso em: 26 maio de 2020.

LUIZ, L. M. P.; ROCHA, J. C. G.; SÁ, J. P. N.; BRANDÃO, S. C. C.; ARAÚJO, E. A. & CARVALHO, A. F. Conservação à temperatura ambiente de uma bebida à base de soro de leite envasada a quente. **Cienc. Rural**, Santa Maria- MG. v. 44, n. 11, p. 2090 2094, Nov. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v44n11/0103-8478-cr-44-11-02090.pdf>. Acesso em: 21 maio de 2020.

MANTOVANI, J. R.; CARRERA, M.; LANDGRAF, P. R. C.; JOSÉ, M.; MIRANDA, J. M. Soro ácido de leite como fonte de nutrientes para o milho. **R. Bras. Eng. Agric. Ambiental**, v.19, n.4, p.324–329, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v19n4/1415-4366-rbeaa-19-04-0324.pdf>. Acesso em: 26 maio de 2020.

MARQUARDT, L.; ROHLFES, A., BACCAR, N., OLIVEIRA, M., & RICHARDS, N. Indústrias lácteas: alternativas de aproveitamento do soro de leite como forma de gestão ambiental. **Tecnológica**, v. 15, n. 2, p. 79-83, 2011. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/2350/1817>. Acesso em: 26 maio de 2020.

MENEZES, A. C. S. Desenvolvimento de bebida láctea fermentada à base de soro de leite e polpa de cajá (*Spondias mombin* L.) com potencial probiótica. 106f. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2011. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/bitstream/tede2/5067/2/Adriana%20Carla%20Santos%20de%20Menezes.pdf>. Acesso em: 22 maio de 2020.

MONTEIRO, Naice Eleidiane Santana. **Efeito das proteínas do soro do leite bovino sobre alterações metabólicas causadas por uma dieta hiperlipídica no camundongo C57BL/6: disbiose intestinal, resposta inflamatória e parâmetros associados**. 2015. 98 f. Dissertação

(mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: https://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/254508/1/Monteiro_NaiceEleidianeSantana_M.pdf. Acesso em: 28 jul. de 2020.

MORENO, M. F.; SOUZA, G. I. M. H.; HACHUL, A. C. L.; SANTOS, B.; OKUDA, M. H.; PINTO NETO, N. I.; BOLDARINE, V. T.; ESPOSITO, E.; RIBEIRO, E. B.; DO NASCIMENTO, C. M. P. O.; GANEN, A. P.; OYAMA, L. M. Coacervate whey protein improves inflammatory milieu in mice fed with high-fat diet. **Nutrition & Metabolism**, v.11, n.15, 2014. Disponível em: <https://nutritionandmetabolism.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-7075-11-15>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

MOTA, K. C. N. **Avaliação bromatológica e produção de gases de produtos fermentados à base de tubérculos, vinhaça e soro de leite**. 2016. 73f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária – UFMG. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-BC6S8S/1/.pdf>. Acesso em: 30 jul. de 2020.

MOTTA, T. M. C.; HOFF, R. B.; BARRETO, F.; ANDRADE, R. B.; LORENZINI, D. M.; MENEGHINI, L. Z.; PIZZOLATO, T. M. Detection and confirmation of milk adulteration with cheese whey using proteomic-like sample preparation and liquid chromatography-electrospray-tandem mass spectrometry analysis. **Talanta**, n. 1, v. 120, p. 498-505, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039914013009831>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

MOURA, C. S.; LOLLO, P. C. B.; MORATO, P. N.; CARNEIRO, E. M.; AMAYA-FARFAN, J. Whey protein hydrolysate enhances the exercise-induced heat shock protein (HSP70) response in rats. **Food Chem** v.136, n. 3-4, p.1350–1357, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612014744>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

MOVAAHED, M. K.; MOHEBBI, M.; KOOCHKEKI, A.; MILANI, E. The effect of different emulsifiers on the eggless cake properties containing WPC. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 11, p. 894-3903, nov., 2016. Disponível em: <https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC5156632&blobtype=pdf>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

NUNES, L. A.; GERBER, J. Z.; COSTA, F. P.; SOUZA, R. J. S.; KALID, R. A. 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. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/5310/3155>. Acesso em: 01 jun. de 2020.

NUNES, L.; DOS SANTOS, M. G. Caracterização físico-química de soros obtidos de diferentes tipos de queijos. **Revista Horizonte Científico**, v.9, n.2, p. 18, 2015. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/31172>. Acesso em: 07 jul. de 2020.

OLIVEIRA D. F.; BRAVO C. E. C.; TONIAL I. B. Soro de leite: Um subproduto valioso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.67 n.85, p.64-71, Mar./Abr., 2012. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/215>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

PAL, S.; RADAVELLI-BAGATINI, S. The effects of whey protein on cardiometabolic risk factors. **Obesity reviews**, v. 14, n. 4, p.324-343, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23167434/>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

PALMQUIST D. L. 2010. Great discoveries of milk for a healthy diet and a healthy life. **R. Bras. Zootec.**, v.39, p.465-477 pp. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982010001300051&lng=en&tlng=en. Acesso em: 19 jun. de 2020.

PAN, K.; SONG, Q.; WANG, L.; CAO, B. A study of demineralization of whey by nanofiltration membrane. **Desalination**, v. 267, p. 217-221, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916410006788>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

PARNELL, J.A.; WIENS, K.; ERDMAN, K.A. Evaluation of congruence among dietary supplement use and motivation for supplementation in young, Canadian athletes. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**. v.12. n. 49. 2015. p. 1-10. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4681054/>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

PATTERSON, D.; WALDRON, M.; JEFFRIES, O. Proteins and Amino Acids and Physical Exercise. In S. Walrand (Ed.). **Nutrition and Skeletal Muscle** Academic Press, p. 183-196, 2019. Disponível em: <https://eprint.ncl.ac.uk/253282>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

PESCUMA, M.; VALDEZ, G.; MOZZI, F. **Whey-derived valuable products obtained by microbial fermentation**. Applied Microbiology and Biotechnology, n. 99, v. 4, p.6183-6196, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26124070/>. Acesso em: 03 jul. de 2020.

PESCUMA, M.; HÉBERT, E. M.; MOZZI, F.; VALDEZ, G. F. Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 141, n. 1-2, p. 73-81, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20483186/>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

PIRES, M. H. Alternativas para o aproveitamento do soro. **Indústria de Laticínios**, São Paulo, p. 24-30, 2010.

PRAZERES, A. R., CARVALHO, F., RIVAS, J. Cheese whey management: A review. **Journal of Environmental Management**. v. 110, n. 110, p. 48-68, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479712002769>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

RAIMONDO, R. F. S., MIYASHIRO, S. I., MORI, C. S., BIRGEL, J. E. H., Proteínas do soro do lácteo de vacas Jersey diante a lactação. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 1 p. 340-348, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pvb/v33n1/22.pdf>. Acesso em: 26 maio de 2020.

REMÓN, J.; GARCÍA, L.; ARAUZO, J. Cheese whey management by catalytic steam reforming and aqueous phase reforming. **Fuel Processing Technology**, v. 154, p. 66-81, 2016. Disponível em: https://zaguan.unizar.es/record/70585/files/texto_completo.pdf. Acesso em: 19 jun. de 2020.

RIDGE, A., DEVINE, A., LYONS-WALL, P., CONLON, J., & LO, J. (2018). The impact of whey protein supplementation in older adults on nutrient intakes and satiety over a 11-week exercise intervention. **Food Quality and Preference**. v. 68, p.72-79. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.01.013>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

RODRIGUES, J. B.; LEITÃO, N. J.; CHAVES, K. S.; GIGANTE, M. L.; PORTELLA, M. C.; GROSSO, C. R. F. High protein microparticles produced by ionic gelation containing *Lactobacillus acidophilus* for feeding pacu larvae. **Food Research International**, v. 63, Part A, n. 0, p. 25-32, 9// 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996914001045?via%3Dihub>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

SANTIAGO, D. A Redescoberta Do Soro Do Leite. **Dinheiro Rural**.2013 Disponível em: <http://dinheirorural.com.br/secao/agronegocios/redescoberta-do-soro-do-leite> . Acesso em: 19 jun. de 2020.

SAUDADES, J. O.; KIRSTEN, V. R.; OLIVEIRA, V. R. Consumo de proteína do soro do leite entre estudantes universitários de porto alegre, RS. **Rev Bras Med Esporte**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 289-293, Aug. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbme/v23n4/1517-8692-rbme-23-04-00289.pdf>. Acesso em: 09 jun. de 2020.

SHI, J.; TAURIANEN, E.; MARTONEN, E.; FINCKENBERG, P.; AHLROOS-LEHMUS, A.; TUOMAINEN, A.; PILVI, T. K.; KORPELA, R.; MERVAALA, E. M. Whey protein isolate protects against diet-induced obesity and fatty liver formation. **International Dairy Journal**, Barking, v. 21, n. 8, p. 513-522, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.03.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694611000720>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

SINHA, R.; CHERUPPANPULLIL, R.; PRAKASH, J.; KAULTIKU, P. Whey protein hydrolysate: Functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation. **Food Chemistry**, v. 101, n. 4, pp.1484-1491, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814606003050>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

SILVA, A. C.; GUIMARÃES, P. M.; TEIXEIRA, J. A.; DOMINGUES, L. Fermentation of deproteinized cheese whey powder solutions to ethanol by engineered *Saccharomyces cerevisiae*: effect of supplementation with corn steep liquor and repeated-batch operation with biomass recycling by flocculation. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, v. 37, n. 9, p. 973-982, 2010. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/11283/1/Silva_Journal%20of%20Industrial%20Microbiology%20and%20Biotechnology.pdf. Acesso em: 19 jun. de 2020.

SILVA, C. A., GOMES, J. P., DA SILVA, F. L. H., DE MELO, E. S. R. L.; CALDAS, M. C. S. Utilização de soro de leite na elaboração de pães: estudo da qualidade sensorial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande- PB, v.13, n. Especial, p.355-362, 2011. Disponível em:

<http://www.bibliotekevirtual.org/revistas/RBPA/v13n04/v13n04a04.pdf>. Acesso em: 19 jun. de 2020.

SILVA, D. J. P. **Resíduos na indústria de laticínios**. 2011. 20 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG, 2011. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/246129959/Residuos-na-Industria-de-Laticinios-UFV-pdf>. Acesso em: 10 jul. de 2020.

SILVA, J. V. **Desenvolvimento de bolos, com e sem adição de açúcar, a partir da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca e semente de abóbora (*Curcubita moschata*)**. 2011. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011.

SIQUEIRA, A. M. O.; MACHADO, E. C. L.; STAMFORD, T. L. M. Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.9, p.1693-1700, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782013000900025. Acesso em: 26 maio de 2020.

SOARES, J. P.; MARQUES, G. A.; MAGALHÃES, C. S. de.; SANTOS, A. B.; JOSÉ, J. F. B. de S.; SILVA, D. A.; & SILVA, E. M. M. da. Efeito da adição de proteína do soro do leite como substituto do trigo na formulação de bolos sem adição de açúcar. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas-SP , v. 21,e2016190, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1981-67232018000100410&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 30 jul. de 2020

SOUZA, J.; SOUZA, J.; SOUZA, C. Desenvolvimento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial de sobremesas lácteas elaboradas com soro de queijo e gomas. **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**, Minas Gerais, v. 68, nº 393, p. 16-25, jul. 2013. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/32/36>. Acesso em: 23 jul. de 2020.

UNITED STATES DAIRY EXPORT COUNCIL (USDEC). 2014. **Dairy Ingredients Application Library** – WPC &WPI.

VILELA, M.; MARTINS BRAZ, J.; MARIANO, M., GOES BULLHÕES, N.; CASTRO DOS SANTOS, D., & BORGES DE LIMA DUTRA, M. Avaliação sensorial e físico-química de doce de leite pastoso contendo diferentes concentrações de soro de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, [S.l.], v. 75, n. 1, p. 22-33, out. 2020. ISSN 2238-6416. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/767/523>. Acesso em: 20 jun. 2020.