

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS SATUBA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LATICÍNIOS

RAQUEL PACHECO DE ALMEIDA

WILLIAM KÁSSIO DA SILVA

SORO DO LEITE, DESCARTE E REAPROVEITAMENTO

SATUBA/AL
2023

**RAQUEL PACHECO DE ALMEIDA
WILLIAM KÁSSIO DA SILVA**

SORO DO LEITE, DESCARTE E REAPROVEITAMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Tecnólogo em
Laticínios do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
Alagoas – IFAL/ Campus Satuba.

Orientadora Prof^ª Dra. Tâmara Lúcia dos
Santos Silva

**SATUBA/AL
2023**



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Satuba
Biblioteca Benevides Valente Monte

A447s Almeida, Raquel Pacheco de.
Soro do leite, descarte e reaproveitamento / Raquel Pacheco
de Almeida, William Kássio da Silva. – 2023.
26 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Tecnologia em
Laticínios). - Instituto Federal de Alagoas, Campus Satuba, 2023.
Orientação: Profa. Dra. Tâmara Lúcia dos Santos Silva.

Arquivo no formato digital em PDF.

1. Soro de leite. 2. Soro de leite - Aproveitamento. 3. Soro de
leite - Impactos ambientais. I. Silva, William Kássio da. II. Título.

CDD: 637.142

Ana Caroline de Oliveira Silva
Bibliotecária - CRB-4/1832

SORO DO LEITE, DESCARTE E REAPROVEITAMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como requisito parcial para
obtenção do grau de Tecnólogo em
Laticínios do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
Alagoas – IFAL
/ Campus Satuba.

Aprovado em 04/04/2023.

BANCA EXAMINADORA:



Prof.a Dra Tâmara Lúcia dos Santos Silva
Insituto Federal de Alagoas - IFAL/Campus Satuba



Prof.a Dra. Cenira Monteiro de Carvalho
Insituto Federal de Alagoas - IFAL/Campus Satuba



Prof.r Tassyano Feitosa de Amorim
Insituto Federal de Alagoas - IFAL/Campus Satuba

AGRADECIMENTO

Agradecemos a Deus, pois sem ele nada somos.

Agradecemos a todos os profissionais que dedicaram seu tempo a nos transmitir conhecimento que utilizamos para nossa formação, aos nossos familiares e colegas por demonstrarem paciência nessa longa jornada.

RESUMO

O soro é um resíduo considerado muito preocupante por sua significativa taxa de matéria orgânica, principalmente pela lactose e pelas proteínas, o que causa acentuado impacto ambiental se lançado ao meio ambiente sem tratamento. O soro de leite apresenta elevada quantidade de compostos orgânicos, o que acaba tornando-o um subproduto poluidor, que quando liberado ao meio ambiente sem nenhum tratamento tem a capacidade de poluir 100 vezes mais que o esgoto doméstico. Esse trabalho tem como objetivo o intuito de realizar uma revisão bibliográfica a cerca de soro do leite, descarte e reaproveitamento, visando identificar as melhores práticas de reaproveitamento em novos produtos. Este estudo é uma revisão bibliográfica, assim a pesquisa dos artigos científicos foram obtida nas seguintes fontes de dados eletrônicos como Scielo, Lilacs e Google Acadêmico. Para a busca foram adotados os seguintes descritores: soro do leite, aproveitamento e impactos ambientais. A utilização do soro na indústria de laticínios se torna possível devido a aplicação das diferentes tecnologias e reaproveitamento do soro para a criação de novos produtos. Entretanto as pesquisas sobre o reaproveitamento do soro ainda se apresentam limitadas, mesmo o soro sendo considerado a bastante tempo como uma fonte de contaminante.

Palavras-chave: Aproveitamento, impactos ambientais, soro de leite.

ABSTRACT

Whey is an exclusion considered very worrying due to its significant level of organic matter, mainly lactose and proteins, which causes an increase in the environmental impact if released into the environment without treatment. Whey has a high amount of organic compounds, which ends up making it a polluting by-product, which when released into the environment without any treatment has a pollution capacity 100 times more than domestic sewage. This work aims to carry out a literature review on whey, disposal and reuse, aiming to identify the best reuse practices in new products. This study is a biblio-graphical review, as well as research for scientific articles were obtained from the following electronic data sources such as Scielo, Lilacs and Google Schol-ar. The following descriptors were adopted for the search: whey, use and environmental impacts. The use of whey in the dairy industry becomes possible due to the application of different technologies and reuse of whey to create new products. However, research on the reuse of serum is still limited, even though serum has long been considered a source of contaminants.

Key words: Utilization, environmental impacts, whey

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQ	Associação Brasileira das Indústrias de Queijo
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BPF	Boas Práticas de Fabricação
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UHT	Ultra High Temperature

Sumário

1	INTRODUÇÃO	8
2	JUSTIFICATIVA	9
3	OBJETIVOS	11
3.1.	OBJETIVO GERAL	11
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4	METODOLOGIA	12
5	ESTADO DA ARTE DO REAPROVEITAMENTO DO SORO DO LEITE	13
5.1	Ricota	13
5.2	Bebida láctea	13
5.3	Soro em produtos carneos	14
5.4	Soro em pó	15
5.5	Extração da lactose	16
5.6	Alimentação animal	17
5.7	Produção de vinagre e etanol	17
5.8	Aromas	19
5.9	Suplemento alimentar	20
5.1.1	Cosméticos e medicamentos	20
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
7	REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

O soro de leite é um subproduto da indústria de laticínio, pode ser definido como a parte líquida, de cor amarelo-esverdeado, resultante da coagulação do leite por ácido ou por enzimas proteolíticas (OLIVEIRA, 2009). É composto por β -lactoglobulina, α -lactalbumina, imunoglobulina, albumina sérica bovina, lactoferrina, lactoperoxidase, glicomacropéptido, bem como numerosos fatores e enzimas biologicamente ativos (VELEMIR et al., 2020).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), a produção atual de leite no Brasil totalizou 34,84 bilhões de litros em 2019, 2,7% maior que no ano anterior. Em 2015, a produção de leite in natura esteve entre as seis mais importantes atividades agropecuárias do País, representando 5,8% do valor bruto da produção agropecuária brasileira.

O soro é um resíduo considerado muito preocupante por sua significativa taxa de matéria orgânica, principalmente pela lactose e pelas proteínas, o que causa acentuado impacto ambiental se lançado ao meio ambiente sem tratamento. Possui uma coloração amarelo-esverdeado cujo sabor ligeiramente ácido ou doce, é um líquido residual obtido a partir da coagulação do leite destinado à fabricação de queijos ou de caseína. Sua composição varia com a qualidade do leite utilizado e com o tipo de queijo do qual foi originado (BRASIL, 2005).

O soro de leite apresenta elevada quantidade de compostos orgânicos, o que acaba tornando-o um subproduto poluidor, que quando liberado ao meio ambiente sem nenhum tratamento tem a capacidade de poluir 100 vezes mais que o esgoto doméstico.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo o intuito de realizar uma revisão bibliográfica a cerca de soro do leite, descarte e reaproveitamento, visando identificar as melhores práticas de reaproveitamento em novos produtos.

2 JUSTIFICATIVA

Cerca de 85 a 95% de todo o leite é soro, e 55% dos nutrientes do leite após a separação da caseína, ficam na composição do soro. Dentre estes nutrientes destacam-se a lactose (açúcar do leite, e que é um problema para pessoas intolerantes), 4,8%; as proteínas solúveis (globulina e albumina), 0,75 %; lipídeos (gordura), 0,5 %; e sais minerais 8 a 10%. O cloreto de sódio e o cloreto de potássio são os principais sais minerais presentes, representam mais de 50%, além dos sais de cálcio, principalmente na forma de fosfato de cálcio. Apresenta também ácido láctico e ácido cítrico, ureia e ácido úrico, vitaminas do complexo B (B1, B2, B6 piridoxina, B5 e B12), além de ácido pantotênico, ácido fólico e biotina, bem como suas proteínas são ricas em aminoácidos essenciais (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2013).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Queijo (ABIQ), a produção anual de queijo é de 488 mil toneladas, se considerarmos um volume de 9 litros de soro para cada kg de queijo produzido, pode-se estimar um volume de aproximadamente 4,392 milhões de litros de soro de queijo. Este produto, é resultante da precipitação de gorduras e caseína do leite durante a fabricação de queijos, representa 85 a 90% do volume de leite e retém 55% de seus nutrientes, dentre eles a lactose (4 a 5%) e proteínas (0,6 a 0,7%). Porém, caso seja destinado diretamente a rios ou esgotos públicos, o que atualmente não é permitido, torna-se um importante problema ambiental, com uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de 30 a 50 g/L 5,11 e uma demanda química de oxigênio (DQO) de 50 a 80 g/L.

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) transformando-se em um rejeito industrial nocivo à natureza e causando alto impacto ambiental, pelos prejuízos à fauna e flora, isso porque sua Decomposição Bioquímica de Oxigênio (DBO) é de dez a 100 vezes maior que a do esgoto doméstico (PAULA et al., 2011).

O soro é um resíduo considerado muito preocupante por sua significativa taxa de matéria orgânica, principalmente pela lactose e pelas proteínas, o que causa acentuado impacto ambiental se lançado ao meio ambiente sem tratamento. Possui uma coloração amarelo-esverdeado cujo sabor ligeiramente ácido ou doce, é um líquido residual obtido a partir da coagulação do leite destinado à fabricação de queijos ou de caseína. Sua

composição varia com a qualidade do leite utilizado e com o tipo de queijo do qual foi originado (BRASIL, 2005).

Muitas vezes ele é descartado no ambiente, principalmente por pequenas queijarias, deixando de ser processado por indústrias com tecnologia adequada para a produção de derivados de maior valor (GIROTO; PAWLOWSKY, 2001).

Giroto e Pawlowsky (2001) salientam que o soro de leite, quando considerado resíduo líquido industrial é despejado junto com os demais resíduos líquidos das indústrias de laticínios, pode significar a duplicação do sistema de tratamento, pois possui DBO entre 25.000 e 80.000 mg/L, já que apresenta alta concentração de matéria orgânica além de deficiência de nitrogênio, sua estabilização por métodos convencionais de tratamento biológico é dificultada.

Silva (2011) afirma que o soro é aproximadamente cem vezes mais poluente que o esgoto doméstico, e o leite ácido, pelos seus valores nutritivos e pelas suas elevadas cargas orgânicas, devem ser captados e conduzidos separadamente para viabilizar o seu aproveitamento na fabricação de outros produtos lácteos, ou mesmo para utilização direta na alimentação de animais. Considera ainda, uma prática incorreta o descarte do soro, de forma direta e indireta nos cursos de água, e acrescenta que não deve ser misturado aos demais efluentes da produção. Uma fábrica com produção média de 300.000 litros de soro por dia polui o equivalente a uma cidade com 150.000 habitantes.

3 OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Realizar uma revisão bibliográfica acerca de soro do leite, descarte e reaproveitamento, visando identificar as melhores práticas de reaproveitamento em novos produtos.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o processo de produção do soro do leite;
- Estudar os impactos ambientais causados pelo descarte do soro do leite;
- Analisar trabalhos que demonstrem a possibilidade de reaproveitamento do soro.

4 METODOLOGIA

Buscou-se fontes em bases de dados como Scielo, Lilacs e Google Acadêmico. para a busca foram adotados os seguintes descritores: soro do leite e proteína do soro do leite.

Foi elaborada uma revisão bibliográfica, descritiva, de ordem cronológica, feita a partir de pesquisas e levantamento de dados na literatura científica. A pesquisa bibliográfica utilizou-se fundamentalmente das contribuições de diversos autores sobre o tema. Nesse sentido, o primeiro passo para o desenvolvimento da pesquisa bibliográfica consistiu na exploração das fontes documentais.

Os artigos foram analisados conforme metodologia de Minayo et al., (2002) seguindo a proposta de análise temática, sendo inicialmente procedida a leitura flutuante de todo acervo, a identificação dos eixos temáticos e aferidos seus respectivos núcleos de sentido.

5 ESTADO DA ARTE DO REAPROVEITAMENTO DO SORO DO LEITE

5.1 Ricota

Define-se ricota como um produto obtido da albumina do soro de leite, adicionado de leite até 20% do seu volume, e que pode ser consumido fresco ou defumado por 10 a 15 dias. A ricota pode ser produzida com 10 à 25% de gordura, e com umidade que não deve ser inferior á 55% (BRASIL, 1996). Seu formato deve ser cilíndrico e possuir peso de 300 g a 1 kg. Em relação à crosta, ela deve ser rugosa, não formatada ou pouco nítida. A consistência é definida como mole, não pastosa e friável. A textura deve ser fechada com algumas olhaduras mecânicas e a cor deve ser branco a creme. O odor e sabor são característicos do queijo.

A massa da ricota é obtida por meio da acidificação do soro de leite, adicionado ou não de leite integral, após seu aquecimento a aproximadamente 92 °C. Às vezes, a ricota é comercializada somente após o processo de defumação (ricota defumada) ou de condimentação (ricota condimentada). Pode ser também prensada ou cremosa, comercializada em potes, podendo também, nesses casos, ser condimentada (RIBEIRO et al., 2005). A composição média esperada da ricota é de 70 a 73% de umidade, 4 a 6% de gordura, 4,9 a 5,3 de pH (FERREIRA, 2003). Seu rendimento médio de fabricação é de cerca de 4 a 5% do volume de soro trabalhado, ou seja, em torno de 20 L de soro para produzir 1 kg de ricota

5.2 Bebida láctea

O soro de leite em pó ou fluido pode ser utilizado como constituinte de produtos denominados bebida láctea no Brasil, além de leite em pó ou fluido com diferentes teores de gordura, creme de leite, entre outros ingredientes lácteos, como caseinato e concentrado proteico de soro.

Existem teores mínimos de proteínas e gorduras de origem láctea em diferentes formulações que precisam ser observados no leite integral ou desnatado, no soro fluido ou em pó, nos diferentes tipos de leite em pó e concentrados protéicos de soro, que serão aplicados como ingredientes, o que torna possível desenvolver diferentes formulações de bebidas lácteas (IN 16de maio /2005 - MAPA).

A Instrução Normativa (IN 26 de março /2007) regulamenta os padrões de identidade e qualidade do leite aromatizado, e o descreve como produto lácteo, convenientemente homogeneizado, submetido à pasteurização ou esterilização nos próprios frascos, resultante da mistura preparada com leite, açúcar e aromatizantes (cacau, sucos ou essências de frutas). Deve conter um mínimo de 2g/100g de proteína láctea. O uso de aditivos não está autorizado, exceto o aromatizante/saborizante com boas práticas de fabricação (BPF) e o citrato de sódio (BPF), somente no leite aromatizado ultra high temperature (UHT)), com finalidade tecnológica inerente ao seu tratamento térmico permitida em legislação específica vigente. Não há referência à permissão de adição de soro de leite ou seus derivados nesta categoria de produto.

Estudos de Giroto e Pawlowsky (2001) mostraram que os laticínios do Estado do Paraná utilizaram o soro de leite na produção de bebidas lácteas e na produção de soro de leite em pó em um percentual médio de 19,4 nos anos considerados, demonstrando que não o utilizaram na sua totalidade, tendo um excesso a ser aproveitado. Caso utilizassem este derivado lácteo na produção de soro em pó ou seus derivados, poderiam ter incorporado em seus ganhos valores consideráveis, como também teriam contribuição para a redução do número de importações desse produto.

Buriti, Santos e Egito (2012), estudaram o processo de obtenção de bebida láctea probiótica produzida a partir de leite e soro lácteo de caprinos, polpa de goiaba ou de graviola, e adicionada de galactomana parcialmente hidrolisada, obtida de *Caesalpinia pulcherrima*. As bebidas que foram produzidas estavam, de acordo com as legislações, além de se mostrarem apropriados em relação às características sensoriais, tendo elevada aceitação em testes com potenciais consumidores.

5.3 Soro em produtos cárneos

O leite contém duas frações protéicas principais que podem ser usadas como fontes de peptídeos bioativos: caseína e soro de leite. Tradicionalmente, as caseínas têm sido a proteína do leite mais estudada, enquanto as proteínas do soro do leite têm lutado para se transformar em um subproduto que poderia ser usado como ingrediente ativo em alimentos (BARRON AYALA et al., 2020)

Os produtos cárneos são inerentes à cultura alimentar e são amplamente

consumidos em todo o mundo. Versatilidade, produtos mais atraentes, oportunidades de redução de desperdício e vidas úteis mais altas, são algumas das principais características que diferenciam os produtos cárneos (PINTADO; DELGADO-PANDO, 2020). Especiarias, aditivos, agentes aromatizantes, enzimas, açúcares, carboidratos, fibras e produtos proteicos são comumente usados na fabricação desses alimentos (VELEMIR et al., 2020).

A proteína do soro pode substituir parcialmente a proteína da carne, bem como substituir parcial ou totalmente a proteína de soja e outros agentes de ligação, cargas, amido modificado e hidrocolóides. O uso complexo de matéria-prima de carne crua e proteínas de soro de leite torna possível melhorar a qualidade de produtos de carne. Portanto, usar o soro de leite como um componente da fórmula em produtos cárneos é uma questão atual (LUKIN, 2020).

Embora o uso de produtos de soro tenha sido tradicionalmente interpretado como um meio de reduzir os custos com ingredientes, o verdadeiro benefício da adição de produtos de soro consiste no maior valor agregado ao produto final em função das melhores características de sabor, textura e outros parâmetros nutricionais, como benefícios nutracêuticos e outros, além de amenizar o problema da poluição ambiental. (OLIVEIRA, 2009).

5.4 Soro em pó

As importações de soro de leite em pó atendem a uma demanda objetiva de alguns setores que necessitam de grandes quantidades dessa matéria-prima com regularidade de oferta e preços competitivos, cabendo ao mercado externo ser o grande fornecedor, já que o volume de processamento de soro no país não atende às necessidades do mercado interno.

Essa importação tem sido apontada há muito tempo, pelos elos da cadeia produtiva de lácteos, como um entrave para o setor. No entanto, a cadeia não tem avaliado o potencial de produção de soro no Brasil para apontar uma solução para a questão. O soro resultante da produção de queijos é uma oportunidade efetiva que pode melhorar a competitividade da cadeia láctea. (GIROTO; PAWLOWSKY, 2001).

Outros produtos em que se utiliza soro em grande escala é no processamento da ricota. No entanto, dessa produção ainda resta um volume de soro que também pode

ser aproveitado. Ainda pode ser transformado em insumo, através de processamento para a obtenção de soro de leite em pó ou fracionado em seus diversos componentes.

Esse grupo de produtos é justamente o de maior valor agregado com utilização em grande escala na indústria alimentícia, química e farmacêutica, além de ser usado na alimentação animal. O mercado de ingredientes lácteos proteicos tem crescido, sendo que a utilização destes estão voltados em grande número para alimentos funcionais.

Entretanto, o soro de leite produzido como resíduo da fabricação de queijos não tem sido processado em volume suficiente para atender a demanda industrial no mercado nacional, conforme os dados levantados junto ao Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA/2017), pois o país tem importado um número significativo de soro em pó por não encontrá-lo disponível internamente. A industrialização do soro, apesar de gerar produtos que são amplamente demandados por várias empresas, devido à necessidade de instalações industriais com certo grau de complexidade, exige considerável volume de investimentos, o que tem restringido a ampliação do número de processadoras no país (ALVES et al., 2014).

5.5 Extração da lactose

Com a maior atenção ambiental e a possibilidade de geração de valor, a recuperação de proteínas e lactose a partir dos resíduos gerados pela indústria de laticínios se torna mais atrativo. Devido a isso muitas pesquisas são voltadas para esse objetivo como a desenvolvida por Khaire e Gogate (2018). Foram aplicados pré-tratamentos com intenção de obter uma maior quantidade de lactose recuperada do soro de leite advindo do queijo cottage.

Esses autores indicam que a presença de pré-tratamentos térmicos, com uso de ultrassom e termosônicos, posterior ultrafiltração seguida de evaporação e sonocristalização favorecem a recuperação de lactose. No trabalho realizado, após o já citado e conhecido processo de ultrafiltração, é feita a evaporação do excesso de água presente no permeado obtido em uma placa quente e o uso de ultrassom para cristalização, em sequência ocorre a sonocristalização, processo onde se adiciona etanol com elevada pureza no concentrado de soro de leite, com a cristalização total realizada, aplica-se os processos de filtração e secagem, para obtenção da lactose em pó.

Os autores concluíram por meio deste experimento que os pré-tratamentos utilizados aumentam a permeabilidade do soro, diminuindo sua viscosidade, aumentaram a inativação microbiana e como consequência obteve uma maior recuperação de lactose.

5.6 Alimentação animal

Woyengo e colaboradores (2015) estudam em sua pesquisa a utilização do permeado de soro de leite na substituição de alimentos que são usados como fonte de energia e aminoácidos na dieta de suínos, pois o gasto com esses insumos pelos produtores de carnes suínas só tem aumentado com o decorrer dos anos.

Como não é algo que pode ser dispensado, a proposta desses pesquisadores é a utilização de ovos e produtos derivados deste que não são levados para comercialização, a partir de uma parceria com as instalações que fazem este trabalho, e também o uso do permeado, que é um subproduto abundante das processadoras de laticínios.

Ambos podem ser aplicados, após secagem, na dieta dos animais, mas o permeado pode cristalizar depois de seco, para evitar isso é necessário a mistura com ovo. Essa mistura pode ser inserida como fonte de energia e proteína na alimentação dos rebanhos suínos, pois a junção é rica em proteína bruta e lactose.

5.7 Produção de vinagre e etanol

Na maioria das indústrias produtoras de queijo, o soro é tratado como um resíduo e sua capacidade de servir como matéria-prima para a produção de produtos secundários é ignorada. O soro de leite apresenta diversas características tecnológicas que permitem o seu reaproveitamento, como por exemplo, a presença de lactose, que pode ser usada como substrato para a fermentação alcoólica e produção de etanol, esse substrato alcoólico ainda pode ser transformado em ácido acético para a produção de vinagre de soro de leite (PARRONDO et al., 2003).

Bronstein (1997) citou em sua pesquisa vários autores que estudaram a aplicação do permeado do soro para fermentação combinado a uma fonte de nitrogênio, onde também se descobriu que o permeado pode ser usado na extração de lactose.

Os estudos realizados tinham como objetivo a verificação do uso do soro e do permeado deste como substrato para fermentação de microrganismos para conversão de

lactose em etanol, leveduras de pão, galactose e ácido láctico por *Lactobacillus helveticus* também a aplicação do permeado como fonte de crescimento para fermento. Uma alternativa para utilização do permeado do soro de leite na fermentação de trigo para produção de etanol empregando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* é proposta por Parashar et al. (2016).

O permeado foi hidrolisado por enzimas para retirada de açúcares fermentáveis e em seguida aplicado no processo de fermentação de trigo como co-substrato e na substituição parcial da água utilizada, as incorporações foram feitas com permeados de dois laticínios diferentes, com composições parecidas e viscosidades baixas o suficiente para não influenciar no meio de fermentação.

Testes realizados ao final do procedimento mostraram que o uso do permeado em substituição de até 10% da água de processo não alterou significativamente o rendimento de etanol produzido, diminuindo em apenas 4,8% na planta A e 6% na planta B quando comparado com o rendimento usando apenas água, com isso considera-se esse método de grande valia para redução dos resíduos gerados nas processadoras, contribuindo para diminuir o impacto causado ao meio ambiente e agregando valor ao subproduto da indústria de laticínios que pode ser comercializado e aplicado no setor de biocombustíveis.

O autor também afirma que tal método de fermentação pode ser aplicado na produção de outros produtos além do etanol, mostrando que o permeado não deve ser mais visto como resíduo e que o descarte dele é na verdade um claro desperdício. You et al. (2017), relatam em seu artigo a necessidade do gerenciamento do soro voltada para o desenvolvimento de tratamentos biológicos e físico-químicos e também na fabricação de produtos de valor agregado como soro em pó, etanol e lactulose, devido o crescente aumento da taxa de produção deste subproduto.

Os autores enxergam o soro em pó como um substrato mais atrativo que o soro de leite, por oferecer nutrientes e lactose concentrada, pois essas características se mostram uma vantagem na fermentação de etanol, acarretando elevada produção e custos reduzidos de destilação para obtenção do etanol puro.

Neste trabalho foi utilizado o soro em pó como matéria-prima para preparação de β galactosidase e etanol como subproduto com uso da levedura *Kluyveromyces lactis*, que realiza fermentação e assimila lactose convertendo em etanol. Após a obtenção de β galactosidase, esta foi destilada, permeabilizada e passou por processo de secagem por

atomização.

O etanol gerado por esse método pode ter diversas aplicações como na fabricação de solventes farmacêuticos e industriais. Portanto, essa estratégia se mostra satisfatória para o reaproveitamento do soro, favorecendo também o meio ambiente.

A legislação brasileira através da Instrução Normativa nº 6, de 3 de abril de 2012, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2012) estabelece os padrões de identidade e qualidade e a classificação dos fermentados acéticos. O vinagre de soro de leite se enquadra como “Vinagre de Álcool”, uma vez que o vinagre de origem animal não tem classificação específica.

A composição química do vinagre varia de acordo com a matéria-prima que o gerou, no entanto, o ácido acético e o álcool etílico residual são os compostos que usualmente fazem parte da composição básica do vinagre.

O ácido acético ($C_2H_4O_2$) é o componente principal de qualquer vinagre proveniente de substrato alcoólico e sua concentração no produto é expressa em graus acéticos (quantidade de ácido acético em grama por 100 mL de vinagre) (AQUARONE et al., 2001). A legislação estabelece um teor mínimo de 4 g de ácido acético/100 mL de vinagre (BRASIL, 2012).

Durante a fabricação do vinagre, não pode ocorrer esgotamento do substrato alcoólico durante a fermentação acética, uma vez que as bactérias acéticas na ausência de etanol podem degradar o ácido acético produzido, isso acaba gerando um álcool etílico residual ao final do processo (AQUARONE et al., 2001). A legislação brasileira permite um teor máximo de 1 % (v/v) de álcool etílico residual no vinagre (BRASIL, 2012).

Determinar o teor de extrato seco em vinagres pode auxiliar a combater fraudes no produto, como por exemplo a adição de sal ou água, uma vez que teores muito baixos ou muito altos de extrato seco podem indicar possíveis adulterações do produto.

A legislação brasileira não especifica um teor de extrato seco em vinagre de soro de leite, mas para vinagres de cereais ou mel, o teor mínimo de extrato seco estabelecido é de 7 g.L⁻¹ (BRASIL, 2012), por aproximação pode-se considerar esse teor para o vinagre de soro, uma vez que a base alcoólica é proveniente da fermentação de dissacarídeos.

5.8 Aromas

Pesquisadores do Instituto de Agroquímica e Tecnologia de Alimentos, na Espanha, conseguiram modificar a bactéria *Lactobacillus casei*, através da introdução no seu genoma de um gene da bactéria do queijo *Lactococcus lactis* que expressa a enzima acetohidroxiácido sintase e em simultâneo através da anulação do funcionamento de dois genes que expressavam outras duas enzimas, a lactato desidrogenase e a piruvato desidrogenase (NADAL et al., 2009).

Dessa forma, a equipe de pesquisadores conseguiu que a bactéria geneticamente modificada transforma os resíduos da produção de queijo em diacetilo e acetona, compostos de utilização comum na indústria de aditivos aromáticos (NADAL et al., 2009).

5.9 Suplemento alimentar

Como suplemento alimentar no Brasil, o soro do leite é legislado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Comercializado líquido ou em pó, possui alto valor nutricional e apresenta ótima aceitação pelos consumidores, especialmente pelos praticantes de esportes em academias onde é conhecido pelo nome de whey protein.

Santos e Buriti (2010) constataram que as proteínas do soro lácteo também podem gerar efeitos funcionais, benéficos à saúde, por originarem peptídeos bioativos nos produtos lácteos e durante o processo digestivo. Esses peptídeos estão associados à regulação de várias funções fisiológicas no organismo humano, como pressão sanguínea, resposta glicêmica, processos inflamatórios e, também, ao estímulo do sistema imunológico.

5.1.1 Cosméticos e medicamentos

Recentemente foi identificado um componente com potencial de minimizar os efeitos adversos da hipertensão, segundo pesquisas da Embrapa, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), onde foram analisadas pequenas partes de proteínas (peptídeos) do soro do leite em testes *in vitro* que indicaram vasodilatação das artérias de cobaias entre 80 a 100%. O resultado sugere que há um indício bastante promissor quanto à capacidade anti-hipertensiva de

peptídeos do soro do leite, efeito similar ao obtido com medicamento (EMBRAPA, 2015).

O processo tecnológico aplicado na pesquisa foi o diferencial, uma vez que o preparo e fracionamento do soro do leite desenvolvido na Embrapa gerou um ingrediente de alto valor agregado a produtos, que pode vir a ser utilizado como auxílio no controle da hipertensão. Para ser validado o modelo em doentes, a pesquisa precisa antes conhecer melhor os mecanismos da atividade anti-hipertensiva, para garantir um grau de segurança no uso da substância

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe uma notória diferença entre os países desenvolvidos e o Brasil com relação ao reaproveitamento do soro do leite produzido pela indústria de laticínios, países como Estados Unidos e Irlanda, a proporção da utilização do soro do leite para a geração de novos produtos chega a 100% do volume produzido. No entanto, no Brasil, convive-se com a problemática de indicar caminhos para solucionar problemas ambientais relacionados ao seu descarte inadequado (FLORÊNCIO et al., 2013).

Alves et al. (2014) confirmaram que 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. Há diferentes tecnologias de separação por membranas e da secagem por atomização para a utilização de soro na indústria de laticínios. Segundo o mesmo autor, a tendência é instalar unidades centrais de processamento que possam receber o soro produzido pelas queijarias de uma determinada região.

Em relação às formas de tratamento e formas de valorização foi possível observar, respectivamente do soro para pequenas e médias empresas, que os processos biológicos anaeróbios e os pantanais construídos demonstram maiores vantagens no tratamento das águas residuais com soro e que a bebida láctea apresenta-se como a melhor alternativa de aproveitamento, em relação ao impacto ambiental causado pelo descarte inapropriado, notamos e evidenciamos por meios de dados que é algo muito prejudicial ao meio ambiente tanto a flora quanto a fauna se prejudicam com esses efluentes. Buriti, Santos e Egito (2012).

Dentre os estudos avaliados observou-se várias maneiras possíveis de reaproveitamento do soro no leite em diversas áreas de aplicação, observou-se que a destinação do soro à alimentação animal não é uma alternativa adequada de valorização ou aproveitamento, pois exige uma administração logística eficaz e de difícil controle. Silva (2011).

Mesmo sendo considerada há bastante tempo como uma fonte de contaminantes e de impacto ambiental negativo, as pesquisas sobre o reaproveitamento dos resíduos da indústria de laticínios, mais especificamente do soro do queijo fabricado nas agroindústrias, apresentam-se ainda limitadas

Todos os trabalhos analisados citam o impacto nocivo do soro do leite no meio ambiente e as principais pesquisas estão voltadas para novas formas de tratamento (SARKAR et al. 2006), tipos de valorizações existentes (LIN et al., 2014), novas tecnologias (CARVALHO et al. 2013), elaboração de testes sensoriais em novos produtos (BOSI et al., 2013; MATOS, 2009), simulação de formas de utilização do soro (SILVA, 2011), além de estudo do ciclo de vida de algumas etapas do processo de fabricação, visando a colaboração para a produção e tecnologia mais limpa, com efeitos de redução dos impactos negativos.

7 REFERÊNCIAS

ANTUNES, A. J. Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino. Editora Manole Ltda, 2003.

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

AQUARONE, E.; LIMA, U.A.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. Biotecnologia na produção de alimentos. São Paulo: Editora Blücher, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Circular nº 175, de 16 de maio de 2005. Procedimentos de Verificação dos Programas de Autocontrole. Coordenação Geral de Programas Especiais do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – CGPE/DIPOA. Brasília, DF, 16 mai. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº146, de 07 de Mar. 1996. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1996. BARROS, Aidil Jesus Paes de; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza.

BARRÓN-AYALA, C.G. et al. Pork frankfurters prepared with hydrolyzed whey: Preliminary product quality aspects and inhibitory activity of the resulting peptides on angiotensin-converting enzyme. Meat science, v. 166, p. 108111, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146 de 7 de março de 1996. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos produtos lácteos. Brasília, DF: MAPA.1996. Disponível em:<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1218>.

BOSI, M. G.; BERNABÉ, B. M.; LUCIA, S.M.D.; E ROBERTO, C. D. **Bebida com adição de soro de leite e fibra alimentar prebiótica. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.3, p.339-341, 2013.

CARVALHO, F.; PRAZERES, A. R.; RIVAS, J. **Cheese whey wastewater: Characterization and treatment. Science of the Total Environment**, v. 445-446, 2013.

Composition and quality of milk and whey buffalo in Rio Grande do Norte state. Acta Veterinaria Brasilica, v. 8, n. 1, 8 abr. 2014.

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.

FRIGON, J.; BRETON, J.; BRUNEAU, T.; MOLETTA, R.; GUIOT, S. **The treatment of cheese whey wastewater by sequential anaerobic and aerobic steps**

in a single digester at pilot scale. Bioresource Technology, v. 199, p. 4156-4163, 2009.

FERREIRA, A. C. **Uso do açafrão (Curcuma longa L.) na redução de staphylococcus aureus ATCC 12600 em ricota. 2003. 76 p. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.**

GIROTO, J. M.; PAWLOWSKY, U. **O soro de leite e as alternativas para o seu beneficiamento. Brasil Alimentos**, São Paulo, n. 10, p. 43-46, set./out. 2001.

LUKIN, A. **Aplicabilidade do soro de leite em pó desmineralizado na produção de embutidos cozidos. Songklanakarin Journal of Science & Technology**, v. 42, n. 2, 2020.

LIN, C. S. K. et al. **Current and future trends in food waste valorization for the production of chemicals, materials and fuels: a global perspective. Biofuels, Bioprod. Bioref.**, v. 8, p. 686-715, 2014.

OLIVEIRA, M. N. **Tecnologia de produtos lácteos funcionais.** São Paulo: Atheneu, 2009.

NADAL, Inmaculada. et al. Diacetyl and acetoin production from whey permeate using engineered *Lactobacillus casei*. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, Espanha, v. 36, n. 9, 16 jul. 2009.

PINTADO, T.; DELGADO-PANDO, G. **Towards more sustainable meat products: Extenders as a way of reducing meat content. Foods**, v. 9, n. 8, p. 1044, 2020.

PARRONDO, Javier et al. A Note - Production of Vinegar from Whey. *Journal Of The Institute Of Brewing*, v. 109, p.356-358. 2003.

Produção brasileira de leite e sua geografia. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1143320/1/Producao-brasileira-de-leite-e-sua-geografia.pdf>>. Acesso em: abr. 11DC.

PAULA, R. Á. DE; CORRÊA, R. S.; COTTA, T. P. **Lixiviação de nitrato de um substrato minerado tratado com lodo de esgoto doméstico. Bragantia**, v. 70, p. 104–112, 2011.

Resultados de pesquisa de soja na Embrapa Clima Temperado - 2013. - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1043273/resultados-de-pesquisa-de-soja-na-embrapa-clima-temperado---2013>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

RIBEIRO, A. C.; MARQUES, S. C.; SODRÉ, A. F.; ABREU, L. R.; PICCOLI, R. H. **Controle Microbiológico da vida de prateleira de ricota cremosa. Ciências Agrotécnicas, Lavras**, v. 29, n. 1, p. 113-117, 2005.

SOUTA, A. F. C.; LIMA, D. P.; VELOSO, K. N. C.; PORTO, C. **Processo de fabricação, armazenamento, transporte e análise sensorial da ricota.** Instituto Federal

de Educação, Ciência e Tecnologia, Tocantins, Campus de Paraíso do Tocantins. 2009.

SARKAR, B.; CHAKRABARTI, P. P.; VIJAYKUMAR, A.; KALE, V. **Wastewater Treatment in dairy industries - possibility of reuse**. Journal Desalination, v. 195, p. 141–152, 2006.

SILVA, A. N. Modelagem, **simulação e análise técnico-financeira de uma unidade de processamento de soro de leite para produção integrada de concentrado proteico, lactose e etanol**. 2011. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, 2011.

VELEMIR, A et al. **Effects of non-meat proteins on the quality of fermented sausages**. Foods and Raw materials, v. 8, n. 2, 2020.