

INSTITUTO FEDERAL

Fluminense

Campus Macaé

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO



**PÁTRIA AMADA
BRASIL**
GOVERNO FEDERAL

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MODALIDADE PROFISSIONAL

**LACTOSSORO NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS: AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS
SUSTENTÁVEIS PARA O REAPROVEITAMENTO NA REGIÃO NORTE E NOROESTE
FLUMINENSE**

DANILO DE ASSIS AMARAL

MACAÉ-RJ

2022

DANILO DE ASSIS AMARAL

LACTOSSORO NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS: AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS
SUSTENTÁVEIS PARA O REAPROVEITAMENTO NA REGIÃO NORTE E NOROESTE
FLUMINENSE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, área de concentração Gestão Ambiental das Cidades, Gerenciamento de Resíduos e Efluentes, linha de pesquisa Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação.

Orientador (a): Dr. José Augusto Ferreira da Silva

MACAÉ-RJ

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A4851 Amaral, Danilo de Assis, 1990-.
Lactossoro na indústria de laticínios: avaliação de alternativas sustentáveis para o reaproveitamento na região norte e noroeste fluminense / Danilo de Assis Amaral. — Macaé, RJ, 2022.
xiii, 64 f.: il. color.

Orientador: José Augusto Ferreira da Silva, 1970-.
Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental). — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Macaé, RJ, 2022.

Inclui referências.

Área de concentração: Gestão Ambiental das Cidades, Gerenciamento de Resíduos e Efluentes.

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação.

1. Lactossoro. 2. Indústrias de Laticínios. 3. Impacto Ambiental. I. Silva, José Augusto Ferreira da, 1970-, orient. II. Título.

CDD 637.1

(23. ed.)

Relatório intitulado **LACTOSSORO NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS: AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS PARA O REAPROVEITAMENTO NA REGIÃO NORTE E NOROESTE FLUMINENSE**, elaborada por **Danilo de Assis Amaral** e apresentado, publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense - IFFluminense, na área concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação.

Aprovado em: 20/06/2022

Banca Examinadora:

Jose Augusto Ferreira da Silva:06989763809 Assinado de forma digital por Jose Augusto Ferreira da Silva:06989763809
Dados: 2022.08.12 11:35:27 -03'00'

José Augusto Ferreira da Silva, Doutor em Geografia / Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) – Orientador.

Leonardo Salvalaio Muline:08798253751 Assinado de forma digital por Leonardo Salvalaio Muline:08798253751
Dados: 2022.06.23 22:10:02 -03'00'

Leonardo Salvalaio Muline, Doutor em Ensino em Biociências e Saúde / Fundação Oswaldo Cruz, Brasil (2018), Professor do Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) – Membro Interno.



Samuel Alex Coelho Campos, Doutor em Ciências (Economia Aplicada) / Universidade de São Paulo, Brasil (2015), Professor do Magistério Superior Adjunto da Universidade Federal Fluminense (UFF) – Membro Externo.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Antônio e Elizabete, pelo belo exemplo de humildade e simplicidade e a toda a minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo seu cuidado e amor e por me permitir ingressar nesta instituição de ensino para realização de um sonho.

À minha família por todo apoio e incentivo. Aos meus pais, especialmente, exemplos de vida, sempre me apoiando nos estudos e sendo meus alicerces.

Aos meus irmãos, Danúbia, Wellington e Silvio, e minha cunhada, pelos incentivos, críticas, por momentos de companheirismo e lazer.

Ao meu sobrinho, Silvinho, o qual fazia dos meus momentos de exaustão e stress serem diluídos com risadas e brincadeiras, me proporcionando momentos de satisfação e alegria.

Aos colegas de turma do mestrado pela amizade, uma turma especial em que a ajuda mútua e companheirismo são perceptíveis.

Ao IFF e ao PPEA pela oportunidade de aprofundamento e aquisição de conhecimentos.

Aos professores do programa, em especial ao professor José Augusto Ferreira da Silva pela orientação e dedicação.

Às prefeituras, aos secretários e gestores das indústrias que foram solícitos comigo, disponibilizando informações necessárias para o desenvolvimento desse trabalho.

A todos os amigos e pessoas queridas que me incentivam e contribuem de alguma forma para este momento!

EPÍGRAFE

“A menos que modifiquemos nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”

Albert Einstein

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO CIENTÍFICO 1

Figura 1 – A cadeia de valor do leite simplificada	7
Figura 2 - Etapas para o processo de revisão sistemática da literatura	14

ARTIGO CIENTÍFICO 2

Figura 1 - Fluxograma Genérico do Processo produtivo	31
Figura 2 - Processo de tratamento de efluentes	34
Figura 3 - Vista aérea da fábrica	34

ARTIGO CIENTÍFICO 3

Figura 1 - Mapa dos municípios das regiões Norte e Noroeste Fluminense	42
Figura 2 - Participação regional na produção leiteira Estadual	43
Figura 3 - Participação Estadual dos principais municípios produtores de leite	43
Figura 4 - Total de produtores de leite	44
Figura 5 - Diagrama da fabricação de queijos	45
Figura 6 - Distribuição espacial dos estabelecimentos cadastrados em um dos serviços de inspeção	49
Figura 7 - Distribuição espacial dos estabelecimentos e coordenada ótima do estudo de centro de gravidade	55

LISTA DE QUADROS

ARTIGO CIENTÍFICO 1

Quadro 1 - Exemplo de aplicações do lactossoro atribuída às características e ao percentual proteico	12
Quadro 2 - Estratégias de busca	16

ARTIGO CIENTÍFICO 2

Quadro 1 - Aspectos e Impactos Ambientais relacionadas a cada processo e ações propostas ..	32
Quadro 2 - Pontos Críticos Observados	35

ARTIGO CIENTÍFICO 3

Quadro 1 - Estabelecimentos x Serviço de inspeção	49
Quadro 2 - Destino do lactossoro produzido	52

LISTA DE GRÁFICOS**ARTIGO CIENTÍFICO 3**

Gráfico 1 - Volume de leite processado por mês (litros/mês)	50
Gráfico 2 - Principais laticínios produzidos	51
Gráfico 3 - Volume de soro de leite produzido (litros/mês)	51
Gráfico 4 - O estabelecimento conhece e cumpre com as legislações vigentes?	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQ	Associação Brasileira das Indústrias de Queijo.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente.
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio.
DQO	Demanda Química de Oxigênio.
EMBAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
ETE	Estação de tratamento de efluente.
EUA	Estados Unidos da América.
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
HIV	Vírus da Imunodeficiência Humana
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IFFluminense	Instituto Federal Fluminense.
ITAL	Instituto de Tecnologia de Alimentos.
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego.
NBR	Norma Técnica
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PCS	Produção e Consumo Sustentáveis
PIB	Produto Interno Bruto
pH	Potencial Hidrogeniônico
RIISPOA Animal	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
SIE	Serviço de Inspeção Estadual
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SIM	Serviço de Inspeção Municipal

LACTOSSORO NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS: AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS PARA O REAPROVEITAMENTO NA REGIÃO NORTE E NOROESTE FLUMINENSE.

RESUMO

O processo de produção do leite é um dos mais significativos do agronegócio do Brasil. Presente em todas as regiões brasileiras, tem grande importância no fornecimento de alimentos, geração de empregos e na economia do país. Atualmente as indústrias, principalmente de laticínios, enfrentam um grande desafio: crescer de maneira competitiva e sustentável a fim de conquistar espaços nos mercados interno e externo ao mesmo tempo que fornecem produtos e processos de qualidade. Frente a esse cenário, está posto o grande dilema: **o que fazer com o soro do leite?** Um coproduto de elevado valor nutricional, baixo valor agregado e alto potencial poluidor. Para as pequenas e médias empresas desse setor o quadro é ainda mais crítico por conta dos custos de gerir de forma correta esse coproduto para atender as legislações vigentes. A maior fração do soro de leite produzido pelas pequenas e médias indústrias é destinada à alimentação animal ou descartado em corpos hídricos. No entanto, a proteína do soro, pelo seu alto valor nutricional e por suas excelentes propriedades funcionais, nutricionais e aromáticas, pode ser aproveitada na produção de leite desproteínizado, queijos, doce de leite, bebidas lácteas e diversos outros produtos de alimentação e suplementação humana. Muitas podem ser as formas de agregar valor a este derivado lácteo, desde que o lactossoro seja visto como matéria-prima. Seu beneficiamento e aproveitamento contribui para a preservação do meio ambiente e pode se traduzir em uma vantagem competitiva às indústrias, porém cada caso deve envolver uma análise técnica e econômica para a viabilização dos novos processos. De forma geral, as pequenas e médias empresas têm enfrentado diversos problemas que afetam a sua sobrevivência, tais como crédito difícil, juros elevados e competição predatória.

Palavras-chave: Lactossoro. Indústrias de Laticínios. Impacto Ambiental. Valor Agregado.

WHEY IN THE DAIRY INDUSTRY: EVALUATION OF SUSTAINABLE ALTERNATIVES FOR REUSE IN THE NORTH AND NORTHWEST FLUMINESE REGION.

ABSTRACT

The milk production process is of the utmost significance in Brazil's agribusiness. Present in all Brazilian regions, it has great importance in the supply of food, generation of jobs and consequently in the country economy. Currently, especially the dairy industry faces a great challenge: how to grow in a competitive and sustainable way in order to conquer spaces in the national and foreign markets, meeting at the same time standard quality products and processes? In this scenario, companies face a big dilemma: what to do with whey? A by-product of high nutritional value, low aggregated value and high polluting potential. For the small and medium-sized companies the situation is even more critical due to the cost of a proper management of this by-product in order to comply with the current legislation. The largest fraction of whey produced by small and medium-sized industrial companies is intended for animal feed or discarded in water bodies, but whey proteins, for their high nutritional value and for providing excellent functional, nutritional and aromatic properties, can be used in various food products such as deproteinized milk, cheese, dulce de leche, dairy beverages among other food products and human supplementation. There are many ways of aggregating value to this dairy by-product to the extent that it is seen as a raw material for other products. Its processing and use contribute to the preservation of the environment and may represent a competitive advantage to industries, but to each case there should be a technical and economic assessment of the feasibility of new processes. In general, small and medium-sized companies have faced several problems that affect their existence, such as difficulty in accessing credit, high interest rates and predatory competition.

Keywords: *Whey. Dairy Industries. Environmental impact. Economic Valuation.*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE QUADROS.....	vii
LISTA DE GRÁFICOS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	ix
RESUMO.....	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	01
ARTIGO CIENTÍFICO 1: LACTOSSORO NA INDÚSTRIA: IMPACTOS AMBIENTAIS E VALORIZAÇÃO	03
1. INTRODUÇÃO.....	05
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	06
2.1. Aspectos e Impactos ambientais das indústrias de laticínios brasileira	08
2.2. O Lactossoro	09
2.2.1. Características (Valor Nutricional)	10
2.2.2. O potencial poluidor do lactossoro	10
2.3. Alternativas para beneficiamento do lactossoro	11
3. MATERIAL E MÉTODO.....	13
4. RESULTADO E DISCUSSÕES	16
5. CONCLUSÃO	17
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
ARTIGO CIENTÍFICO 2: ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS RELACIONADOS A UM LATICÍNIO DE PEQUENO PORTE: UM ESTUDO DO SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL	23
1. INTRODUÇÃO.....	25
2. METODOLOGIA	29
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4. CONCLUSÃO	36
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

ARTIGO CIENTÍFICO 3: DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DO LACTOSSORO NA REGIÃO NORTE E NOROESTE FLUMINENSE	40
1. INTRODUÇÃO.....	42
2. METODOLOGIA	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
3.1. Análise da Gestão do Lactossoro	48
3.2. Aplicação do Método do Centro de Gravidade	54
4. CONCLUSÃO	56
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
APÊNDICE 1	60
APÊNDICE 2	62

APRESENTAÇÃO

O setor de laticínios apresenta grande importância na atividade industrial e na economia mundial por ser um gerador de produtos básicos para a nutrição humana e principalmente para o Brasil, pois é o terceiro maior produtor de leite do mundo. A cadeia produtiva do leite é responsável por uma variedade de serviços e produtos, abrangendo desde o processamento do leite ou queijo até uma complexa flexibilidade de multiprodutos, tais como: requeijão, cremes, sorvetes, iogurtes, leite em pó, leite condensado, entre outros. Diante da importância deste setor e suas características, surgem problemas ligados, principalmente, ao controle ambiental, pois as indústrias de laticínios produzem quantidades razoáveis de coprodutos e efluentes líquidos, e estes por sua vez apresentam alta carga orgânica (SILVA et al., 2018).

O lactossoro, que é o principal coproduto das indústrias de processamento do leite e o de maior quantidade, quando não descartado serve à alimentação animal, principalmente de porcos, mas nas duas últimas décadas passou a ser largamente estudado e utilizado para produção de novos produtos.

O lactossoro possui alto valor nutricional e é considerado uma importante fonte de proteína para o consumo humano cujo teor proteico é notório pela versatilidade de suas propriedades funcionais. Se por um lado é um coproduto de grande valor funcional e nutricional, torna-se por isso mesmo um rejeito de elevado poder poluidor quando não disposto corretamente. As indústrias de laticínios são consideradas as mais poluentes dentre as indústrias de alimentos por conta da elevada carga orgânica de seus efluentes líquidos.

O objetivo geral deste trabalho é avaliar alternativas sustentáveis para o aproveitamento do lactossoro produzido pelas pequenas e médias indústrias de laticínios do norte-noroeste fluminense a fim de mitigar impactos ambientais. Para tanto, delineou-se objetivos específicos, a saber: realizar um levantamento teórico referente aos principais fatores de impacto ambiental causado pelas pequenas e médias indústrias do setor lácteo; avaliar os benefícios trazidos pela reutilização do lactossoro como matéria-prima na fabricação de novos produtos; apontar alternativas para seu reaproveitamento; realizar o mapeamento das indústrias de laticínios nas regiões norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro com vistas a estimar a quantidade de lactossoro gerado; diagnosticar a produção e a gestão do soro de leite de uma indústria de pequeno porte e realizar um estudo de centro de gravidade para a instalação de uma indústria de processamento do lactossoro.

Desta forma, o presente trabalho foi dividido em três artigos científicos: o Artigo 1 trata de uma revisão da literatura sobre os impactos que as indústrias de laticínios causam ou podem causar ao meio ambiente e opções de valorização do lactossoro na própria indústria de lácteos e em outros setores industriais; o artigo 2 consiste em um estudo realizado em uma indústria de pequeno porte a fim de realizar um diagnóstico ambiental, avaliar a geração de resíduos, determinando os aspectos e impactos ambientais envolvidos e propondo medidas mitigadoras para eliminação/redução dos impactos ambientais; já o artigo 3 é um diagnóstico da gestão do lactossoro produzido pelas indústrias e queijarias situadas nas regiões Norte e Noroeste Fluminense desenvolvido por meio do método de pesquisa descritiva de abordagem qualitativa e pesquisa de campo com aplicação de questionário estruturado para coleta de dados, além de um breve estudo de localização para implantação de uma indústria de beneficiamento/reaproveitamento do lactossoro por meio do método do centro de gravidade.

ARTIGO CIENTÍFICO 1

Publicado: setembro, 2021 – Multidisciplinar Scientific Journal – Núcleo do Conhecimento

LACTOSSORO NA INDÚSTRIA: IMPACTOS AMBIENTAIS E VALORIZAÇÃO

Danilo de Assis Amaral - IFFluminense/PPEA

José Augusto Ferreira da Silva – IFFluminense/PPEA

RESUMO

O lactossoro é um coproduto oneroso e prejudicial ao meio-ambiente. Proveniente das atividades das indústrias de laticínios, principalmente da produção de queijo, o soro de leite não pode ser descartado diretamente no meio ambiente porque possui elevado teor de matéria orgânica, o que pode se tornar um problema ambiental e econômico, pois seu tratamento para posterior descarte é demorado e trabalhoso. Nas últimas décadas, no entanto, muitos trabalhos têm sido desenvolvidos no sentido de buscar alternativas viáveis para o uso do lactossoro em vez de descartá-lo. Uma alternativa para essa questão é o aumento do valor agregado. A agregação de valor ao lactossoro é, portanto, de grande interesse por razões econômico-ambientais e é imprescindível para atender aos requisitos da Agenda 2030, especialmente no que diz respeito às ODS 6, 9 e 12 (Água potável e Saneamento; Indústria, Inovação e Infraestrutura; Consumo e Produção responsáveis, respectivamente). Neste artigo buscou-se apresentar uma caracterização acerca da produção do lactossoro por meio de revisão da literatura com técnicas bibliométricas a fim de destacar alternativas para o reaproveitamento e valorização deste insumo na indústria, sua relação com o ambiente e os impactos ambientais relacionados ao descarte e manejo inadequado. Além de apontar setores industriais que podem inserir o lactossoro na produção com vistas à sustentabilidade e diminuição dos impactos ambientais. Com a revisão dos artigos selecionados para compor este trabalho foi possível identificar que a valorização do lactossoro como insumo é uma excelente oportunidade para as indústrias do setor, podendo proporcionar ganhos tanto econômicos quanto ambientais.

Palavras-chave: Lactossoro. Valor Agregado. Sustentabilidade.

WHEY IN THE INDUSTRY: ENVIRONMENTAL AND VALORIZATION IMPACTS

ABSTRACT

Whey is a costly and environmentally harmful co-product. Coming from the activities of dairy industries, especially cheese production, whey cannot be discarded directly into the environment because it has a high content of organic matter, which can become an environmental and economic problem, since its treatment for subsequent disposal is time consuming and laborious. In recent decades, however, much research has been developed in search of viable alternatives for the use of whey, instead of just discarding it. One alternative to this is the valorization of whey. The valorization of whey is, therefore, of great interest for economic-environmental reasons and is essential to meet the requirements of Agenda 2030, especially with regard to ODS 6, 9 and 12 (Drinking Water and Sanitation; Industry, Innovation and Infrastructure; Responsible Consumption and Production, respectively). This article sought to present a characterization of the production of whey, through a literature review using bibliometric techniques, in order to highlight some alternatives for the reuse and valorization of whey in the industry and its relationship with the environment and the environmental impacts correlated to the disposal and improper handling. Pointing out industrial sectors that can insert whey in production with a view to sustainability and reduction of environmental impacts. With the review of the selected articles to compose this work, it was possible to identify that the valorization of whey is an excellent alternative that should be implemented in industries and that provides gains in both economic and environmental issues.

Key words: *Whey, Valorization, Sustainability.*

1. INTRODUÇÃO

No mundo inteiro, as indústrias alimentícias têm expressiva importância, sendo um dos maiores setores industriais. Mesmo não sendo a que mais causa danos ao ambiente, a fabricação e processamento de alimentos pode provocar prejuízo e impactos ambientais quando a poluição gerada por esse setor não é devidamente tratada.

A alta produção das indústrias de laticínios, os volumes, impactos ambientais envolvidos e o valor nutricional dos coprodutos, tornam um assunto importante para valorização. A valorização permite explorar possibilidades de reutilização de nutrientes na produção de principais produtos e, portanto, destaca os ganhos potenciais que pode ser alcançado e a minimização dos impactos ambientais.

As indústrias de laticínios, principalmente as que produzem queijo, têm fornecido grande quantidade de lactossoro como principal coproduto da transformação do leite em queijo ou caseínas. Embora o lactossoro possua alto valor nutritivo, e propriedades funcionais, ele não tem tido o real valor e aproveitamento nas indústrias.

Estudos apontam que cerca de 40% do soro do leite produzido no Brasil é descartado de forma inadequada, principalmente pelas pequenas e médias empresas transformando-se em um rejeito industrial nocivo à natureza que causa alto impacto ambiental negativo, pelos prejuízos que oferece a fauna e flora, isso porque sua Decomposição Bioquímica de Oxigênio (DBO) é cerca de 100 vezes maior que a do esgoto doméstico (HARAGUCHI et al., 2006; ROHLFES et al, 2011; GAJO et al., 2017; NUNES et al., 2018).

Estima-se que para produzir 1kg de queijo, faz-se necessários em média 10kg de leite in natura e é gerado em média 9 litros de lactossoro, este que é um coproduto de alto valor nutricional e altamente prejudicial ao ambiente, e sobretudo não é valorizado ou reaproveitado pela indústria.

O reaproveitamento do lactossoro é um tema que já tem sido debatido por vários pesquisadores (SLAVOV, 2017; MOR et al., 2018; NUNES et al., 2018) de diversas áreas do conhecimento do mundo inteiro, principalmente pelo elevado valor nutricional, que possibilita seu processamento e transformação em produtos com alto valor agregado.

As proteínas do lactossoro podem ser amplamente utilizadas em formulações de alimentos devido às suas propriedades nutricionais e funcionais. E por conter aminoácidos essenciais e ser fonte de peptídeos bioativos, que possuem potencial de promoção da saúde, o que leva a sua utilização em suplementação alimentar e produtos farmacêuticos (HARAGUCHI et al., 2006).

E quando o lactossoro não é reaproveitado na indústria, ou para alimentação animal, ou quando não há o tratamento para seu posterior descarte, este é descartado de maneira inapropriada nos cursos de água, implicando em impactos ambientais.

Muitos são os meios para valorização do lactossoro, e seu reaproveitamento na indústria, possibilitando o seu uso em diversos segmentos, como: de alimentos, de fármacos, de energia, agrícola entre outros.

O desafio das indústrias de laticínios é gerir de forma correta o lactossoro produzido, e por meio de um levantamento teórico é apresentado os principais fatores de impacto ambiental, assim como, alternativas para a reutilização/valorização do lactossoro como matéria-prima na fabricação de novos produtos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A agroindústria de lácteos é encarregada pela produção de derivados lácteos obtendo-se, assim, produtos diversos, tais como: leite pasteurizado, e em pó, queijos, ricota, manteiga, iogurte, creme de leite, requeijão, doce de leite, bebidas lácteas e outros. Um dos derivados do leite mais produzidos e consumidos no mundo é o queijo. Na sua produção ocorre eliminação do soro do leite, que também pode ser obtido pela extração da caseína (FLORÊNCIO et al., 2013). O soro constitui a porção ou fase aquosa do leite, resultante da dessoragem do coágulo e pode ser caracterizado como um líquido amarelo-esverdeado e, dependendo do tipo de queijo, pode possuir sabor ligeiramente ácido ou doce (ROCHA, 2013).

Dentre os produtos que fazem parte da alimentação humana podemos considerar o leite como um dos mais completos por possuir em sua composição elementos essenciais ao crescimento e manutenção da saúde. O leite é, provavelmente, um dos poucos alimentos que fornecem nutrientes e proteção imunológica (por meio dos anticorpos) ao recém-nascido, o que pode explicar o seu elevado valor nutricional. Assim, tanto o leite quanto seus derivados estão sempre presentes nas mesas dos brasileiros. E são largamente consumidos tanto no Brasil como no Mundo (MITTELMANN et al., 2009).

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), leite é definido como o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O Brasil, segundo o IBGE, produziu 35 bilhões litros de leite em 2015 (IBGE, 2017).

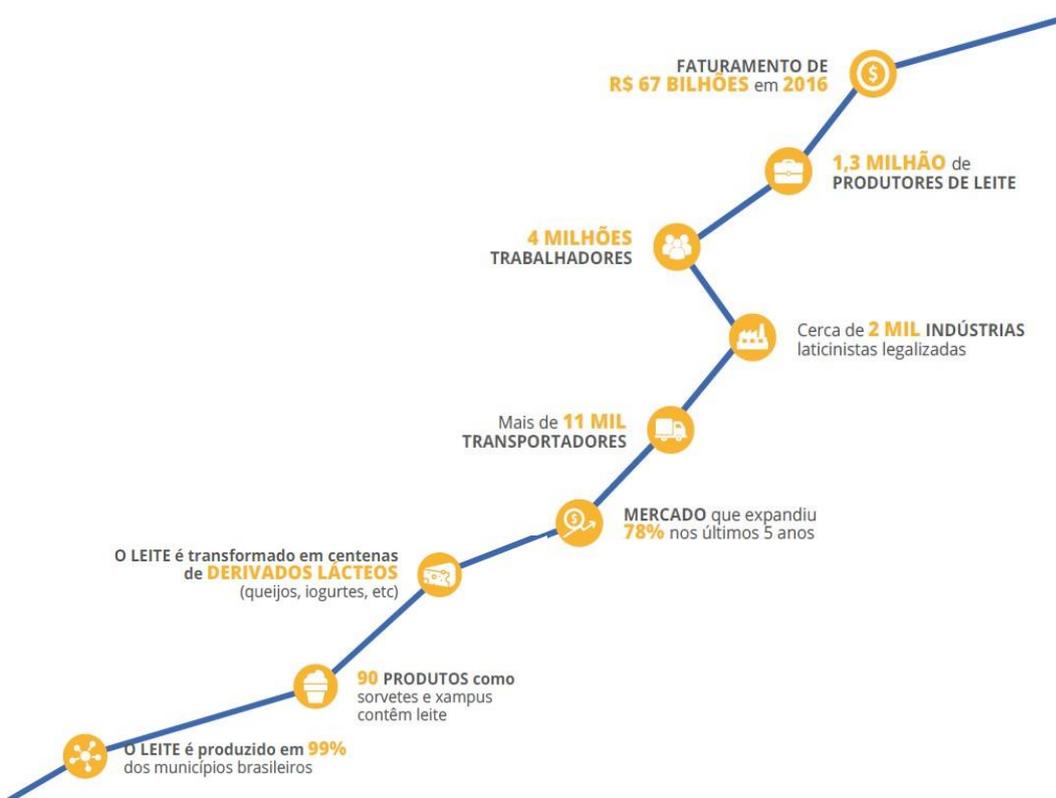
De acordo com a EMBRAPA, em 2016 o Brasil produziu 33,5 milhões de toneladas de leite e que cerca de 25% do leite produzido foi destinado para a produção de queijo. E segundo

as últimas estatísticas disponibilizadas pela FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) sobre a produção mundial de leite, indicam que o Brasil é o terceiro maior produtor mundial, ficando atrás dos EUA e da Índia, com produção de leite em 2016 de 96,4 e 77,4 milhões de toneladas respectivamente.

Entre as diversas indústrias que compõem a economia brasileira, a indústria de laticínios é de grande importância para o Brasil devido ao suprimento de produtos de alto valor nutricional, geração de emprego e renda tanto no meio rural, quanto no urbano. De acordo com dados do Ministério do Trabalho e Emprego, (MTE, 2015), existiam no Brasil, em 2013, mais de 6.000 indústrias de laticínios; as quais foram responsáveis por mais de 100 mil empregos formais e que em 2014 teve um faturamento líquido de 55,2 bilhões de reais, atingindo no ranking de faturamento das indústrias de alimento o terceiro lugar (ABIA, 2016). Esse setor é caracterizado pela concentração de micro, pequenas e médias empresas, com poucas empresas de grande porte (SILVA; SIQUEIRA; NOGUEIRA, 2018).

É possível identificar na Figura 1 dados significativos sobre a cadeia do leite e a interferência das indústrias de laticínios no Brasil no ano de 2016.

Figura 1: A cadeia de valor do leite simplificada



Fonte: Embrapa (2019).

2.1. ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DAS INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS BRASILEIRA

Antes de iniciar a temática ambiental das indústrias de laticínios é fundamental apresentar as definições de aspectos e impactos ambientais, a fim de obter uma melhor compreensão da problemática do descarte do lactossoro. Conforme a norma NBR ISO 14.001, entende-se por aspecto ambiental “o elemento da atividade, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”, (ABNT, 2004).

Sobre impacto ambiental a Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986, em seu artigo nº 1 define impacto ambiental como sendo:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.

Segundo Almeida et al. (2015), muitos são os impactos ambientais que as indústrias de laticínios geram, e os principais impactos estão direta ou indiretamente relacionados com alguns dos seguintes aspectos:

- Elevado consumo de água

O consumo elevado de água está diretamente ligado à qualidade sanitária. Este é o recurso natural com maior utilização no setor, e promove a garantia da limpeza do ambiente de trabalho (equipamentos, ferramentas e instalações), e está diretamente ligado às operações, como resfriamento e geração de vapor.

- Geração de efluentes

Caracterizados pela elevada concentração de matéria orgânica, os efluentes da indústria de laticínios são os principais aspectos ambiental do setor. Estes são resultantes principalmente da lavagem e limpeza da frota que transporta o leite e produtos, tanques, máquinas e equipamentos diretamente envolvidos no processo produtivo, além de vazamentos, derramamento e operações ineficientes de equipamentos, que geram perdas no processo e descarte de produtos e coprodutos, tais como lactossoro;

- Elevado consumo de energia

Ambientes refrigerados e climatizados, iluminação, ventilação e funcionamento de equipamentos estão relacionados a garantia da qualidade dos produtos do setor, o que requer elevado consumo de energia.

- Geração de resíduos sólidos

Este aspecto é caracterizado não só no processo de fabricação propriamente dito, mas em todo o contexto fabril, por exemplo: papéis, descartáveis, embalagens, material de análises físico-químico, microbiológicas, entre outros;

- Emissões atmosféricas

A emissão de gases na atmosfera está diretamente ligada à queima de combustíveis e operações com caldeiras.

Além dos aspectos com potencial poluidor citados acima, o descarte do lactossoro consiste em um desperdício de nutrientes, principalmente de material proteico, considerando que em média 55% dos nutrientes do leite estão presentes no lactossoro (ALMEIDA et al., 2001; BUSS e HENKES, 2014).

O efluente líquido gerado por essas indústrias e queijarias é considerado como o principal responsável pela poluição. Pois em muitas indústrias desse setor, o lactossoro é descartado junto com os demais efluentes, o que é considerado um agravante em razão da sua carga orgânica, o que torna um efluente com elevado poder poluidor, principalmente na produção em pequenas e médias indústrias, pois a produção é centralizada apenas na produção de queijo (GUEDES et al., 2013; BASSETO et al., 2017).

2.2. O LACTOSSORO

O lactossoro, também conhecido como soro de leite ou até mesmo como soro de queijo é a porção líquida extraída do processo de coágulo durante a fabricação de queijos. Considerado o principal coproduto da indústria de laticínios, pois seu volume gerado é cerca 90 a 95% do volume do leite usado para a fabricação de queijos, e contém aproximadamente metade dos sólidos totais do leite, incluindo proteínas solúveis, sais e principalmente lactose. No aspecto industrial, existe dois tipos principais de lactossoro, que são: soro doce e soro ácido, classificados por sua acidez total ou pelo seu conteúdo em ácido láctico. O soro ácido tem pH de 4,5 a 4,8 e conteúdo de sais de 0,8%; o soro de leite doce tem pH de 5,8 a 6,5 e 0,5% de sais (SGARBIERI 2004; MORRILL et al., 2012; ALVES et al., 2014; NUNES et al., 2018; HAUSJELL et al, 2019).

O lactossoro quando não aproveitado é considerado o resíduo mais preocupante devido, principalmente pela lactose e pelas proteínas presentes, que torna a taxa de matéria orgânica elevada, podendo ocasionar acentuado impacto ambiental, se lançado ao ambiente sem tratamento prévio. (MORRILL et al., 2012; SILVA et al, 2018; PINHO, 2019).

2.2.1 Características (valor nutricional)

As características e composição do lactossoro dependem do tipo de processamento e do tipo de queijo a ser produzido. Em média o soro de leite contém, 93% de água e 7% de sólidos totais. Da parte sólida do lactossoro, em média, 73% são de lactose, 14% de proteínas, 7% de gordura, 4% de ácido láctico e pequenas quantidades de vitaminas. A fração proteica, contém, em média 50% de beta-lactoglobulina, 25% de alfa-lactoalbumina e 13% de outras frações proteicas, incluindo imunoglobulinas (SILVEIRA et al., 2013; HARAGUCHI et al., 2006)

2.2.2 O Potencial Poluidor do Lactossoro

Um dos principais impactos ambientais causados pelas indústrias de laticínios está relacionado ao destino do lactossoro não aproveitado para a fabricação de novos produtos, quando lançada diretamente nos cursos d'água, sem qualquer tratamento (PEREIRA et al., 2018; SILVA et al., 2015; 2018).

O elevado poder poluente do lactossoro é devido à alta quantidade de substâncias orgânicas presentes em sua composição representados principalmente pelas proteínas e pela lactose. Assim, quando despejado nos cursos d'água, o lactossoro pode causar a destruição da flora e da fauna devido demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que possui concentrações elevadas. Estima-se que o DBO do lactossoro seja aproximadamente 100 vezes mais que a DBO do esgoto doméstico.

Por isso, a legislação ambiental proíbe o descarte do soro de leite sem um tratamento eficiente. A Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao ambiente, e dá outras providências, previstas em seu Art. 33: “Provocar, pela emissão de efluentes ou carreamento de materiais, o perecimento de espécimes da fauna aquática existentes em rios, lagos, açudes, lagoas, baías ou águas jurisdicionais brasileiras: Pena - detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas cumulativamente. (p 11)”.

Assim, as agroindústrias de produtos lácteos devem obrigatoriamente realizar o tratamento de seus efluentes antes da disposição final em cursos d'água. Indústrias desse setor, devem seguir a Resolução n° 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 2011). Entretanto, cada estado do Brasil possui suas próprias especificações legais que regem padrões e condições para descarte de efluentes.

Como a geração de lactossoro é em média nove vezes a quantidade em peso de queijo produzido, constata-se que a sua contribuição no efluente final dos laticínios é muito relevante, tanto em termos qualitativos como quantitativos. O tratamento desses efluentes para indústrias de pequeno e médio porte é uma questão muito desafiadora, pois requer investimentos de alto custo, o que faz com que estas acabam agindo de maneira ilegal, ou desperdiçando esse produto de grande valor, o lactossoro (SILVA et al., 2015; 2018; PEREIRA et al., 2018).

2.3 ALTERNATIVAS PARA BENEFICIAMENTO DO LACTOSSORO.

No passado, o lactossoro não era aproveitado ou apenas era utilizado na alimentação animal, como suínos e bovinos, porém o conhecimento de sua composição e os avanços tecnológicos o levaram a ser considerado um ingrediente de grande valor para a indústria alimentícia e farmacêutica. Inúmeras são as aplicações para o lactossoro, incluindo as indústrias de laticínios, farmacêutica, carnes, chocolate, aperitivos e bebidas, misturas secas (para condimentar), panificação etc., (MARTINS et al., 2013; BANASZEWSKA et al., 2014).

- Produção de Alimentos e benefícios a saúde

O lactossoro pode ser utilizado como matéria-prima para outros produtos, ou fazer parte da formulação destes. Na indústria já é conhecido o seu uso na produção de alimentos tais como: iogurtes, bebidas e sobremesas lácteas, alguns tipos de queijos, como a ricota, produtos de panificação, suplementos, alimentação para atletas e indivíduos com restrições alimentares, entre outros diversos usos. Pois, o lactossoro além de possuir propriedades nutricionais, ele também possui propriedades funcionais altamente significativas, que promovem o benefício à saúde. E devido as propriedades funcionais, principalmente pelas proteínas presentes, estas conferem aos produtos melhores características e proporcionam melhor qualidade. (ALMEIDA et al., 2001; TERRA et al., 2009; ROHLFES et al., 2011; GUEDES et al., 2013; SIQUEIRA et al., 2013; ROHLFES et al., 2014; NUNES et al., 2018; BARUKČIĆ, 2019; KOPSAHELIS E KACHRIMANIDOU, 2019).

No Quadro 1, verificar-se algumas aplicações do lactossoro na indústria de alimentos, relacionado as características que este confere aos produtos e o percentual proteico.

Quadro 1: Exemplo de aplicações do lactossoro atribuída às características e ao percentual proteico.

Propriedade Funcional	Setor Alimentar	Percentual de Proteína	Aplicações
Viscosidade	Sobremesas	35	Chocolates, marshmallow, nougar, barra de cereais, glacê.
Solubilidade, Estabilidade Coloidal	Bebidas	35	Bebidas fortificadas com proteínas, isotônicas, gaseificadas e de substituição alimentar; piña colada, chás, sucos e iogurtes.
Emulsificação	Sopas, alimentos infantis	85	Sopas com baixo teor ou zero gorduras, Molhos e queijos fundidos.
Formação de Espuma	Confeitaria	35	Glacê, creme de leite, chantilly, chocolates aerados.
Gelificação	Produtos Lácteos	65	Iogurt, frozen iogurt, e sorvete
Elasticidade	Panificação	65	Brownie, bolo, cookies, pães, muffins, massa para pizza, e biscoitos.
Absorção de água e gordura	Produtos de Carne	8	Salsicha, bife de hamburguer, presunto, nuggets e embutidos.

Fonte: Alves et al., (2014) adaptado de UDESC (2014).

Alimentos embutidos, como a mortadela, quando em seu processo de fabricação tive a água substituída por lactossoro não houve influência negativa nas características como: sensoriais, pH, coloração e estabilidade. Sendo está uma alternativa adequada para o reaproveitamento do lactossoro (TERRA et al., 2009; ALVES et al, 2014).

Devido seus valores nutricionais, e por ser considerado uma fonte de proteínas, e promover retenção de nitrogênio, com melhora biológica e prevenir o estresse metabólico dos órgãos, o lactossoro tem sido amplamente inserido na alimentação de atletas de diversas modalidades e graus de esforço (HARAGUCHI et al., 2006)

Muitos são os estudos sobre os benefícios da inserção do lactossoro na dieta humana, em especial a alguns grupos específicos; como: em pessoas obesas, que os aminoácidos essenciais das proteínas do lactossoro beneficiam os processos metabólicos de forma a favorecer a redução da gordura corporal, e sobretudo, controlar a glicemia e insulina, e preservar da massa muscular durante a perda de peso (ALMEIDA et al, 2001; SCARBIERI, 2004; OLIVEIRA et al., 2012).

Devido as propriedades funcionais das proteínas presentes no lactossoro, constata-se melhora significativas no sistema imunológico de pacientes portadores do vírus HIV, quando estes são submetidos a uma suplementação de concentrados proteicos, e atividades anticancerígenas em culturas de células cancerígenas, antibacteriana e antiviral, anti-úlceras e proteção ao sistema cardiovascular (SGARBIERI, 2004).

O poder imunomodulador das proteínas do soro é outra importante propriedade funcional, pois exerce papel importante na promoção da saúde, por exemplo, no controle da pressão arterial e como agente redutor do risco cardíaco (HARAGUCHI et al., 2006).

- Desenvolvimento de produtos industriais e produção de energia

Por mais que o aproveitamento do lactossoro tenha maior visibilidade na indústria alimentícia, este também é utilizado em indústrias químicas e de energia. A lactose constitui fonte de energia para microrganismos, por isso é possível utilizar o lactossoro como substrato da fermentação para obtenção de etanol, biomassa, biogás, ácido lático etc. (KOSSEVA, 2009; DINIZ et al., 2012; PARACHAR et al., 2016).

Outra aplicação do soro de leite na indústria é que as proteínas podem ser utilizadas na fabricação de embalagens invisíveis, biodegradáveis e até comestíveis, que são filmes finos utilizados para prolongar a validade e garantir qualidade aos alimentos (EÇA et al., 2014; SANTOS et al., 2015; RYAN e WALSH, 2016).

Esforços significativos estão sendo realizados em todo o mundo para encontrar maneiras de utilizar o lactossoro para produzir produtos de valor agregado. Como o lactossoro possui elevado valor nutricional e a lactose presente pode atuar como a principal fonte de carbono para o crescimento e formação de vários processos biotecnológicos, a produção de etanol e biogás se torna uma alternativa promissora e viável, além de reduzir o impacto ambiental, não só evitando a contaminação pelo lactossoro, mas também pela produção de energia limpa (FLORÊNCIO et al., 2013; MURARI et al., 2013, 2017 e 2019; RODRÍGUEZ et al., 2016; PEREIRA et al., 2018; ANTONELLI et al., 2019).

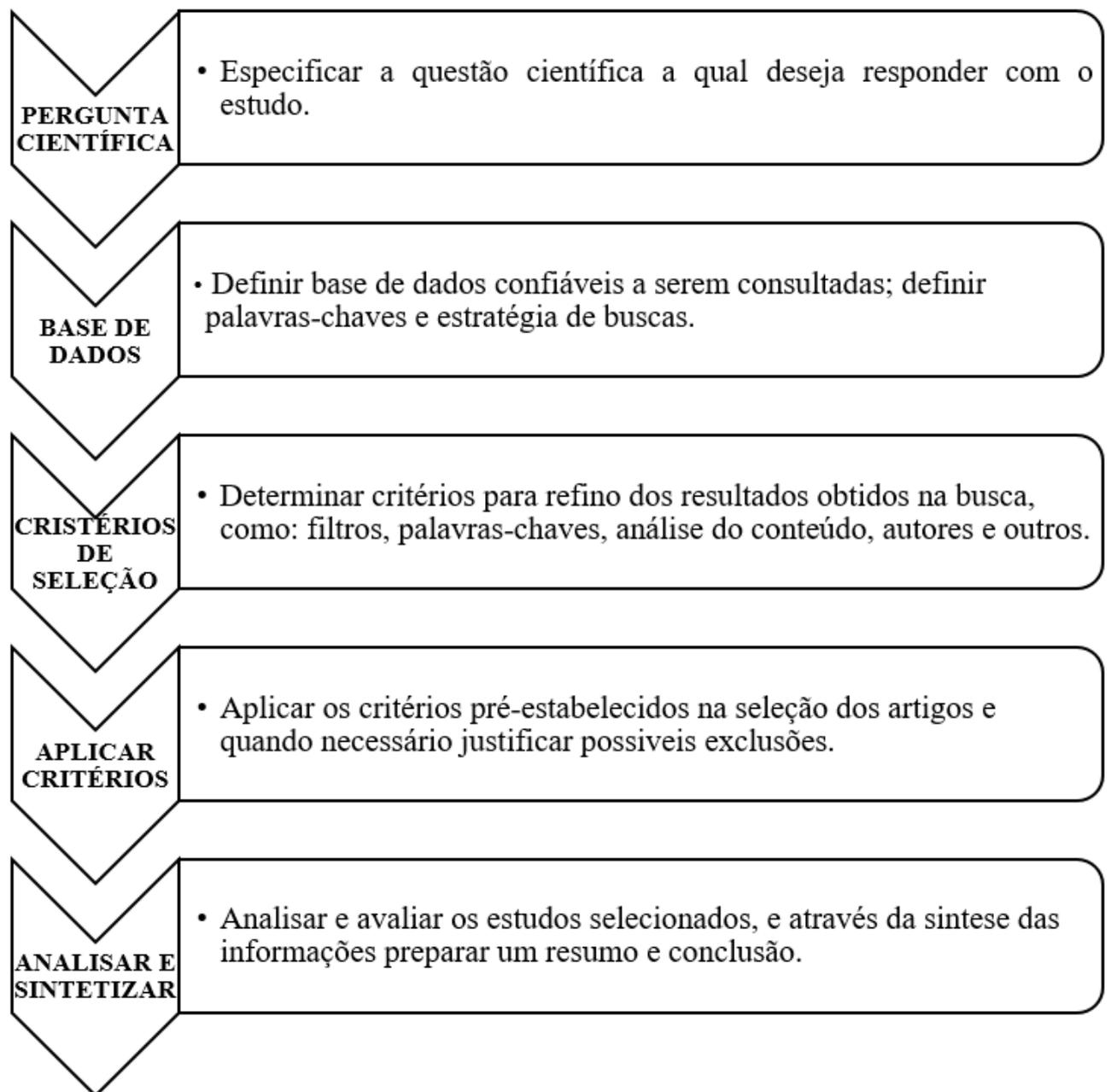
3. MATERIAL E MÉTODO

Esta pesquisa consiste em um estudo exploratório-descritiva, que buscou delinear os principais meios para valorização do lactossoro na indústria, por meio de uma revisão sistemática da literatura sobre o tema estudado, e as principais vias para valorização do lactossoro na indústria. A revisão sistemática, assim como outros tipos de estudo de revisão,

consiste em uma pesquisa que utiliza fonte de dados da literatura sobre um tema específico, a fim de agrupar e consolidar os resultados de estudos primários referentes ao tema. Esse tipo de investigação disponibiliza um resumo das evidências relacionadas, estratégias, métodos, síntese e crítica (SAMPAIO e MANCINI, 2007).

Utilizou-se como estratégica metodológica, para o desenvolvimento, as etapas apresentadas na Figura 2.

Figura 2: Etapas para o processo de revisão sistemática da literatura.



Fonte: Os autores (2021).

A pergunta científica baseia-se na situação em que muitas empresas do setor lácteo se deparam, frente a um cenário cada vez mais competitivo e de exigências ambientais. ***O que fazer com o lactossoro na indústria de laticínios?***

Utilizou-se como base indexadora de dados o portal de Periódicos Capes <http://www.periodicos.capes.gov.br/>. A busca foi feita por assunto de forma avançada, com o objetivo de obter resultados de diversas bases de dados, como, por exemplo: Scopus (Elsevier) e Scielo. A busca foi restringida aos periódicos revisados por pares.

Os termos de busca utilizados e as estratégias aplicadas estão relacionados no Quadro 2. As palavras-chave estão associadas aos termos utilizados na busca pelos periódicos, que são: *cheese whey, whey valorization, environment pollution, sustainable*.

Os critérios de seleção dos artigos basearam-se na busca dos termos sustentabilidade, valorização, gerenciamento e impactos ambientais; optando por pesquisas brasileiras. A aplicação dos critérios deu-se baseada na análise do título do artigo, resumo e discussão/conclusão. Após selecionado os artigos de interesse, que contribuíssem para a resposta da pergunta científica, eles foram analisados na íntegra a fim de obter sólidos conteúdos e informações.

No Quadro 2 está relacionado os resultados da busca a partir da estratégia usada para seleção dos artigos que compõem este trabalho. Quando foi buscado material utilizando o termo *whey*, obteve-se uma grande quantidade de artigos relacionados a ele, assim por meio do uso de operadores booleanos foi possível refinar a busca e chegar aos artigos selecionados.

Quadro 2: Estratégias de busca

PALAVRA-CHAVE	TERMOS DE BUSCA	ARTIGOS ENCONTRADOS	ARTIGOS ANALISADOS	ARTIGOS SELECIONADOS	AUTORES
Whey	<i>Whey</i>	45.032	162	23	Afonso et al., 2008; Almeida; Bonassi; Roça, 2001; Alves, 2014; Antonelli et al., 2016; Antunes, 2003; Banaszewska et al., 2014; Barbosa, Florentino, Florencio, Araujo, 2010; Barukčić, Lisak Jakopović, Božanić, 2019; Buss, Henkes, 2014; Capitani et al., 2005; Chatzipaschall, Stamatis, 2012; Dimou, 2019; Diniz, Druzian, Audibert, 2012; Eça, Sartori, Menegalli, 2014; Florencio et al., 2013; Gajo et al., 2017; Giroto, Pawlowsky, 2001; Guedes, et al., 2013; Haraguchi, 2006; Hausjell et al., 2019; Kolev Slavov, 2017; Kopsahelis, Kachrimanidou, 2019; Kosseva et al., 2009; Kotoupas; Rigas; Chaaris, 2007; Machado, Siqueira, Stamford, 2013; Mor, Bhardwaj, Singh, 2018; Morrill et al., 2012; Murari et al., 2013; 2017; 2019; Nogueira, Silva, Siqueira, 2018; Nunes, 2018; Oliveira; Bravo; Tonal, 2012; Ozmihci; Karg, 2007; Parashar et al., 2016; Paula et al., 2009; Pereira et al., 2009; Pereira et al., 2019; Pinheiro Alves et al., 2014; Pinho et al., 2019; Ribeiro et al., 2015; Rodrigues et al., 2016; Rohlfes et al., 2011, 2014; Ryan, Walsh, 2016; Santos et al., 2015; Serpa, Priamo, Reginatto, 2009; Sgarbieri, 2004; Silva et al., 2011; Silva et al., 2015; Terra et al., 2009; Von Kerserlingk et al., 2013; Walter, Vedovatto, Bach, 2013; Wissmann et al., 2012.
	<i>Whey AND Cheese Whey</i>	11.207	147		
	<i>Whey AND utilization</i>	7.373	43		
	<i>Whey AND Management</i>	6.020	34		
	<i>Whey AND Valorization</i>	438	2		
Environment	<i>Environment AND Whey</i>	9.967	43	17	
	<i>Environmental Impacts AND Whey</i>	1.220	7		
	<i>Environment Pollution AND Whey AND dairy effluents</i>	203	5		
	<i>Whey AND Valorization AND Sustainable</i>	236	11		

Fonte: Os autores (2021).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dos artigos encontrados e analisados, foram selecionados 40 artigos para serem estudados e compor este trabalho. Os artigos selecionados possuem ano de publicação diferentes em uma margem de 20 anos (2000 a 2020).

Os estudos utilizados, além de apresentar a problemática que envolve o descarte inadequado e o desperdício de um subproduto como o lactossoro, também indicam que é fundamental importância buscar alternativas para o reaproveitamento, em função principalmente da qualidade nutricional e de sua versatilidade. No entanto, no cenário atual, para as pequenas e médias indústrias de laticínios brasileiras, as alternativas economicamente viáveis de valorização do soro são muito limitadas, se consideradas isoladas.

É importante considerar que a solução para a valorização do lactossoro engloba questões como: obtenção de lactossoro de qualidade, escoamento da produção, implantação de unidades estrategicamente localizadas para a pré-concentração e encaminhamento do soro para unidades de processamento. O que é um desafio, visto que, a competitividade neste setor mostra que apenas empresas com processos produtivos eficientes e com solidez no mercado e com programas ambientais desenvolvidos conseguem sobreviver e se manterem produtivas.

Dos artigos estudados, além de apresentar a problemática que envolve o descarte inadequado e o desperdício de um coproduto como o lactossoro, também indicam que é de fundamental importância buscar alternativas para o reaproveitamento, em função principalmente da qualidade nutricional e de sua versatilidade. É importante considerar que a solução para a valorização do lactossoro engloba questões como: obtenção de lactossoro de qualidade, escoamento da produção, implantação de unidades estrategicamente localizadas para a pré-concentração e encaminhamento do soro para unidades de processamento.

5. CONCLUSÃO

Desenvolver métodos sustentáveis para lidar com o lactossoro produzido nas industriais de laticínios é de grande necessidade. Fora as diversas possibilidades no uso de suas proteínas, no entanto, ainda é necessário explorar o potencial do lactossoro na indústria. Processos e sistemas devem ser desenvolvidos especialmente nos campos emergentes de produção de bioplásticos e biocombustíveis, em que o lactossoro pode ser um aliado ou até mesmo uma opção na substituição de combustíveis fósseis.

As descobertas científicas têm demonstrado nos últimos anos que o soro de leite é um coproduto das indústrias de laticínios de grande valor, e que suas propriedades multifuncionais, principalmente das proteínas presentes possuem aplicações variadas em diversos setores industriais. É necessário mudar a percepção de que o lactossoro é apenas um resíduo, este deve ser tratado como matéria-prima com valor nutricional, funcional e econômico, que possibilita a agregação de valor ao longo da cadeia produtiva do leite e redução de custos com o tratamento de efluentes. E assim, o beneficiamento do soro de leite proporcionará uma melhora significativa na preservação do ambiente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, W. DE O.; BIASUTTI, E. A. R.; CASTRO, V. M.; SILVA, V. D. M.; SILVESTRE, M. P. C., 2008. Utilização do soro de leite visando reduzir a poluição ambiental: hidrólise pela pancreatina. *Revista Tecno-Lógica*, Santa Cruz do Sul, v 12, n 2, p 7-16. <http://dx.doi.org/10.17058/tecnolog.v12i2.339>

ALMEIDA, K. E. DE; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. O., 2001. Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo minas frescal. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 21, n. 2, p. 187–192. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612001000200012>.

ALVES, M. P.; MOREIRA, R. O.; JÚNIOR, P. H. R.; MARTINS, M. C. F.; PERRONE, I. T.; CARVALHO, A. F., 2014. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos.

Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 69, n. 3, p. 212-224. <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v69i3.341>

ALVES, M. P.; MOREIRA, R. O.; JÚNIOR, P. H. R.; MARTINS, M. C. F.; PERRONE, I. T.; CARVALHO, A. F., 2017. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 69, n. 3, p. 212-226. <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v69i3.341>

ANTONELLI, J.; LINDINO, C. A.; AZEVEDO, J. C. R.; SOUZA, S. N., 2019. Biogas production by the anaerobic digestion of whey. Revista de Ciências Agrárias, p. 463- 467. doi: 10.19084/RCA15087

BANASZEWSKA, A.; <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030214000903> - Cruijssen, F.; Claassen, G. D. H.; Van Der Vorst, J. G. A. J., 2014. Effect and key factors of byproducts valorization: The case of dairy industry. Journal of Dairy Science, v. 97, n. 4, p. 1893–1908. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7283>

BASSETO, A. L. C., 2017. Contribuições de tecnologias limpas para a indústria de laticínios. 7º Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa, Paraná.

BARUKČIĆ, I.; JAKOPOVIC, K. L.; BOZANIC R., 2019. Valorisation of Whey and Buttermilk for Production of Functional Beverages – An Overview of Current Possibilities. Food technology and biotechnology, v. 57, n. 4, p. 448–460. doi: 10.17113/ftb.57.04.19.6460

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 16 maio. 2011.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 13 fev. 1998.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 ago. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Portaria nº 53, de 10 de abril de 2013. Projeto de Instrução Normativa e seu Anexo que estabelecem os padrões de identidade e qualidade de soro de leite. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF: 11 abr. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Assessoria de Gestão Estratégica. Plano mais pecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2014. 32 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Assessoria de Gestão Estratégica. Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP). Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2019.

BUSS, D. A.; HENKES, J. A., 2014. Estudo dos impactos ambientais causados por laticínios com foco no reaproveitamento dos resíduos gerados. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 3, n. 2, p. 384. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v3e22014384-395>

DINIZ, D. DE M.; DRUZIAN, J. I.; AUDIBERT, S., 2012. Produção de goma xantana por cepas nativas de *Xanthomonas campestris* a partir de casca de cacau ou soro de leite. *Polímeros*, v. 22, n. 3, p. 278–281. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282012005000032>

EÇA, K. S.; SARTORI, T.; MENEGALLI, F. C., 2014. Films and edible coatings containing antioxidants - a review. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 17, n. 2, p. 98–112. <http://dx.doi.org/10.1590/bjft.2014.017>

FLORENCIO, I. M.; FLORENTINO, E. R.; SILVA, F. L. H.; MARTINS, R. S.; CAVALCANTI, M. T.; GOMES, J. P., 2013. Produção de etanol a partir de lactosoro industrial. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 10, p. 1088–1092. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001000010>.

GAJO, F. F. S., 2017. 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. <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v70i1.501>

GOUGH, D.; THOMAS, J.; OLIVER, S., 2012. Clarifying differences between review designs and methods. *Systematic Reviews*, v. 1, n. 1, p. 28. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-1-28>

GUEDES, A. F. L. M.; MACHADO, E. C. L.; FONSECA, M. C.; ANDRADE, S. A. C.; STAMFORD, T. L. M., 2013. Aproveitamento de soro lácteo na formulação de bebidas com frutas e hortaliças. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.65, n.4, p.1231-1238. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000400040>.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; PAULA, H., 2006. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. *Revista de Nutrição*, v. 19, n. 4, p. 479–488. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732006000400007>.

HAUSJELL, J.; MILTNER, M.; HERZIG, C.; LIMBECK, A.; SARACEVIC, Z.; SARACEVIC, E., 2019. Valorisation of cheese whey as substrate and inducer for recombinant protein production in *E. coli* HMS174 (DE3). *Bioresource Technology Reports*, v. 8, p. 100340. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100340>

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores IBGE - Estatística da Produção Pecuária. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro: IBGE, v. 42, p. 1-39, 2014.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores IBGE - Estatística da Produção Pecuária. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Pesquisa Pecuária. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/>>. Acesso em: 15 mar. 2020.

- KOPSAHELIS, N.; KACHRIMANIDOU, V., 2019. Advances in Food and Byproducts Processing towards a Sustainable Bioeconomy. *Foods*, v. 8, n. 9, p. 425. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2009.09.005
- KOSSEVA, M. R., 2009. Use of immobilised biocatalysts in the processing of cheese whey. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 45, n. 5, p. 437-447. doi: 10.3390/foods8090425
- MOR, R. S.; BHARDWAJ, A., 2018. SINGH, S. A structured-literature-review of the supply chain practices in dairy industry. *Journal of Operations and Supply Chain Management*, v. 11, n. 1, p. 14. doi: 10.12660/joscmv11n1p14-25
- MORRILL, W. B. B.; ROLIM, M. M.; NETO, E. B., 2012. Produção e nutrientes minerais de milho forrageiro e sorgo sudão adubado com soro de leite. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 2, p. 182–188. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000200008>.
- MURARI, C. S.; MORAES, D. C.; BUENO, G. F.; DEL BIANCHI, V. L., 2013. Evaluation of the reduction in pollution of dairy products from whey fermentation in ethanol by yeast *Kluyveromyces marxianus* 229. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 68, n. 393, p. 42–50. <https://doi.org/10.5935/2238-6416.20130034>
- MURARI, C. S., MORAES, D. C., DEL BIANCHI, V. L., SILVA, B. L., 2017. Influence of Lactose Concentration in Bioethanol Production from Cheese Whey. *Acta Scientiarum. Technology*, v. 39, n. 5, p. 533. doi: 10.4025/actascitechnol.v39i5.29518
- MURARI, C. S., MORAES, D. C., DEL BIANCHI, V. L., SCHUINA, G. L., MOSINAHTI, E. F., 2019. Bioethanol Production from Dairy Industrial Coproducts. *BioEnergy Research*, v. 12, n. 1, p. 112–122. <http://dx.doi.org/10.1007/s12155-018-9949-5>
- NUNES, L. A.; GERBER, J. Z.; COSTA, F. P., 2018. O soro do leite, seus principais tratamentos e meios de valorização. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 11, n. 1, p. 301-326. doi: 10.17765/2176-9168.2018v11n1p301-326
- OLIVEIRA, D. F.; BRAVO, C. E. C.; TONIAL, I. B., 2012. Soro de leite: um subproduto valioso. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 67, n. 385, p. 64-71. <http://dx.doi.org/10.5935/2238-6416.20120025>
- PARASHAR, A.; JIN, Y., MASON, B.; CHAE, M.; BRESSLER, D. C., 2016. Incorporation of whey permeate, a dairy effluent, in ethanol fermentation to provide a zero waste solution for the dairy industry. *Journal of Dairy Science*, v. 99, n. 3, p. 1859–1867. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10059>
- PEREIRA, C. P.; PRATA, D. M.; SANTOS, L. S.; MONTEIRO, L. P. C., 2018. Development of eco-efficiency comparison index through eco-indicators for industrial applications. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, v. 35, n. 1, p. 69–90. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-6632.20180351s20160370>

PINHO, C. L. C. DE, 2019. Produção de ácido láctico em meio à base de efluentes da indústria de alimentos por cultura láctea mista imobilizada. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 22, p. e2018100. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.10018>.

RODRIGUEZ, C. F.; TORRES, E. J. M.; PALAO, A. M.; BARRIOS, X. G., 2016. Biological treatments of cheese whey for biogas and hydrogen production. Review. *Rev. ION* [online]. Vol.29, n.1, pp.47-62. <https://doi.org/10.18273/revion.v29n1-2016004>.

ROHLFES, A. L. B.; BACCAR, N. M.; OLIVEIRA, M. S. R.; WEIS, L.; MARQUARDT, L.; LOPES, L.; BLEY, D. E.; HOCHSCHEID, S. L., 2014. Aproveitamento de subproduto de agroindústrias do setor queijeiro para desenvolvimento de produtos alimentícios e redução de impacto ambiental. *Tecno-lógica, Santa Cruz do Sul* v. 18, n. 1, p. 6. <http://dx.doi.org/10.17058/tecnolog.v18i1.4077>

ROHLFES, A. L. B.; BACCAR, N. M.; OLIVEIRA, M. S. R.; MARQUARDT, L.; RICHARDS, N. S. P. S.; 2011. Indústrias lácteas: alternativas de aproveitamento do soro de leite como forma de gestão ambiental. *Tecno-lógica, Santa Cruz do Sul*, v. 15, n. 2, p.79-83. <http://dx.doi.org/10.17058/tecnolog.v15i2.2350>

RYAN, M. P.; WALSH, G., 2016. The biotechnological potential of whey. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, v. 15, n. 3, p. 479–498. doi: 10.1007/s11157-016-9402-1

SAMPAIO, R.; MANCINI, M., 2007 Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 11, n. 1, p. 83–89. <https://doi.org/10.1590/S1413-35522007000100013>

SANTOS, R. R.; SOUZA, A. L. R.; TROMBETE, F. M.; MELO, N. R., 2015. Proteína do soro de leite: Aproveitamento e aplicações na produção de embalagem biodegradável. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 10, n. 3, p. 51-58. <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i5.3033>

SGARBIERI, V. C., 2004. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. *Revista de Nutrição*, v. 17, n. 4, p. 397–409, dez. 2004. ISSN 1678-9865. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732004000400001>

SILVA, M. A.; ALMEIDA, N. R. S.; ALEMIRA R. P. R.; CAROLINO, C. A.; CRISPIM, L. D., 2015. A problemática ambiental decorrente dos resíduos sólidos gerados no processo produtivo do queijo. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 10, n. 2, p. 01, 3. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i5.3630>

SILVA, R. R. DA; SIQUEIRA, E. Q.; NOGUEIRA, I. DE S., 2018. Impactos ambientais de efluentes de laticínios em curso d'água na Bacia do Rio Pomba. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 23, n. 2, p. 217–228. doi: 10.1590/S1413-41522018138062

SIQUEIRA, A. DE M. O.; MACHADO, E. DE C. L.; STAMFORD, T. L. M., 2013. Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. *Ciência Rural*, v. 43, n. 9, p. 1693–1700. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782013000900025>.

SLAVOV, A. K., 2017. Dairy Wastewaters – General Characteristics and Treatment Possibilities – A Review. *Food Technology and Biotechnology*, v. 55, n. 1. doi: 10.17113/ftb.55.01.17.4520

TERRA, N. N.; FRIES, L. L. M.; MILANI, L. A. G.; RICHARDS, N. S. P. S.; REZER, A. P. S.; BACKES, A. M., BEULCH, S.; SANTOS, B. A., 2009. Emprego de soro de leite líquido na elaboração de mortadela. *Ciência Rural*, v. 39, n. 3, p. 885–890. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000300038>

ARTIGO CIENTÍFICO 2

LATICÍNIO DE PEQUENO PORTE: ESTUDO DE CASO EM UM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

RESUMO

As industriais de laticínios ocupam um lugar importante na economia mundial e na produção de alimentos. No entanto, esta é considerada uma indústria de elevado potencial poluidor devido ao grande volume de efluentes com alta concentração de matéria orgânica, gorduras e sólidos suspensos gerados. No norte-noroeste fluminense é representada por pequenas e médias empresas que além da geração de efluentes líquidos impactam o meio-ambiente com um consumo elevado de água e de energia associado à geração de resíduos sólidos, poluição do solo, emissões atmosféricas, ruídos e vibrações. Diante disso buscou-se realizar um diagnóstico ambiental de uma indústria de laticínios de pequeno porte, avaliando a geração de resíduos, determinando os impactos ambientais envolvidos e propondo medidas mitigadoras para eliminação/redução desses impactos. O levantamento das informações que compõe este trabalho foi feito a partir de visitas e aplicação de questionários a estabelecimentos industriais no Norte e Noroeste Fluminense. Por se tratar de estabelecimentos de pequeno porte e com capacidade financeira limitada para investir em tecnologias e infraestrutura mais avançadas, foi proposta a implementação de medidas de baixo custo para mitigar os impactos identificados, que vão desde o uso de parte dos efluentes para irrigação de pastagens até a das cinzas para adubação do solo.

Palavras-chave: Laticínios; Indústria; Impactos; Efluentes.

**ASPECTS AND ENVIRONMENTAL IMPACTS RELATED TO A SMALL DAIRY: A
STUDY OF THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM**

ABSTRACT

The dairy industry plays an important role in the world economy and in food production. However, it is considered an industry with high polluting potential due to the generation of large quantities of effluents that carry high concentrations of organic matter, fats and suspended solids. In the north-northwest of the state of Rio de Janeiro, this industry is represented by small and medium-sized companies that, in addition to generating liquid effluents, have an impact on the environment due to an intensive consumption of water and energy associated with solid waste generation, soil pollution, atmospheric emissions, noise and vibrations. Therefore the aim is to carry out an environmental diagnosis of a small dairy company, evaluating the generation of waste, determining the environmental impacts involved and proposing mitigating measures for the elimination/reduction of these impacts. The information that makes up this work was collected from in-person visits and application of questionnaires to industrial establishments in the states' north-northwest. As the bulk of the industry in this region is composed of small companies with limited financial capacity to invest in advanced technologies and infrastructure, this paper proposes low-cost measures to mitigate the identified impacts that range from the use of the effluents in the irrigation of pastures to soil fertilization using ashes.

Keywords: Dairy; Industry; Impacts; Effluents.

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 70 surgiram movimentos sociais em prol da conscientização ambiental, cuja atuação foi determinante para a criação de conceitos como o desenvolvimento sustentável e responsabilidade ambiental que hoje são os pilares de legislações ambientais e planos de ação no Brasil e no mundo. Exemplo disso é a Agenda 21, um documento que estabelece objetivos para o país como ferramenta para o alcance da sustentabilidade (MOREIRA et al, 2020).

A Agenda 21 Brasileira é um processo e um instrumento de planejamento participativo para o desenvolvimento sustentável e que tem como eixo central a sustentabilidade, compatibilizando a conservação ambiental, a justiça social e o crescimento econômico. O Objetivo 1 da Agenda 21 brasileira dispõe sobre Produção e Consumo Sustentáveis (PCS), determinando que a produção de qualquer produto deve utilizar alternativas que causem o menor impacto ambiental e social possível, além de minimizar custos posteriores com medidas compensatórias (BRASIL, 2010).

Nessa ótica, o controle ambiental na indústria é de fundamental importância e em qualquer setor industrial deve-se seguir as legislações pertinentes para a adequação ambiental do empreendimento.

Segundo dados do SEBRAE (2021), a indústria do leite no Brasil apresentou um crescimento de mais de 50% entre 2010 e 2020, e está entre os 5 maiores produtores de leite no mundo, apresentando crescimento contínuo na produção leiteira, podendo alcançar patamar recorde (EMBRAPA 2020). A produção de lácteos também é destaque na indústria brasileira devido à extensa variedade de produtos que são fabricados em todos os estados brasileiros, caracterizados por uma quantidade enorme de pequenas e médias empresas.

O controle ambiental na indústria de laticínios deve ser rigoroso e efetivo devido a seu potencial poluidor, causado principalmente pelos resíduos líquidos gerados, que apresentam alto teor de matéria orgânica e pelo alto consumo de água na higienização e produção dos laticínios (SARAIVA, 2009). Tais resíduos são provenientes do esgoto sanitário, efluentes industriais e águas pluviais. O efluente industrial é composto principalmente pelas águas de higienização e retalhos de produtos como o queijo, tendo sua composição influenciada por processos industriais, o volume de leite processado, quantidade de água utilizada e tipos de equipamentos (CASTRO, 2011). Ainda, em alguns casos em que não há o aproveitamento do lactossoro, este é despejado junto aos efluentes resultando em aumento na carga orgânica do

resíduo final, dificultando o seu tratamento, cenário muito comum das pequenas e médias empresas (SARAIVA, 2009).

Um estudo realizado por Machado *et al.* (2001) em 66 indústrias de laticínios de pequeno e médio porte em Minas Gerais identificou que mais de 80% dessas empresas lançavam o efluente em corpos hídricos. De acordo com Machado *et al.* (2000), o consumo de água na indústria de laticínios pode variar de 1 a 5 litros por litro de leite processado. Esse valor depende diretamente dos produtos processados e porte do empreendimento bem como do treinamento dos empregados e da padronização dos procedimentos de higienização (CASTRO, 2007).

Os efluentes dos laticínios lançados “in natura” nos cursos d’água provocam resultados desastrosos. Coprodutos como o lactossoro, resultante da fabricação de queijo/ricota e o leiteiro resultante da produção de manteiga, mesmo quando aproveitados, irão contribuir com quantidades mínimas na composição dos efluentes.

O soro de leite é classificado pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA, no Art. 400 do decreto nº 9.013 (BRASIL, 2017) como o produto líquido de caráter lácteo extraído da coagulação do leite no processamento de queijos, de caseína e de produtos similares. Ele possui cerca da metade dos nutrientes originais do leite e é rico em proteínas do soro, vitaminas hidrossolúveis, sais minerais e lactose (SMITHERS, 2008).

Dentre os benefícios proporcionados pelas proteínas do lactossoro para o homem pode-se citar a reparação celular, a construção e reparação de músculos e ossos, energia ao corpo, além de outros benefícios ligados a processos metabólicos, como atividade imunoestimulante, proteção ao sistema cardiovascular e atividade antimicrobiana e antiviral (SGARBIERI, 2005; HARAGUCHI *et al.*, 2006). No entanto, quando disposto como resíduo, causa malefícios ao meio ambiente e à saúde pública. Ao ser descartado, se torna um dos efluentes líquidos que mais contribuem para a alta carga poluidora das indústrias de laticínios. Dez litros de soro descartados incorretamente equivalem à poluição causada por cinco habitantes (MOREIRA; SILVA; ANTUNES, 2000), além de ser cem vezes mais poluente que o esgoto doméstico (SILVA, D., 2011). De acordo com Rosenthal (2016), o aproveitamento desse coproduto teve um aumento com a chegada de instalações de unidades industriais de concentração e secagem no Brasil, mas ainda assim o volume descartado ou subutilizado é elevado.

Outro coproduto abordado neste trabalho é o leiteiro, o qual é classificado pelo RIISPOA no Art. 404 (BRASIL, 2017), como o produto lácteo liberado durante o batimento do creme pasteurizado para a produção de manteiga. Assim como o soro de leite, o aproveitamento

total do leite ainda é um grande desafio para a indústria brasileira. Já no mercado internacional ele é bastante popular, consumido como um tipo de bebida láctea ou de leite fermentado, também chamado de *fermented buttermilk*, frequentemente com cereais ou como substituto do leite fresco (ANTUNES et al., 2012).

O leite contém a maior parte da proteína encontrada no leite, além de possuir vitaminas, minerais e propriedades funcionais devidas à presença de fosfolipídios, que por sua vez são provenientes das membranas fragmentadas dos glóbulos de gordura do leite interrompidas durante a agitação. A sua presença influencia na redução do colesterol no sangue e na inibição e impedimento do desenvolvimento de bactérias que se aderem às paredes do trato gastrointestinal (FONG; NORRIS; MACGIBBON, 2007; NOH; KOO, 2004). Em virtude destas propriedades benéficas à saúde, ele se apresenta como uma boa alternativa para formulações de novos produtos alimentícios.

Em resumo, os coprodutos em questão são altamente nutritivos, por isso, se descartados sem tratamento, sua degradação gera elevada demanda biológica de oxigênio podendo levar à eutrofização dos corpos d'água. Não devem ser misturados aos demais efluentes da indústria, mas captados e conduzidos separadamente de modo a viabilizar seu aproveitamento na fabricação de outros produtos lácteos ou para utilização direta na alimentação de animais (SILVA, 2011). Além deste, podem ser citados outros impactos ambientais associados às indústrias de laticínios, como por exemplo: grande consumo de água e de energia, geração de resíduos sólidos, poluição do solo, emissões atmosféricas, ruídos e vibrações.

A Constituição Federal de 1988, no artigo 225 nos garante: “Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Brasil, 1988.

Meio ambiente é definido na Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, no seu artigo 3º, inciso I como: "o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas." (BRASIL, 1981).

Impacto ambiental é definido na Resolução CONAMA nº 001/86:

Considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as

atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais. Brasil, 1986.

Desta forma, não basta tratar o efluente, é necessário que este atenda aos padrões estabelecidos de tratamento para descarte. Esta obrigação legal não é fácil de ser atendida por muitos laticínios brasileiros, em especial os de pequeno ou médio porte.

Os dispositivos legais que regulam o tema:

- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências previstas. Em seu Art. 33: Provocar, pela emissão de efluentes ou carreamento de materiais, o perecimento de espécimes da fauna aquática existentes em rios, lagos, açudes, lagoas, baías ou águas jurisdicionais brasileiras. Pena-detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas cumulativamente (BRASIL, 1998);
- Resolução CONAMA nº 313/02, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais (BRASIL, 2002b);
- Norma Brasileira (NBR) 10.004/04, que se torna possível classificar e identificar os resíduos sólidos. Esta norma define a Classe IIA: combustíveis, biodegradáveis, voláteis e solúveis em água (ABNT, 2004);
- Resolução CONAMA nº 357/05, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e dá outras providências. Como exemplo, podemos citar critérios que devem ser observados em todo despejo em águas naturais, como: DBO menor que 60 mgO₂/L, temperatura inferior a 40°C, pH entre 5 e 9, dentre outros (BRASIL, 2005b);
- Resolução CONAMA nº 430/11, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes e altera a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2011);
- Instrução Normativa nº 53, de 25 de agosto de 2013, cria o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite (BRASIL, 2013).

As queijarias são grandes geradoras de resíduos sólidos, líquidos e gasosos e a legislação ambiental determina rígidos padrões para descarte. Uma solução para que se enquadrem nas leis é o reaproveitamento dos resíduos, que já é adotado pelas grandes indústrias do setor, porém ainda pouco viável para os pequenos e médios produtores, o que se traduz no desperdício e subutilização de um coproduto de alto valor nutricional e potencial comercial elevado.

Um derivado possível é o leite condensado, no qual se reduz a quantidade de água e se concentram as gorduras e proteínas lácteas. Além de reduzir o resíduo e a economia nos

tratamentos para que o descarte atenda as legislações vigentes, também é uma forma de diminuir a importação de produtos derivados do soro de leite, o que irá favorecer a balança comercial brasileira. O principal derivado de soro de leite importado é o soro de leite em pó, que é usado no enriquecimento proteico de alimentos (GONÇALVES, 2017).

Considerando as questões levantadas, o objetivo deste trabalho foi realizar um diagnóstico ambiental em uma indústria de laticínios de pequeno porte, avaliar a geração de resíduos, determinar os aspectos e impactos ambientais envolvidos e propor medidas mitigadoras para eliminação/redução dos impactos ambientais.

2. METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho apresenta-se como descritiva-explicativa, isto é, pretende descrever os fenômenos e verdades de uma determinada situação (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Optou-se por uma metodologia dita exploratória e de natureza descritiva qualitativa, pois segundo Vergara (2004), a investigação é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado, como foi o caso do presente trabalho. Desenvolve-se, portanto, uma pesquisa baseada em um estudo de caso. O estudo de caso é a técnica mais aconselhável pois permite o aprofundamento e observação de uma determinada situação (VERGARA, 2004). Para Medeiros, 2019, o estudo de caso é um tipo de pesquisa qualitativa, consistindo no estudo de um caso particular, mas representativo e significativo para uma população.

No caso específico deste trabalho, procura-se diagnosticar os aspectos e impactos ambientais que uma indústria do setor lácteo de pequeno/médio porte pode causar, apontando os pontos críticos e propondo pontos de melhoria. O trabalho consiste em um levantamento do referencial teórico pertinente ao estudo e em uma pesquisa descritiva que trabalha com os dados ou fatos, contextualizando-os com a realidade. Esta forma de pesquisa permite a observação, registro, análise e a correlação dos fatos e suas conexões a outros trabalhos (MEDEIROS, 2019).

Para a pesquisa, realizou-se:

- i. Contato prévio com os gestores, informando o objetivo da pesquisa;
- ii. Uma visita na empresa para a obtenção de informações gerais e apresentação do questionário (apêndice 1);

- iii. Uma segunda visita foi realizada para acompanhar o processo de produção do queijo, juntamente com uma conversa com os gestores sobre o questionário (apêndice 1);
- iv. Interpretação dos dados, análise das questões observadas e levantamento dos pontos de melhoria;
- v. Escrita do presente trabalho.

A pesquisa foi realizada no período de novembro de 2020 a julho de 2021 por meio de estudos bibliográficos sobre os impactos e aspectos gerados pelas indústrias de laticínios e de visita a uma indústria do setor lácteo situada no norte noroeste fluminense (RJ) para acompanhamento dos processos produtivos e aplicação de questionário.

Os dados levantados durante o monitoramento e as informações obtidas por meio do questionário foram compilados e analisados a fim de identificar pontos críticos de geração de resíduos e possíveis impactos ambientais. Por fim, foram propostos pontos de melhorias no processo produtivo e medidas mitigadoras para reduzir o impacto ambiental provocado pelo laticínio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O laticínio estudado situa-se na região norte-noroeste do estado do Rio de Janeiro e iniciou suas atividades em 2016. A indústria é de pequeno porte, de natureza jurídica individual e de responsabilidade limitada. Em média, a indústria recebe 100.000 litros de leite mensalmente oriundos dos produtores rurais da região, com frequência de recebimento de três vezes por semana, sendo todo o transporte realizado por caminhão isotérmico. A programação do volume de leite a ser processado é definida pelo estoque diário do varejo, impossibilitando a determinação de uma escala fixa de fabricação. Atualmente, a indústria produz semanalmente o queijo minas frescal, queijo minas padrão, e dependendo da demanda, requeijão em barra, queijo muçarela e queijo coalho, além de iogurtes, bebidas lácteas e manteigas.

De acordo com o art.2º da Resolução CONAMA nº42/2021 (BRASIL 2012), o empreendimento em questão é classificado como Classe 2, ou seja, possui potencial poluidor médio (M) e o seu porte é considerado pequeno (P) uma vez que essa classificação enquadra indústrias que possuem número de empregados entre 10 e 100 e área construída entre 500 e 2000 m².

O estabelecimento possui o Serviço de Inspeção Estadual (SIE), que é vinculado à Secretaria de Agricultura Estadual. Com esse selo o produtor tem a autorização para a distribuição e comercialização dentro do território do estado do Rio de Janeiro.

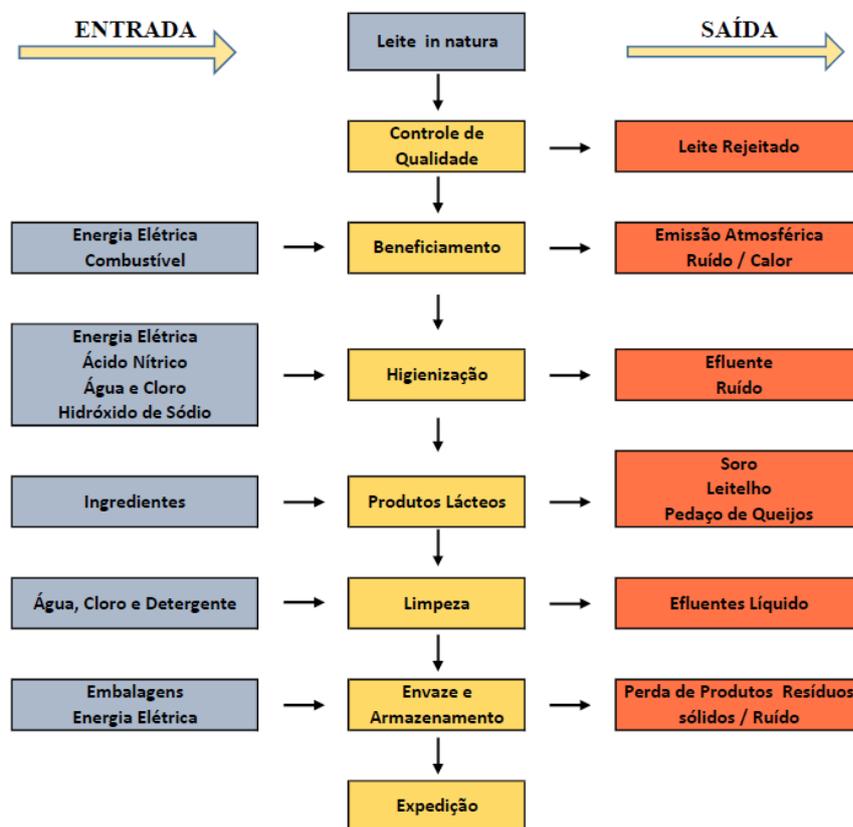
Seu quadro de funcionários é composto por 14 colaboradores, sendo 4 deles responsáveis pela parte administrativa/financeira, 2 pela entrega dos produtos (feita com veículo da empresa), e os demais trabalham no setor de produção em regime de escala.

De acordo com os aspectos de limpeza, controle sanitário e equipamentos, a fábrica foi considerada adequada para produção pois os equipamentos são novos, tendo menos de 5 anos de uso e o controle de pragas é realizado mensalmente por empresa terceirizada.

O diagnóstico ambiental na indústria de laticínios foi feito a partir do acompanhamento e monitoramento do processo produtivo, observando os aspectos como processo de fabricação, resíduos gerados, procedimentos de higienização e possíveis pontos de falha no processo que poderiam gerar impactos ambientais.

Na Figura 1 é apresentado um fluxograma do processo produtivo simplificado destacando as entradas e saídas do processo e no Quadro 1 são elencadas as etapas, os impactos e aspectos ambientais e as ações propostas e implementadas.

Figura 1: Fluxograma Genérico do Processo produtivo



Fonte: Autores (2022).

Quadro 1: Aspectos e Impactos Ambientais relacionadas a cada processo e ações propostas.

Linha de produção/Setor	Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais	Ações Propostas e Implementadas
Setor produção de vapor (caldeiras)	Geração de resíduos sólidos na forma de cinzas / carvão.	Poluição do solo	Utilizar os resíduos como carvão e cinzas como adubo orgânicos.
	Geração de emissões atmosféricas.	Poluição atmosférica	Utilização de filtros nas chaminés das caldeiras. Queima de madeira seca visando reduzir a emissão de Material particulado das caldeiras.
	Geração de efluente líquido na limpeza de balões de soro e condensação das caldeiras.	Poluição hídrica	Os resíduos de soro e resíduos químicos, provenientes do enxágue e limpeza serem encaminhados para ETE. Reaproveitar os condensados das caldeiras para irrigação de pastagens.
Recepção de leite	Geração de efluente líquido na limpeza e sanitização dos tanques a granel e limpeza do piso.	Poluição hídrica	Destinar os efluentes líquidos para ETE
		Poluição do solo	Colocar contenção na área de recebimento para recolher leite derramado.
Pasteurização de Leite	Geração de efluente líquido na limpeza e sanitização dos tanques de estocagem, linhas de processo, equipamentos e limpeza de pisos e paredes.	Poluição Hídrica Poluição do Solo	Destinar os resíduos de leite, provenientes do primeiro enxágue dos balões e linhas de processo para os tanques de soro destinados aos produtores de leite para alimentação animal.
			Encaminhar os resíduos de limpeza para ETE.
			Reuso da água utilizada para resfriar as padronizadoras na irrigação das pastagens.
Fabrica de queijo	Geração de lactossoro	Poluição Hídrica	Reaproveitar lactossoro na produção de Bebidas Lácteas e iogurtes.
	Geração de efluente líquido durante a limpeza de formas, mesas, equipamentos e utensílios gerais.		Disponibilizar lactossoro aos produtores rurais locais para alimentação animal.
	Descarte de resíduos sólidos orgânicos na forma de restos de massa de queijo.		Encaminhar os resíduos de limpeza para ETE.
			Recolher os resíduos de massa voltar para o processo produtivo ou elaborar alguma receita para reaproveitamento.
Fabrica de requesijo	Geração de efluente líquido devido limpeza dos equipamentos, utensílios e limpeza geral após a produção de requesijo.	Poluição hídrica	Buscar produtos que utilizem soro de leite em sua composição, reaproveitamento.
			Disponibilizar o lactossoro para os produtores rurais locais.
			Destinar efluentes de limpeza para ETE.

Fonte: Os Autores (2022).

Segundo o representante entrevistado, o leite que abastece a unidade fabril é comprado de produtores da região, cujas instalações não passam por controle sanitário, de forma que a

aquisição do leite produzido se dá na base da boa-fé e confiança mútuas. Desde que a fábrica entrou em operação, apenas em duas ocasiões o leite recebido foi rejeitado, não por razões sanitárias, mas por motivos de problemas no transporte causados por intensas chuvas na região.

A unidade fabril dispõe de caldeira a lenha para gerar energia elétrica utilizada pelos equipamentos que processam o leite. Os equipamentos usam essa energia para os processos de pasteurização, fabricação de creme de leite e fermentação (para a produção de queijos, iogurtes e requeijões).

A água que abastece o laticínio é de duas fontes diferentes: a água utilizada nos processos industriais, limpeza do maquinário, tanques e caminhões é fornecida pela companhia de água do município, enquanto a água utilizada a produção de vapor é extraída de um poço artesiano, sendo armazenada em uma caixa em que recebe produto não incrustante. O consumo de água é elevado, devido a severidade na limpeza, o que acarreta elevada geração de efluentes líquidos.

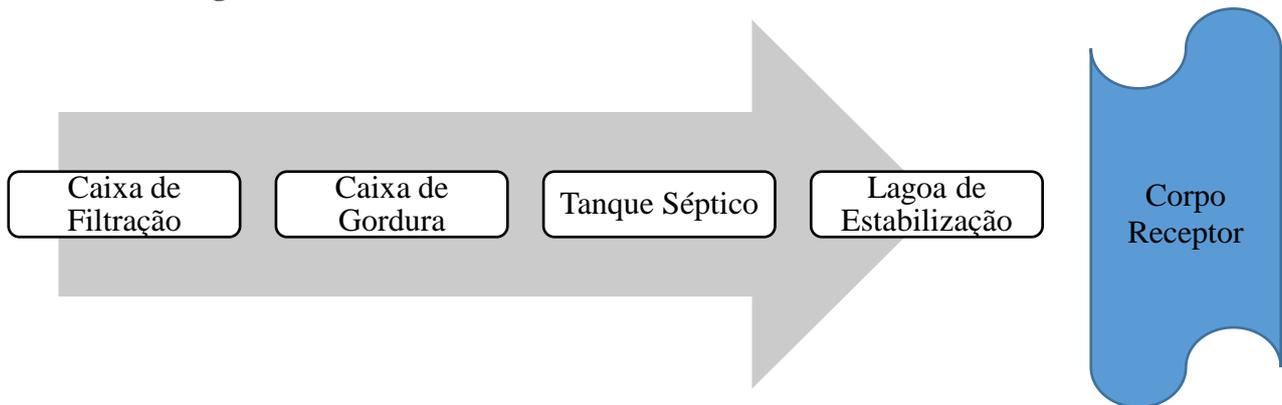
Além dos efluentes líquidos gerados, é descartada a cada seis meses a água da salmoura, que é o tanque que é preenchido por água saturada de sal para salgar os queijos - que é composta, sobretudo, por água e cloreto de sódio, mas que pode conter substâncias solúveis do queijo, como proteínas, sais minerais, lactose etc. (SARAIVA, 2009).

Do volume de lactossoro gerado na produção do queijo cerca de 30% é incluído na formulação das bebidas lácteas e iogurtes, o restante do soro é armazenado em tanques e é disponibilizado aos produtores rurais locais para alimentação animal (bovinos, ovinos e suínos). Os produtores rurais são responsáveis pelo transporte e armazenamento do lactossoro doado e o remanescente é lançado junto do efluente industrial.

A fábrica não possui rede de água pluviais. Todo esgoto sanitário é destinado para fossa séptica, sendo separado dos resíduos gerados no processo produtivo. Ela possui ETE e há um projeto para a expansão da capacidade de tratamento por necessidade do aumento da produção. Já a água usada no resfriamento é separada em caixas e utilizada na irrigação de um pasto do proprietário da fábrica.

Os efluentes líquidos gerados na operação de limpeza passam pela estação de tratamento antes de serem lançados no corpo receptor. O tratamento é composto por uma caixa de filtração, para reter particular sólidas, uma caixa de gordura, tanque séptico e uma lagoa de estabilização. A Figura 2 representa um esquema da estação de tratamento de efluentes. A Figura 3 apresenta uma vista aérea da fábrica, a lagoa de estabilização e área do pasto.

Figura 2: Processo de tratamento de efluentes.



Fonte: Os Autores (2022).

Figura 3: Vista aérea da fábrica



Fonte: Google Earth (2022).

Em relação aos resíduos sólidos gerados no processo produtivo, são gerados principalmente na etapa de empacotamento e são constituídos por restos de plásticos de embalagem de queijo, adesivos dos frascos e potes de manteiga, papel/papelão de caixas para a expedição, material de escritório, resíduos de banheiro e embalagens vazias de produtos químicos. Os resíduos sólidos são segregados conforme sua classificação e destinados a aterro sanitário.

Quanto ao ruído e vibrações, não foi realizado nenhuma medição, mas como a indústria possui equipamentos movidos a motores elétricos, como pasteurizador, filadeiras, bombas de

transferência e a embaladora a vácuo, que são fontes dos ruídos e vibrações, estes foram apontados no fluxograma do processo.

Após a análise dos dados coletados por meio do questionário e da observação durante as visitas à fábrica, foi possível descrever alguns pontos críticos conforme mostrado no Quadro 2 e propostos alguns investimentos para a redução/mitigação dos pontos críticos.

Quadro 2: Pontos Críticos Observados

Pontos Críticos Observados		
Processo	Pontos Críticos	Investimentos
Recepção do Leite	Consumo elevado de água para limpeza dos caminhões tanques e lavagem da plataforma.	Aquisição de uma lavadora de alta pressão para limpeza dos tanques.
Beneficiamento	Consumo de água elevado para limpeza do equipamento de destilação.	Conscientização da força de trabalho sobre o uso racional da água.
Higienização		
Fábrica de Queijo	Perda de Queijo durante o corte.	Produzir novo produto com os retalhos dos queijos.
	Perda de soro para o efluente.	Buscar alternativas para o uso do lactossoro na própria indústria: fabricação de novos produtos, venda do soro, ou uso na adubação de alguma cultura ou pastagem (Cavalcanti, 2012).
Envase / Embalagem	Contaminação de resíduos recicláveis com efluentes e lactossoro.	Treinamento do pessoal
		Aquisição de mais coletores.

Fonte: Autores (2022).

Fica claro que um dos pontos críticos a ser melhorado é o consumo de água. A falta de controle do consumo de água acarreta o aumento direto na geração de efluente e custos para a empresa. Em estudo realizado por Silva (2006), foi verificado que o maior coeficiente de consumo de água por litro de leite é de 6,21 L de água/L de leite na produção de queijo. O consumo de água na produção não pode ser eliminado devido à necessidade de limpeza úmida das superfícies, no entanto pode ser minimizado por meio de medidas para economizar água (TIMOFIECSYK; PAWLOWSKY, 2003). Além do consumo de água, a perda de soro no efluente é outro ponto importante a ser considerado, uma vez que o soro contribui para o aumento da carga orgânica da água residuária e consequentemente aumenta os custos de tratamento.

Por fim, os resíduos sólidos recicláveis gerados durante a embalagem dos produtos e destinados ao aterro sanitário foram considerados também um ponto crítico a ser mitigado, pois resíduos ‘limpos’ como papel e plástico acabam sendo contaminados por leite e efluentes, impedindo que sejam segregados para reciclagem. A segregação de resíduos é uma atividade simples que requer pouco trabalho e infraestrutura, apenas adaptação ou adequação de contentores e lixeiras próprias para cada tipo de resíduo. Mas é necessário uma conscientização e comprometimento da força de trabalho para uma segregação correta e eficaz.

O volume de resíduos sólidos e líquidos gerados varia de acordo com o porte do empreendimento, da linha de produção e da conscientização dos funcionários. Destes, a conscientização dos funcionários é o de menor custo e pode contribuir significativamente para a diminuição de gastos com consumo de água na limpeza, contaminação de resíduos sólidos e perda de material durante os processos de fabricação.

Toda a manutenção da indústria é realizada por uma empresa contratada, a qual realiza visitas periódicas para manutenção e reparo dos equipamentos. Todo o resíduo gerado pela manutenção, óleos, graxas, entre outros são de responsabilidade da empresa contratada.

O proprietário da indústria estudada foi orientado a realizar o cadastro desses produtores e informá-los sobre o periódico técnico da EMBRAPA sobre Suinocultura Dinâmica, que traz informações importantes sobre o uso do soro de leite na alimentação de suínos.

4. CONCLUSÃO

Em linhas gerais, pode-se concluir que a indústria de laticínios estudada se encontra em boas condições e é capaz de adotar diversas medidas mitigadoras no processo produtivo com vistas à diminuição dos impactos ambientais causados por suas atividades. A indústria possui potencial para gerenciar seus resíduos atendendo as legislações em vigor e diminuindo ao máximo os impactos ambientais. Mas por se tratar de uma indústria de pequeno porte e com produção limitada, foram sugeridas medidas de adequação mais simples, visando principalmente baixo custo. Mas existem outras medidas passíveis de aplicação na indústria, mas que requerem altos investimentos.

Apesar da experiência dos funcionários na indústria e nos processos de fabricação, foi observado que é necessário desenvolver neles a consciência ambiental para economizarem os recursos disponíveis. Da mesma forma é preciso orientar os produtores rurais que utilizam o lactossoro doado e como manejar esse insumo corretamente a fim de evitar contaminação e poluição das suas propriedades.

Os investimentos em mudanças no processo produtivo aqui sugeridos possibilitam retorno a curto prazo, o que torna essas adaptações atraentes tanto ambientalmente quanto economicamente. A conscientização e o treinamento dos funcionários, porém, são peças-chave na adoção de medidas de gestão ambiental no processo produtivo de qualquer indústria.

5. REFERÊNCIAS

ANTUNES, A. E. C., et. al. Buttermilk probiótico. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 23, n. 4, p. 619-629, out. /dez. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 16 maio. 2011.

BRASIL. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Decreto nº 9.013, 29 de março de 2017. Disponível em: <http://www3.servicos.ms.gov.br/iagro_ged/pdf/2511_GED.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2021.

CASTRO, Vanessa Cristina de. Diagnóstico de consumo de água, da geração de efluentes e de resíduos sólidos em um laticínio de pequeno porte. 2007. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

EMBRAPA. Anuário Leite 2019. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/198698/1/Anuario-LEITE-2019.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

FONG, B. Y.; NORRIS, C. S.; MACGIBBON, A. K. H. Protein and lipid composition of bovine milk-fat-globule membrane. *International Dairy Journal*, v.17, n.4, p.275-288, 2007.

GERHARDT, Tatiana; SILVEIRA, Denise. Métodos de pesquisa. Universidade Aberto do Brasil e Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Ed. Da UFRGS. 2009.

GONÇALVES, N. P.; MADERI, T. R.; SANTOS, P. F. Avaliação das práticas ambientais em indústrias de laticínios - estudo de caso. **Fórum Ambiental**, Alta Paulista, v. 13, n. 2, p. 66-77, 2017.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; PAULA, H., 2006. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. *Revista de Nutrição*, v. 19, n. 4, p. 479–488. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732006000400007>.

MACHADO, R. M. G.; SILVA, P. C.; FREIRE, V. H. Publicação eletrônica em Brasil Alimentos: Controle ambiental em indústrias de laticínios. **Brasil Alimentos**, São Paulo, 2001. Disponível em: <http://www.signuseditora.com.br/ba/pdf/07/07%20-%20gestao.pdf> Acesso em: 10 out. 2021.

- MACHADO, R. M. G.; FREIRE, V. H.; SILVA, P. C. Alternativas tecnológicas para o controle ambiental em pequenas e médias indústrias de laticínios. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, XXVII, Porto Alegre, 2000.
- MEDEIROS, J. B. Redação Científica: Prática de fichamentos, resumos, resenhas. 13 ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- MENEZES, E. M.; SILVA, E. L. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina. 3ª Edição revisada e atualizada. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. 121p.
- MOREIRA, A.; SILVA, A.; ANTUNES, M. Soro de leite: de resíduo a alimento. Alim. Nutr., v. 4, p.32-35. 2000.
- NOH, S.K. & KOO, S.L. Milk sphingomyelin is more effective than egg sphingomyelin in inhibiting intestinal absorption of cholesterol and fat in rats. Journal of Nutrition, v.134, p.2611–2616, 2004.
- PEREIRA, C. P.; PRATA, D. M.; SANTOS, L. S.; MONTEIRO, L. P. C., 2018. Development of eco-efficiency comparison index through eco-indicators for industrial applications. Brazilian Journal of Chemical Engineering, v. 35, n. 1, p. 69–90. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-6632.20180351s20160370>
- ROHFLES, ANA LÚCIA B. et. al. Aproveitamento de agroindústrias do setor queijeiro para desenvolvimento de produtos alimentícios e redução de impacto ambiental. TECNO-LÓGICA, Santa Cruz do Sul, v.18, n.1, p. 13-18, jan. / jun. 2014.
- ROSENTHAL, Amauri. Aproveitamento de soro de leite de pequenas queijarias. In: EMBRAPA. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/207283/aproveitamento-de-soro-de-leite-de-pequenasqueijarias>>. Acesso em: 27 jun. 2020.
- SARAIVA, C. B.; MENDONÇA, R. C. S.; SANTOS, A. L.; PINTO, M. S. Aspectos e impactos ambientais envolvidos em um laticínio de pequeno porte. **Revista inst. Lat. “Cândido tostes”**, Juiz de Fora, v. 64, n. 366, p. 28-35, Jan./Fev. 2009.
- SGARBIERI, V. C., 2004. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. Revista de Nutrição, v. 17, n. 4, p. 397–409, dez. 2004. ISSN 1678-9865. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732004000400001>
- SMITHERS, G. W. Whey and whey proteins: from “gutter to gold”. International Dairy Journal. 2008; 18: 695-704.
- SILVA, C. A. et al. Utilização de soro de leite na elaboração de pães: estudo da qualidade sensorial. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.13, n.Especial, p.355-362, 2011.
- SILVA, R. R. DA; SIQUEIRA, E. Q.; NOGUEIRA, I. DE S., 2018. Impactos ambientais de efluentes de laticínios em curso d’água na Bacia do Rio Pomba. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 23, n. 2, p. 217–228. doi: 10.1590/S1413-41522018138062

TEIXEIRA, C. de O. **Efluente de laticínios, enquadramento legal e a representação dos técnicos e gerentes**. 2011. 73f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

TIMOFIECSYK, F. R.; PAWLOWSKY, U.; Publicação eletrônica em Brasil Alimentos: Minimização do uso de água na indústria de alimentos. **Brasil Alimentos**, São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.signuseditora.com.br/ba/pdf/22/22%20-%20Minimiza%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2018.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

ARTIGO CIENTÍFICO 3

DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DO LACTOSSORO NA REGIÃO NORTE E NOROESTE FLUMINENSE

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo realizar um diagnóstico da gestão do lactossoro produzido pelas indústrias de laticínios e queijarias das regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro e propor pelo método do centro de gravidade a determinação da localização geográfica ótima para a implantação de uma unidade fabril de beneficiamento ou reaproveitamento do lactossoro. Foram avaliadas 16 indústrias, sendo que metade (50%) estava sob supervisão do Serviço de Inspeção Estadual. Todas as indústrias entrevistadas possuem o queijo entre os produtos fabricados (consequentemente com produção de lactossoro), no entanto apenas 56,25 % utilizam o lactossoro como insumo na própria indústria. As demais o destinam para a alimentação animal (doação para produtores locais), venda a terceiros, irrigação de pastagens e lavouras ou descarte em estações de efluentes. Os produtos em que o lactossoro é mais aproveitado são a ricota e as bebidas e compostos lácteos. Todas as indústrias conhecem o potencial poluidor do lactossoro, no entanto um percentual significativo (25%) desconhece seu alto valor nutricional e suas aplicabilidades na própria indústria láctea e em outros segmentos industriais. A maioria (62,5%) informou o desejo de vender o lactossoro produzido, pois entendem que o custo para tratamento desse efluente é elevado. As demais (37,5%) já utilizam todo o lactossoro gerado nos seus processos produtivos. Pelo estudo do centro de gravidade a localização ótima para a construção de uma unidade de beneficiamento ou reaproveitamento do lactossoro encontra-se nas coordenadas 21.4969°S, 41.5955°W, que corresponde ao município de Cardoso Moreira, RJ.

Palavras-chave: Lactossoro. Laticínios. Rio de Janeiro. Centro de Gravidade.

**DIAGNOSIS OF WHEY PRODUCTION IN THE NORTH AND NORTHWEST REGION
OF FLUMINENSE.**

ABSTRACT

The objective of this study is to carry out a diagnosis of the management of whey produced by the dairy industries in the North and Northwest regions of the State of Rio de Janeiro and to propose the center of gravity method as a means of determining the optimal geographic location for a plant for processing or reusing of whey. Sixteen companies were evaluated, half of which (50%) were under the supervision of the State Inspection Service. All of those interviewed have cheese among their manufactured products (therefore produce whey), but only 56.25% use it as input in the factory itself. The others use it for animal feed (as donation to local producers), sale it to third parties, irrigate pastures and crops with it or discard it to effluent treatment stations. The products that consume most whey are ricotta cheese and dairy drinks and compounds. All companies are aware of the polluting potential of whey, however some of them (25%) ignore its high nutritional value and its applicability in the dairy industry itself as well as in other industrial segments. Most companies (62.5%) showed desire to sell their output of whey as they understand that the cost of treating this effluent is high. The remainder (37.5%) already uses the whole of whey produced in their manufacturing processes. Based on the method of center of gravity the optimal location for establishing a whey processing or reuse facility lies at coordinates 21.4969°S, 41.5955°W, which corresponds to the municipality of Cardoso Moreira, RJ.

Keywords: *Whey. Dairy. Rio de Janeiro. Gravity Center.*

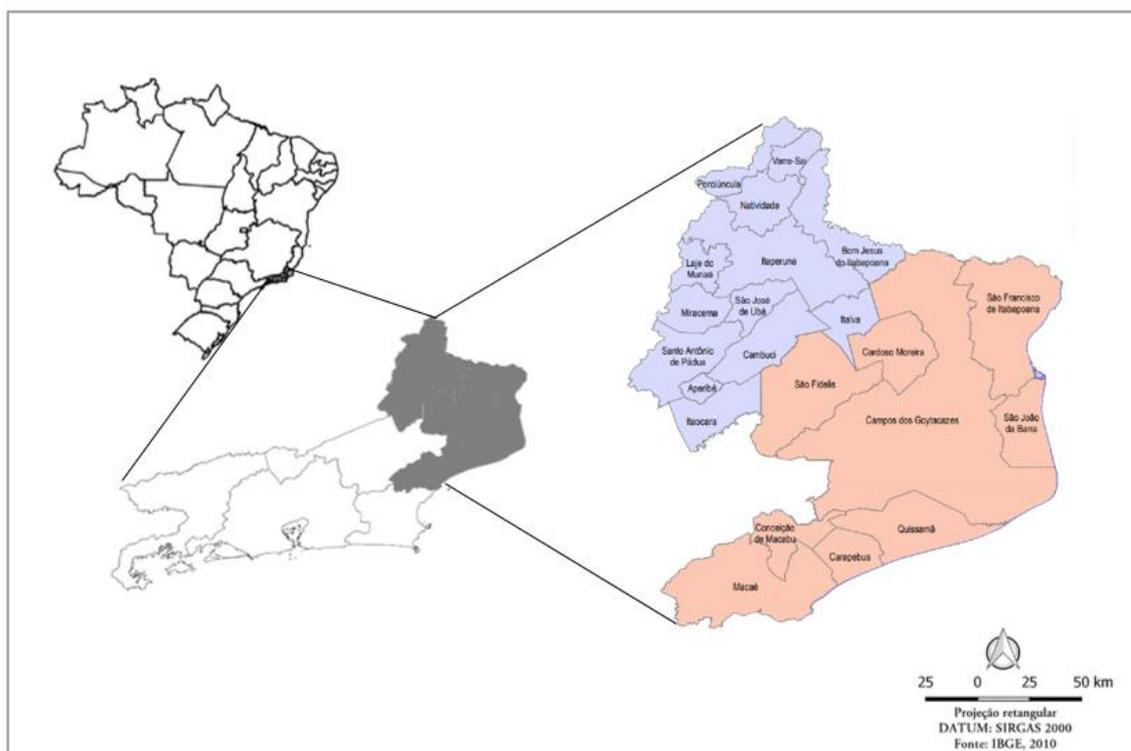
1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de leite, tendo incontestável relevância na produção mundial e possuindo uma indústria leiteira com expressivo impacto sobre o PIB Nacional. No estado do Rio de Janeiro quase todos os municípios possuem atividade pecuária relevante para a geração de emprego e renda e de importância para o desenvolvimento e fortalecimento econômico do interior do estado (MARTINS; CARNEIRO; LANA, 2018).

A pecuária leiteira fluminense é considerada a cadeia produtiva de maior expressão da agropecuária estadual, sendo considerada a atividade de maior empregabilidade no meio rural. A atividade é representada predominantemente por agricultores familiares, todavia a produção leiteira envolve ainda médios e grandes produtores (Anuário Leite, 2019).

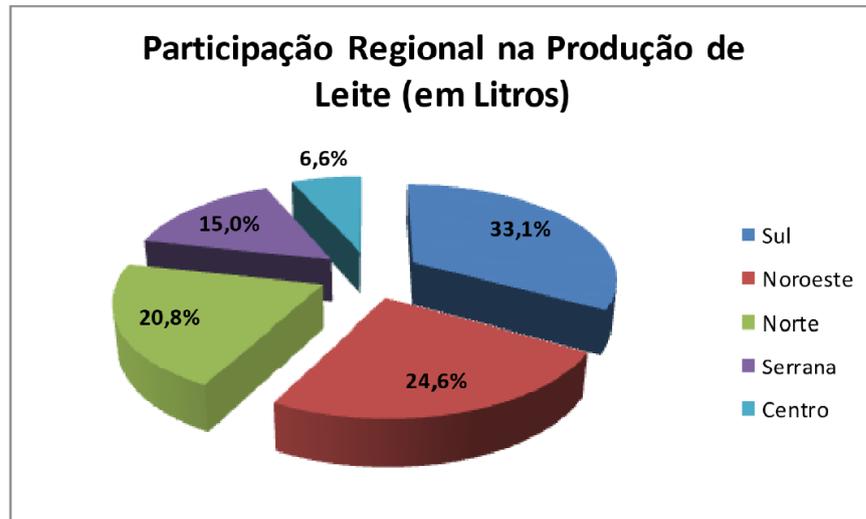
Segundo o levantamento realizado pela EMATER-RIO (2019), a produção leiteira do Estado do Rio de Janeiro está presente nos 22 municípios que compõem as regiões Norte e Noroeste do Estado, como mostra a Figura 1. E no ano de 2019 essa atividade contabilizou a comercialização de cerca de 425 milhões de litros de leite, as regiões norte-noroeste fluminenses representando 45,4 % da produção estadual como ilustrado na Figura 2.

Figura 1: Mapa dos municípios das regiões Norte e Noroeste Fluminense.



Fonte: IBGE (2010), adaptado pelos autores.

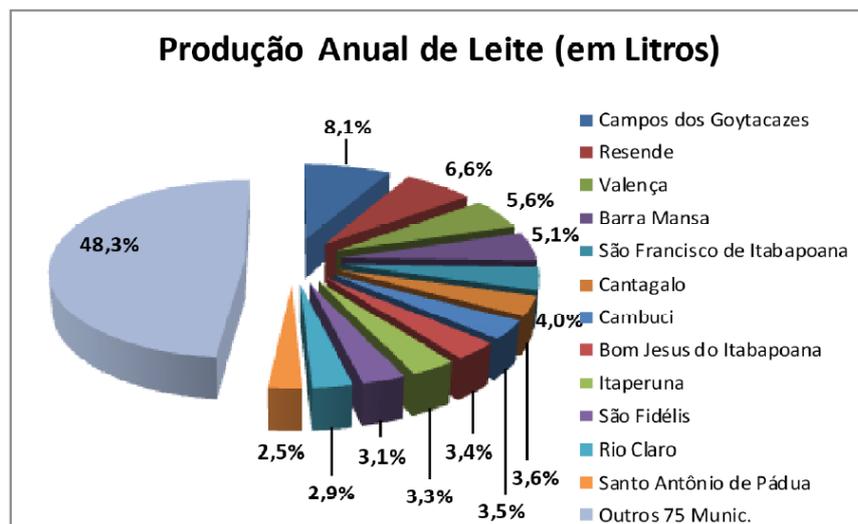
Figura 2: Participação regional na produção leiteira Estadual.



Fonte: Emater-RJ (2019).

Como mais expressivos na produção leiteira no Estado do Rio de Janeiro, destacam-se os municípios de Campos dos Goytacazes, Resende e Valença. Dos municípios produtores de leite, 7 dos 12 maiores estão nas regiões Norte e Noroeste fluminense como apresentado na Figura 3.

Figura 3: Participação Estadual dos principais municípios produtores de leite.

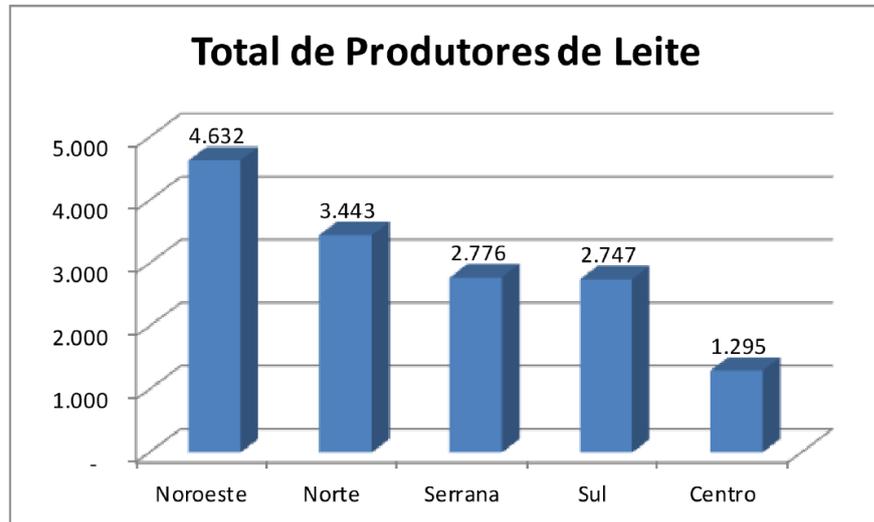


Fonte: Emater-RJ (2019).

Apesar de não serem as maiores regiões do Estado do Rio de Janeiro em produção de leite, as regiões Norte e Noroeste possuem a maior quantidade de produtores de leite, sendo em sua maioria agricultores familiares. Essas duas regiões englobam mais de 50 % dos produtores de

leite do estado, seguidas das regiões Serrana, Sul e Centro, conforme pode ser observado na Figura 4.

Figura 4: Total de produtores de leite.



Fonte: Emater RJ (2019).

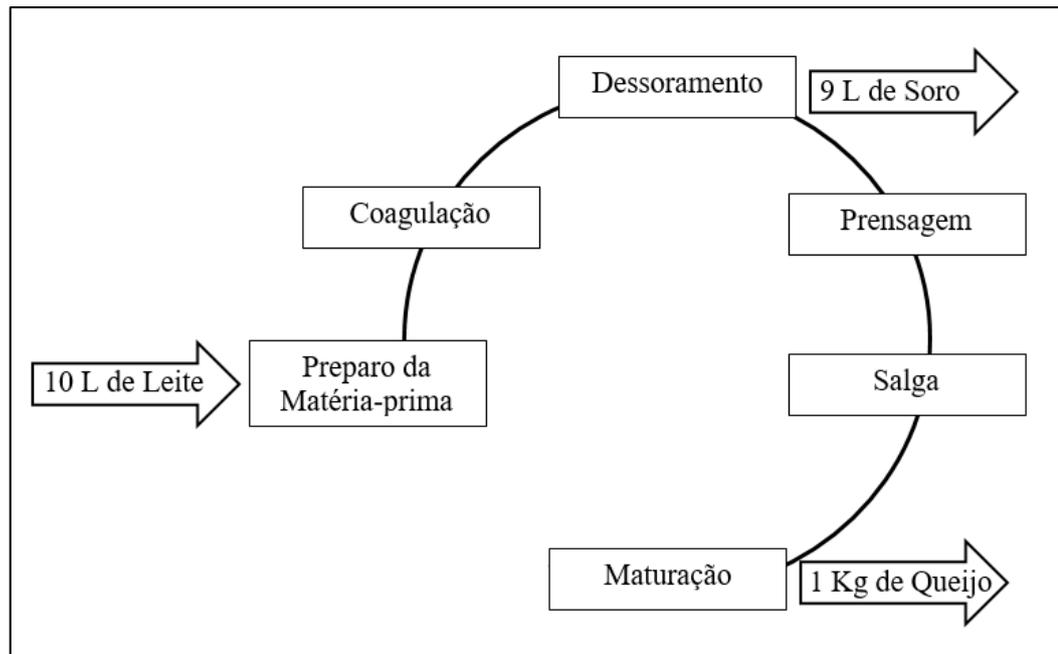
Com base nos dados apresentados pelo EMATER-RJ (2019), é possível notar que as regiões Norte e Noroeste fluminenses possuem grande importância na economia do Estado e na geração de emprego e renda, pois devido à grande produção de leite, as indústrias alimentícias, principalmente do setor de laticínios, são atraídas pela disponibilidade da matéria-prima e pela produção de queijos dos pequenos produtores.

A indústria alimentícia atual se caracteriza pelo uso intensivo de água e pela consequente geração de resíduos líquidos. Assim as indústrias de laticínios recebem o título de maiores geradoras de efluentes que apresentam grandes volumes de carga orgânica e que provocam sérios problemas ambientais relacionados ao destino dos seus coprodutos obtidos, principalmente associados às atividades de pequenas e médias fábricas.

Quanto à utilização do leite para a fabricação de queijo, por exemplo, para cada quilo de queijo produzido são consumidos 10 litros de leite e gerados, em média, 9 litros de lactossoro. O soro é composto por água (93 a 94%), lactose (4,5 a 5%), sais minerais (0,6 a 1%) e entre 0,7 e 0,9% de proteínas solúveis (OLIVEIRA et al,2012; CORTEZ, 2013).

O processo de fabricação de queijos, de forma simplificada, consiste na separação das caseínas e da gordura do leite. Na coagulação da caseína há o encarceramento das gorduras e sais, sobrando o lactossoro. Na Figura 5 esquematiza o processo de produção do queijo e do lactossoro.

Figura 5: Diagrama da fabricação de queijos.



Fonte: Adaptado de Miranda (2018).

Durante as décadas de 1950 e 1960, grandes partes das empresas lançavam seus resíduos, efluentes e emissões na natureza, sem nenhum tratamento. Entretanto, a partir da década de 80, começaram a surgir discussões sobre a necessidade de proteger os recursos naturais e a importância de responsabilizar as empresas pelos resíduos gerados (SANTOS et al., 2018).

Na bibliografia encontram-se diversos trabalhos e propostas (SALVATORE, E. et. al., 2014; DÍAZ-VERGARA, L., et. al., 2017; AGÜERO, R. et. al., 2017) para o reaproveitamento do lactossoro que vão desde a alimentação humana e animal, que há milênios já era praticada e que foi intensificada após a segunda guerra mundial com a escassez de alimentos, até a geração de energia.

O potencial econômico do lactossoro estimulou seu aproveitamento, de forma que se tornou uma fonte de lucro para a indústria ao ser utilizado como matéria-prima na cadeia produtiva e em setores como o de energia, o de fármacos entre outros. Outro fator que também traz ganhos econômicos é a diminuição dos custos com tratamento de efluentes, processo custoso que exige grandes investimentos financeiros e que é muitas vezes inviável para as pequenas e médias empresas do setor.

Somente cerca da metade da produção de soro de leite produzido no Brasil é aproveitada. Metade é descartada, sendo que grande parte deste efluente é destinado às águas

receptoras e ao solo sem qualquer tratamento prévio. Algumas vezes o único tratamento que se tem é a diluição, ou ainda o armazenamento em tanques ou lagoas de estabilização, o que não atende às exigências legais (PRAZERES, 2012). Vale salientar que o soro de leite é considerado muito mais poluente que o esgoto doméstico, chegando à taxa de cem vezes mais. Devido à elevada carga orgânica deste coproduto, além de poluição, também pode ocasionar eutrofização e odores desagradáveis (OLIVEIRA, 2012; COSTA et al., 2014).

O objetivo desse trabalho é diagnosticar a gestão desse coproduto tão valioso no Norte e Noroeste Fluminense apontando as principais vias para o seu reaproveitamento nas indústrias de laticínios e propor, por meio do estudo do método do centro de gravidade, uma localização geográfica para implantação de uma indústria de beneficiamento e/ou aproveitamento do lactossoro produzido pelas indústrias participantes da pesquisa, além de possibilitar estudos e ações futuras.

2. METODOLOGIA

O método de pesquisa adotado consiste numa combinação de análise exploratória com dados qualitativos e quantitativos, envolvendo o setor de qualidade e de produção dos laticínios/queijarias situados nas regiões Norte e Noroeste fluminenses. Foram feitas buscas nos sites dos ministérios da agricultura do governo federal, estadual e das prefeituras dos municípios localizados nessas duas regiões do Estado do Rio de Janeiro a fim de fazer o levantamento das indústrias do setor de laticínio que possuem algum dos três selos do serviço de inspeção de produtos de origem animal: selo do Serviço de Inspeção Federal (SIF), do Serviço de Inspeção Estadual (SIE) e do Serviço de Inspeção Municipal (SIM).

A amostragem utilizada neste caso é não-probabilística, isto é, que é utilizada quando se quer entender de forma global uma situação usando os dados e informações disponíveis (FELICIO et al., 2016).

Para avaliação e coleta de dados foi elaborado um questionário (Apêndice 2) com perguntas sobre a produção, destinação do lactossoro, tratamentos dos efluentes líquidos, assim como interesse na venda ou compra de lactossoro de outras indústrias.

A pesquisa envolveu as seguintes etapas:

- i. Buscar nos sites dos ministérios da agricultura do Governo Federal (MAPA), Governo Estadual e das prefeituras (a maioria dos municípios não dispunham de informações referentes ao Serviço de Inspeção Municipal em seus sites, devido

- a isso foi necessário realizar contato telefônico com todas as secretárias municipais responsáveis pela inspeção);
- ii. Estabelecer contato prévio por telefone com os responsáveis técnicos dos laticínios e queijarias mapeados;
 - iii. Enviar o questionário (via Google Forms) para levantamento dos dados após a concordância das empresas em participar da pesquisa;
 - iv. Tratar os dados após o retorno dos questionários com as respostas.

Ficou acordado com os representantes das empresas que o nome não seria mencionado para garantir o anonimato e não divulgar os dados cedidos. O período de coleta de dados foi entre os meses de janeiro a outubro de 2021.

O tratamento dos dados foi realizado por meio de métodos de estatística descritiva visto que as variáveis estudadas são representadas pelas frequências dos casos apresentados, consistindo em organizar, sumarizar, caracterizar e interpretar os dados numéricos coletados. Os resultados serão apresentados por frequência absoluta e relativa ao tamanho total da amostra, não havendo necessidade de aplicação de testes estatísticos específicos, daí a escolha da apresentação dos dados como estatística descritiva por meio de gráficos e tabelas.

A partir dos dados obtidos será realizado o estudo sobre a melhor localização para implantação de uma indústria de beneficiamento e/ou reaproveitamento do lactossoro por meio do método do centro de gravidade.

O método do Centro de Gravidade, também chamado de método centroide, permite encontrar soluções para otimizar a localização de uma planta única, terminal, armazém ou mesmo prestador de serviço baseadas nas quantidades de unidades de peso (expressas em toneladas movimentadas), no custo unitário de transporte para cada ponto da rede e nas localizações geográficas. O resultado deste método são as coordenadas cartesianas x e y , minimizando o custo total de transporte. (BALLOU, 2009; SLACK, et al., 2018).

Slack, et al. (2018) explicam que esse método é baseado nos custos de transporte entre origens e destinos para determinada localização. O ponto escolhido será o que minimizará os custos e é representado pelo o centro de gravidade ponderado dos locais de origem e destino para onde os bens são transportados.

Para ajudar no tratamento dos dados coletados as informações foram organizadas e tabuladas em planilhas com o uso do *software* Microsoft Excel©. Por meio dele foram realizados os cálculos necessários para o estudo, bem como a utilização de gráficos, funções matemáticas e fórmulas.

A partir da coleta dos dados das indústrias que responderam ao questionário, as localizações foram plotadas no *Google Maps*® a fim de obter as coordenadas geográficas X_i e Y_i .

Com as coordenadas geográficas de cada indústria e com o volume de lactossoro que cada uma produz, foi possível aplicar nas Equações 1 e 2 para obter o centro de gravidade, ou seja, a melhor coordenada para instalação de uma planta de beneficiamento:

$$(1) \quad Xg = \frac{\sum X_i v_i}{\sum v_i}$$

e

$$(2) \quad Yg = \frac{\sum Y_i v_i}{\sum v_i}$$

Em que:

- X_i corresponde à coordenada x da indústria i;
- Y_i corresponde à coordenada y da indústria i;
- V_i corresponde ao volume de lactossoro produzido pela indústria i.

Aplicando os dados obtidas nas fórmulas 1 e 2, a coordenada ótima (centro de gravidade) calculada para a implantação de uma indústria de beneficiamento do lactossoro segundo o método de centro de gravidade foi 21.4969°S, 41.5955°W.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

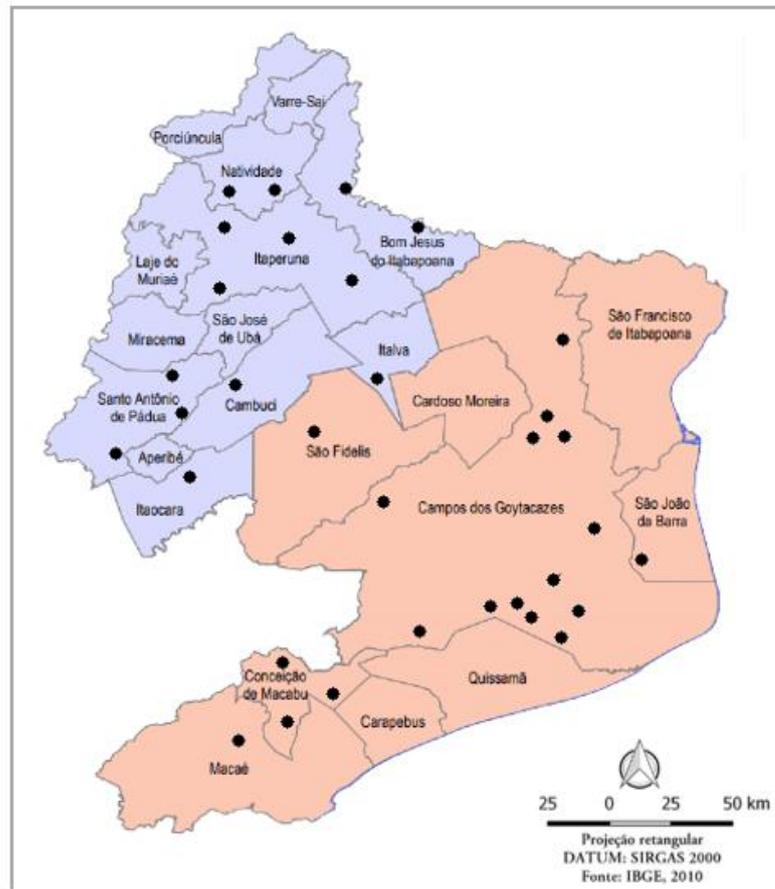
3.1 Análise da gestão do lactossoro

Dos 22 municípios sitos na região, apenas 15 secretarias responsáveis pelo serviço de inspeção municipal responderam ao contato, cujo objetivo foi delinear quais municípios já possuíam o SIM implementado e a relação de estabelecimentos cadastrados.

É importante salientar que algumas secretárias não responderam ao contato por estarem em mudança de gestores, pois a coleta de dados foi feita no período das eleições de 2020 e da pandemia do COVID-19.

Dos 15 municípios que responderam apenas 12 possuem pelo menos 1 estabelecimento com cadastro em algum dos órgãos governamentais. A Figura 6 ilustra sua distribuição no norte-noroeste fluminense.

Figura 6: Distribuição espacial dos estabelecimentos cadastrados em um dos serviços de inspeção.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Foram identificados 33 estabelecimentos (laticínios / queijarias) cadastrados nos serviços de inspeção, o Quadro 1 mostra a quantidade de estabelecimentos por serviço de inspeção.

Quadro 1: Estabelecimentos x Serviço de inspeção.

Serviço de inspeção	Quantidade de estabelecimentos
Federal	6
Estadual	16
Municipal	11

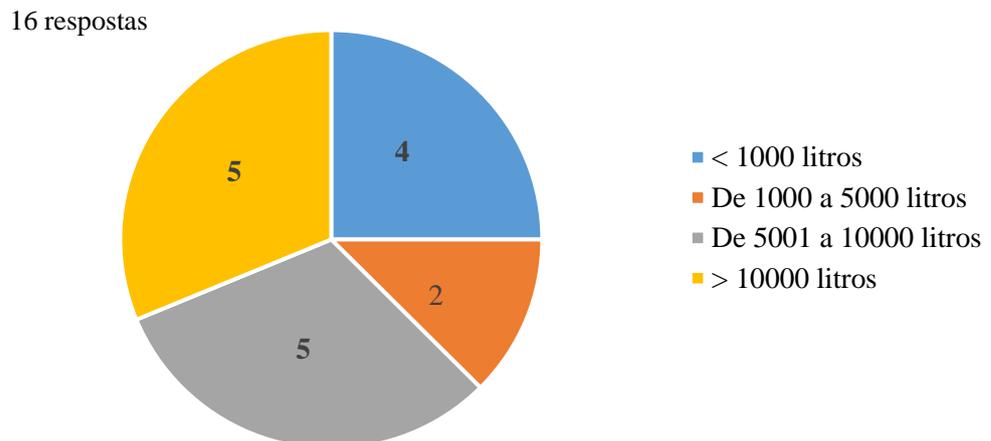
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Vale ressaltar que a diferença entre os serviços de inspeção se dá quanto à comercialização dos produtos, limitando a comercialização na esfera municipal, estadual ou federal.

Dos 33 estabelecimentos mapeados, apenas 18 aceitaram responder ao questionário e desses apenas 16 retornaram com o questionário respondido. Os demais alegaram que se tratava de informações confidenciais e que não podiam compartilhar. Dos estabelecimentos que responderam ao questionário 50% estão sob supervisão do SIF, 25% estão sob supervisão do SIM e os demais 25% possuem cadastro no SIE. A coleta e a análise dos dados se deram por meio da plataforma Google Forms.

No Gráfico 1 são apresentados os resultados obtidos na primeira questão: “Volume de leite processado (litros/mês)”. Dos 16 estabelecimentos, 4 processam até 1000 litros de leite por mês, 2 processam até 5000 litros de leite por mês, 5 processam entre 5001 e 10.000 litros de leite por mês e 5 estabelecimentos processam mais de 10.000 litros de leite por mês. Segundo alguns estabelecimentos o volume de leite processado é sazonal. Em períodos de seca, que compreende o período de abril a agosto (outono e inverno) a produção de leite tende a diminuir pelos produtores da pecuária leiteira.

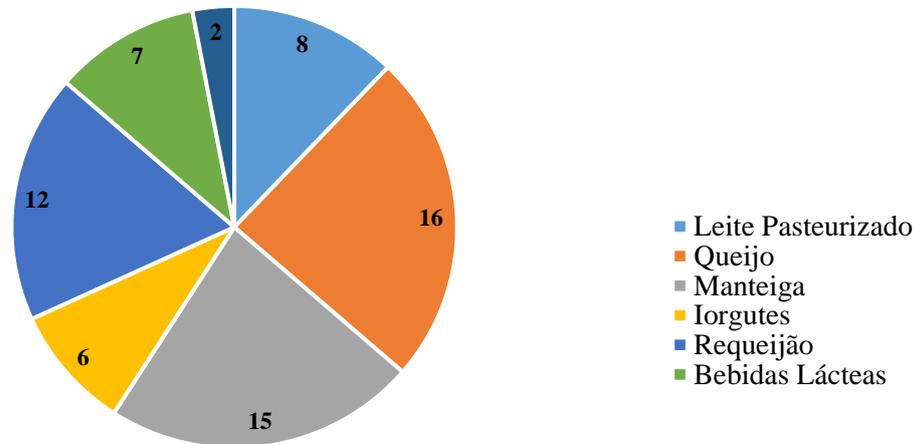
Gráfico 1: Volume de leite processado por mês (litros/mês).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Como nem todos os produtos de um laticínio geram lactossoro, a segunda pergunta focou nos principais gêneros produzidos, apresentados no Gráfico 2. Todos os entrevistados têm o queijo entre os seus principais produtos, ou mesmo o único, como é o caso de um dos estabelecimentos entrevistados. Outros produtos como leite pasteurizado, iogurtes, requeijão, doces de leite e bebidas lácteas também figuram na lista.

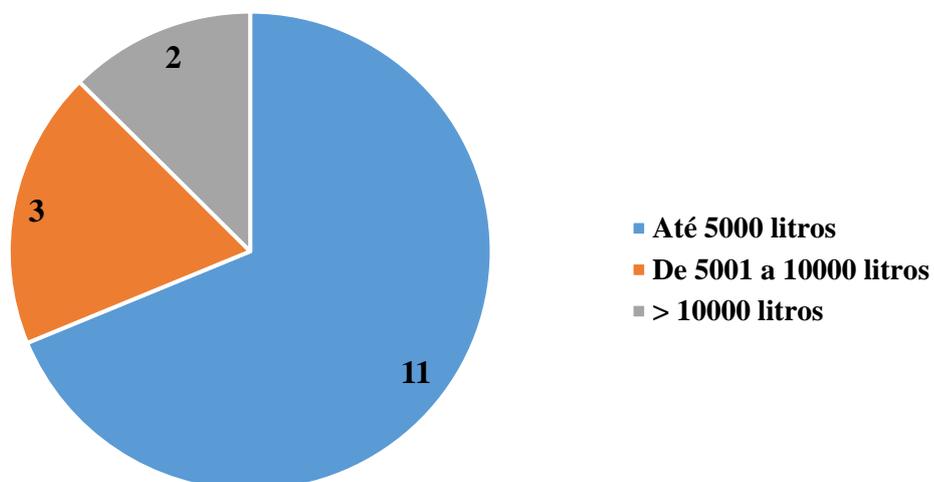
Gráfico 2: Principais laticínios produzidos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Após saber quais são os gêneros alimentícios produzidos é possível determinar se o laticínio produz lactossoro, pois este é gerado apenas na produção de queijo. A terceira pergunta do questionário buscava descobrir o quanto desse resíduo era gerado por cada indústria. Como apresentado no Gráfico 3, os resultados foram: 11 estabelecimentos produzem até 5000 litros/mês, 3 estabelecimentos produzem de 5000 a 10000 litros de lactossoro por mês e apenas 2 estabelecimentos produzem mais de 10000 litros/mês.

Gráfico 3: Volume de soro de leite produzido (litros/mês).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A quarta questão, tratava da utilização do lactossoro em algum processo produtivo posterior. De acordo com as respostas, a maioria utiliza o lactossoro para produzir outros produtos, correspondendo a 56,25% dos estabelecimentos, enquanto 43,75 % não utilizam o lactossoro na formulação de seus produtos. A quinta pergunta consistiu em saber quais os principais produtos fabricados com o lactossoro ou que possuem o lactossoro em sua composição, e dentre as respostas positivas do uso do lactossoro, temos: ricota, bebidas lácteas, composto lácteo e outros.

O destino do lactossoro produzido pelas indústrias e queijarias entrevistadas pode ser observado no Quadro 2. É importante destacar que algumas indústrias possuem mais de um destino para o lactossoro, e que o volume de lactossoro destinado para cada uma das opções varia de acordo com a demanda e produção.

Quadro 2: Destino do lactossoro produzido.

Estabelecimento	Produção de produtos	Alimentação animal	Venda à terceiros	Estação de efluentes	Descarte no ambiente	Outros
1	X			X		
2	X			X		
3	X			X		
4	X	X				
5		X		X		
6		X	X			
7		X	X			X
8	X			X		
9	X		X	X		
10		X	X			X
11	X	X	X			
12	X		X	X		
13		X		X		X
14	X	X				X
15		X				X
16		X	X			X

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Quando alguns laticínios informaram como destino do lactossoro em “outros”, foi solicitado para que descrevesse quais seriam esses destinos. Estes relataram que o lactossoro é utilizado na irrigação/adubação de pastagem e/ou lavoura de milho e outros culturas.

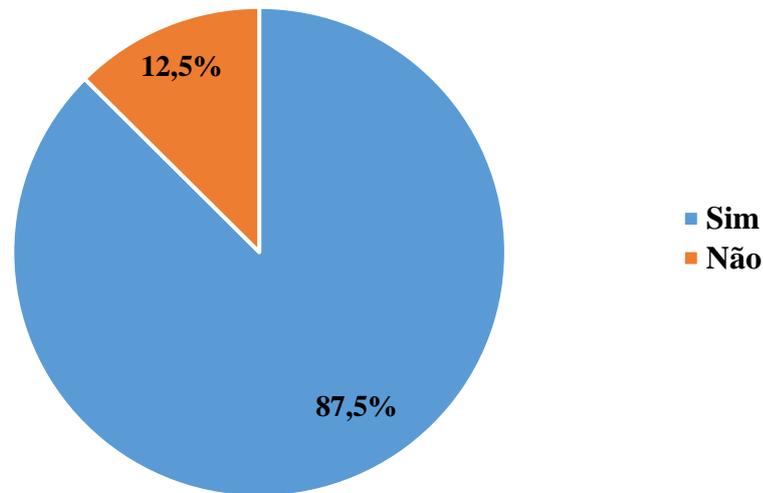
Quando questionado o estabelecimento se o mesmo possuía estação de tratamentos de efluentes, a maioria dos entrevistados (81,25%), responderam positivamente, enquanto 18,75% informaram que não possuíam estação de tratamento pois o volume de efluentes gerados é muito pequeno e todo efluente é utilizado na irrigação de pasto e alimentação animal, mas que estão em processo de implantação pois desejam ampliar a produção.

As questões 8 e 9 do questionário foram formuladas com o intuito de entender se os entrevistados conhecem o potencial poluidor do Lactossoro, assim como o seu alto valor nutricional, que possibilita o uso deste na própria indústria de lácteos, e em outros segmentos industriais como o de energia, fármacos, entre outros. 100% dos entrevistados conhecem o potencial poluidor do lactossoro e entendem que se trata de um produto que pode contaminar corpos hídricos e o solo. E 75 % dos entrevistados têm conhecimento que o lactossoro é um coproduto de alto valor nutricional e que pode ser utilizado na própria indústria ou em outras indústrias, enquanto 25% responderam não possuir esse conhecimento.

Perguntou-se aos entrevistados se eles venderiam o lactossoro produzido para outra indústria ou se comprariam o lactossoro produzido por outra indústria ou queijaria. Dos entrevistados, 62,5 % responderam que venderiam seu lactossoro para outra indústria, e 37,5 % responderam que no momento não venderiam, pois todo o lactossoro produzido já é utilizado ou na própria indústria ou em outros empreendimentos dos gestores. 100 % dos entrevistados responderam que não comprariam o lactossoro de outros laticínios ou queijarias.

Por fim, como os laticínios/queijarias entrevistadas possuem cadastro em algum tipo de serviço de inspeção, foi questionado se conhecem as legislações vigentes e se cumprem essas legislações. Todos os entrevistados responderam e 87,5% confirmaram conhecer e cumprir com as legislações enquanto 12,5% dizem conhecer as legislações, no entanto não estão totalmente em conformidade com elas, mas em processo de adequação, como representado no Gráfico 4.

Gráfico 4: O estabelecimento conhece e cumpre com as legislações vigentes?



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

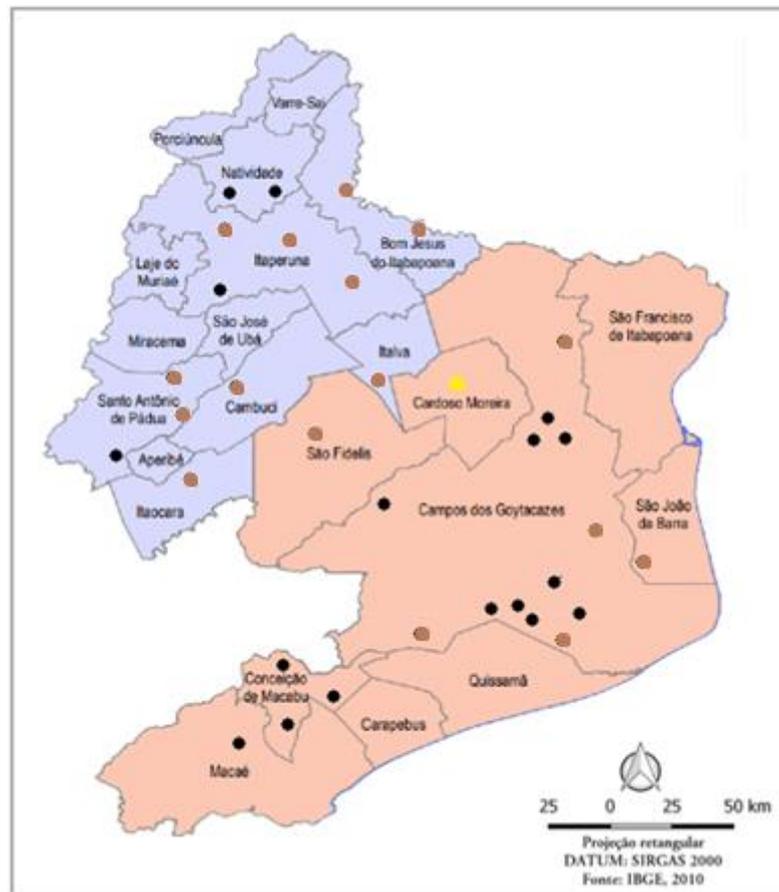
Das indústrias que responderam ao questionário, nenhuma está interessada em comprar o lactossoro produzido por outra indústria. Nesse sentido, é justificável o estudo para implantação de uma indústria de beneficiamento do lactossoro. Para esse trabalho foi realizado o método do centro de gravidade, privilegiando a proximidade da indústria próxima da matéria prima pelas características da matéria prima: perecibilidade e baixo valor agregada por volume.

3.2 Aplicação do Método do Centro de Gravidade

Para esse estudo foi considerado apenas as empresas que responderam positivamente para a pergunta 10: “*O estabelecimento venderia o lactossoro produzido para outra indústria?*”. Em que apenas 62,5 % têm interesse em vender o lactossoro, ou seja, 10 dos 16 estabelecimentos que responderam ao questionário.

A coordenada obtida a partir do método de gravidade corresponde ao município de Cardoso Moreira, que fica a margem da BR-356 que liga dois municípios importantes para a economia das regiões estudadas, assim como para a produção leiteira. Pois como representada na Figura 7, esses dois municípios possuem a maior parte das indústrias que responderam à pesquisa. Os pontos em vermelho correspondem as indústrias que responderam ao questionário e apontaram o desejo de vender o lactossoro produzido e os pontos em preto são as indústrias que possuem algum selo de inspeção. E o ponto amarelo, corresponde a coordenada resultante do método do centro de gravidade.

Figura 7: Distribuição espacial dos estabelecimentos e da coordenada ótima do centro de gravidade.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O estudo realizado não leva em consideração o valor do frete para transporte do lactossoro, nem a fatores econômicos como: custos fixos e variados, apenas o volume de lactossoro produzido por cada indústria e a distância das indústrias.

Como as indústrias estão localizadas em regiões que há produção agropecuária, fica viável a disponibilização do lactossoro produzido para os produtores locais e para as famílias que moram nas áreas rurais que possuem pequenas criações de suínos e ovinos, e utilizam o lactossoro na alimentação de seus animais. Assim, o custo com tratamento é reduzido, e as indústrias podem concentrar investimento na elaboração de novos produtos e na melhoria da fábrica.

Um ponto importante é sobre a compra do lactossoro produzido por outro laticínio, os gestores justificaram que a compra do lactossoro envolve despesas principalmente como transporte e processamento, pois por se tratar de um produto perecível de tempo de vida curto,

o transporte deve ser feito em veículos especiais, refrigerados e dedicados. E por não haver consumo elevado de lactossoro na própria indústria tornaria inviável financeiramente.

Erman et al (2011) escreve que o uso do lactossoro para a irrigação do solo é uma prática comum pela capacidade de estimular o crescimento das plantas e a fixação de nitrogênio e melhoria da estrutura do solo aumentando a eficiência na retenção de água.

Em seu estudo, Wang e Serventi (2019), apontam que a destinação do lactossoro para outros fins que não seja a produção de laticínios ou produtos manufaturados, evidencia os obstáculos do setor quanto à adoção de processos tecnológicos adequados para o seu reaproveitamento.

Comparando com a pesquisa de Trindade (2018) em que 60% dos laticínios brasileiros avaliados em sua pesquisa tinham total aproveitamento do lactossoro produzido, enquanto 27% ainda realizavam o descarte em sistemas de tratamento de efluentes ou a doação deste para fins de alimentação animal, pode-se dizer que as indústrias analisadas neste trabalho fazem parte do percentual das indústrias que ainda não reaproveitam totalmente o lactossoro produzido.

Nem sempre a destinação dada para o soro de leite é a ideal. Ainda assim é uma boa notícia constatarmos que os produtores estão empenhados em dar uma destinação adequada e aumentar os seus ganhos com o lactossoro. Esta é uma notícia que gera expectativa de melhora nas questões ambientais.

4. CONCLUSÃO

Muito se avançou no que diz respeito à utilização do lactossoro, que antes era descartado no ambiente ou servia exclusivamente para alimentação animal. Como observado, este coproduto já vem sendo utilizado na produção de novos derivados dentro da própria indústria de laticínios, mas ainda são necessários avanços nos estudos e divulgação do conhecimento principalmente para os pequenos e médios produtores.

Foi possível avaliar com a pesquisa que o aproveitamento do lactossoro já faz parte da cultura da maioria dos laticínios entrevistados e o reconhecem como ingrediente importante para agregar valor a novos produtos, sua utilização reduz custos com tratamentos de efluentes líquidos e proporciona benefícios com relação à preservação do meio ambiente.

Entende-se que os motivos para o não aproveitamento integral do lactossoro, são principalmente: a falta de conhecimento das aplicabilidades e a dispersão territorial das indústrias de laticínios nas regiões. Muitos laticínios são de pequenos portes, e estes geralmente estão localizados na mesma região e não há nenhuma unidade de processamento de lactossoro

próxima ou que possua localização estratégica. Assim, com o estudo do método de centro de gravidade, pôde-se determinar uma localização geográfica para instalação de uma unidade fabril.

Deve-se ressaltar, também, que o processamento do lactossoro poderá minimizar significativamente o problema ambiental causado pelo descarte incorreto, diminuir ou encerrar os custos para o tratamento de descarte por parte das indústrias de laticínios e torná-las mais competitivas. Além disso, a produção de lactossoro pode criar fluxos de produtos entre as agroindústrias do setor ao fazer a conversão de um resíduo em insumo, eliminar resíduos, levar à geração de empregos criando fonte de renda para eles da cadeia produtiva e consequente redução de custos.

5. REFERÊNCIAS

AGÜERO, R.; et al. **Membrane Processes for Whey Proteins Separation and Purification.** A Review Current Organic Chemistry, v. 21, p. 1740-1752, 2017.

AMARAL, L. P. **Balança comercial de lácteos: importações subiram 50,4% em 2015.** Postado em 15 jan. 2016. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/artigos-especiais/balanca.aspx>>. Acesso em 11 set. 2020.

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

APIL RS, Soro, a riqueza desperdiçada: de descarte na fabricação de queijos à produto de alto valor industrial. **Revista Leite & Queijos**, Porto Alegre, v. 6, n. 33, p.8-12, abr. 2017

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 16 maio. 2011.

BRASIL. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Decreto nº 9.013, 29 de março de 2017. Disponível em: <http://www3.servicos.ms.gov.br/iagro_ged/pdf/2511_GED.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2021.

CASTRO, Vanessa Cristina de. Diagnóstico de consumo de água, da geração de efluentes e de resíduos sólidos em um laticínio de pequeno porte. 2007. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

CORTEZ, N. M. S. **Diagnostico da produção do soro de queijo no estado do Rio de Janeiro**. 2013. 96 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ. 2013.

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**. In: X Encontro Brasileiro sobre Adsorção. Guarujá: SP, 2014. Disponível em http://hsp.epm.br/home_diadema/aba2014/br/resumos/R0038-1.pdf.

DÍAZ-VERGARA, L; Encapsulated whey–native yeast *Kluyveromyces marxianus* as a feed additive for animal production, *Food Additives & Contaminants: Part A* 34 (5) (2017) 750-759.

EMBRAPA. Anuário Leite 2019. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/198698/1/Anuario-LEITE-2019.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

EMATER RIO. **Bovinocultura: Pecuária de Leite/Corte (Bovi2019)**. Secretária de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento do Rio de Janeiro, 2019.

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

FELICIO, T.L. et al. **Physico-chemical changes during storage and sensory acceptance of low sodium probiotic Minas cheese added with arginine**. *Food Chemistry*, Elsevier, v. 196, p. 628-637, 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE** – Estatística da Produção Pecuária. Rio de Janeiro: IBGE, mar. 2019a.

_____. Produção da Pecuária 2019. Rio de Janeiro: IBGE, v. 42, p. 1-39, 2019.

_____. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Pesquisa Pecuária Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/>>. Acesso em: 02 out. 2020.

MARTINS, P.; CARNEIRO, A.; LANA, M. Leite: custos, margens e preços nos últimos meses. ANUÁRIO leite 2018: Indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro. Embrapa, p. 10-12, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-e-publicacoes/-/publicacao/1094149/anuario-leite-2018-indicadores-tendencias-e-oportunidades-para-quem-vive-no-setor-leiteiro>. Acesso em 04 mar de 2021.

Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Relatórios de produtos por UF. Brasília: MAPA, 2019.

NUNES, L. A. et al. **Saúde e segurança do trabalho no planejamento da cadeia produtiva do soro do leite: uma proposta de integração**. Congresso nacional de excelência e, gestão, 11, 2015, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, 2015. p. 01-17.

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 385, p. 64-71, 2012.

PRAZERES, A. R.; CARVALHO, F.; RIVAS, J. Cheese whey management: A review. *Journal of Environmental Management*, Elsevier, v. 110, p. 48–68, 2012.

SALVATORE, E. et. al. Effect of whey concentration on protein recovery in fresh ovine ricotta cheese. *J. Dairy Sci.* v.97, p.4686–4694, 2014. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7762>

SLACK, N., BRANDON-JONES, A., & JOHNSTON, R. (2018). *Administração da Produção*. (8a. Ed.). Atlas: São Paulo.

SILVA, R. DE O. P.; BUENO, R. F. B.; SÁ, P. B. Z. Aspectos relativos à produção de soro de leite no Brasil, 2007-2016. *Revista Informações Econômicas*. São Paulo, v. 47, n. 2, 2017.

SILVA, A. A. et al. **Sustentabilidade no ciclo de vida da produção de queijo minas frescal e queijo minas curado 3 conresol**. Congresso sul-americano de resíduos sólidos e sustentabilidade. Instituto Federal de Educação Ciência Tecnologia do Rio de Janeiro. Gramado/RS 11/09/2020

TRINDADE, M.B. **Aproveitamento do Soro de Leite: Diagnóstico em laticínios do Brasil**. 2018. 52 f. Dissertação- Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos- Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

TRINDADE, M. Et al. **Cheese whey exploitation in Brazil: a questionnaire survey**. *Food Science and Technology*. V. 39, n.3, p.788-791, 2019.

WANG, Y; SERVENTI, L. Sustainability of dairy and soy processing: A review on wastewater recycling. *Journal Of Cleaner Production*, 237: 1-8. 2019.

APÊNDICE 1

<u>Questionário</u>	
1. <u>Dados da Empresa:</u>	
Razão Social	
Município	
Endereço	
Nome do Entrevistado	
Cargo na Empresa	
Tipo de Inspeção	<input type="checkbox"/> Federal <input type="checkbox"/> Estadual <input type="checkbox"/> Municipal <input type="checkbox"/> Não tem
Número de Funcionários	
2. <u>Dados da Produção</u>	
Volume de Leite Recebido (litros/mês)	
Volume de Soro produzido (litros/mês)	
Produtos Produzidos	
Frequência de Recebimento de Leite	
3. <u>Lactossoro:</u>	
Realiza armazenamento?	
Como é armazenado?	
Capacidade de armazenamento	
Tempo de armazenamento	
Temperatura de armazenamento	
Qual o destino dado ao lactossoro gerado?	<input type="checkbox"/> Alimentação Animal <input type="checkbox"/> Venda para terceiros? <input type="checkbox"/> Tratamento de Efluentes <input type="checkbox"/> Destinação a aterros <input type="checkbox"/> Descarte ao meio ambiente <input type="checkbox"/> Produção de outros produtos? Quais?
A empresa venderia o soro produzido para uma empresa de processamento?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

A empresa se associaria a outras empresas para formar um centro de coleta de soro?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
A empresa cumpre as legislações vigentes?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
4. <u>Informações Complementares</u>	
Aspecto Geral da Fábrica (conservação)	<input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Péssimo
Há controle de Pragas?	
Faz uso de algum programa ambiental?	
Há controle de consumo de água?	
Tem programa de coleta seletiva?	
Principal meio de geração de vapor?	

APÊNDICE 2

Pesquisa - Laticínios/Queijarias no Norte e Noroeste Fluminense.

...

1. Volume de Leite Processado (Litros/mês)?

- < 1000 litros
- De 1000 a 5000 litros
- De 5001 a 10000 litros
- > 10000 litros

2. Principais Produtos produzidos?

- Leite Pasteurizado
- Leite Tetrapak
- Queijos
- Manteiga
- Yogurtes
- Requeijão
- Bebidas Lácteas
- Outros

3. Volume de Soro de Leite Produzido (Litros/mês)?

- Até 5000 litros
- De 5001 a 10000 litros
- > 10000 litros

4. Utiliza o Lactossoro na produção de algum produto?

- Sim
- Não

5. Se utiliza o Lactossoro na produção de outro produto, quais são?

- Ricota
- Composto Lácteo
- Bebidas Lácteas
- outros

6. Qual o destino do Lactossoro produzido?

- Produção de outros produtos
- Alimentação Animal
- Venda para terceiros
- Tratamento de Efluentes
- Descarte no meio ambiente
- Outros

7. O estabelecimento possui estação de tratamento de efluentes:

- Sim
- Não

8. O estabelecimento conhece o potencial poluidor do lactossoro?

- Sim
- Não

9. O estabelecimento tem conhecimento que o lactossoro é um coproduto de alto valor nutricional e que pode ser utilizado por outras indústrias e até mesmo nas indústrias de laticínios na produção de outros produtos?

- Sim
- Não

10. O estabelecimento venderia o lactossoro produzido para outra indústria?

- Sim
- Não

11. O estabelecimento compraria o lactossoro de outros laticínios ou queijarias?

- Sim
- Não

12. O estabelecimento conhece e cumpre as legislações vigentes?

- Sim
- Não
- Em processo de adequação

13. O estabelecimento possui cadastro em qual Serviço de Inspeção

- SIF - Federal
- SIE - Estadual
- SIM - Municipal

Fonte: Os Autores (2021).

<https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=DQSIkWdsW0yxEjajBLZtrQAAAAAAAAAAAAAZAAKVcIEVUNik0NU00MDgxRIBEQVZUS0ZERFVKSEkzRi4u>