

*Campus* Rio de Janeiro

Mestrado Profissional em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos

Christina Maria Costa Fagundes

PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA  
INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS: BOAS  
PRÁTICAS NO PROCESSO DE  
PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA NO  
MUNICÍPIO DE VALENÇA – RJ.

**Christina Maria Costa Fagundes**

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS: BOAS PRÁTICAS NO  
PROCESSO DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA NO MUNICÍPIO DE  
VALENÇA–RJ**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – *Campus* Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simone Lorena Quitério de Souza  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lilian Bechara Elabras Veiga

Rio de Janeiro  
2022

F156p Fagundes, Christina Maria Costa.  
Produção mais limpa na indústria de laticínios: boas práticas no  
processo de produção em uma indústria no município de Valença -  
RJ / Christina Maria Costa Fagundes. – Rio de Janeiro, 2022.  
43 f. : il. color. ; 21 cm.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
do Rio de Janeiro, 2022.

Orientadoras: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simone Lorena Quitério de Souza,  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lilian Bechara Elabras Veiga.

1. Laticínios – Indústria. 2. Boas práticas de fabricação. 3.  
Sustentabilidade. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Rio de Janeiro. Campus Rio de Janeiro. II. Souza,  
Simone Lorena Quitério de. III. Veiga, Lilian Bechara Elabras. IV.  
Título.

IFRJ/CMAR/CoBib

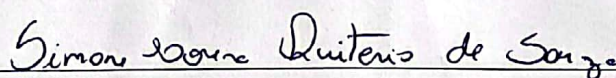
CDU 637.11

Christina Maria Costa Fagundes

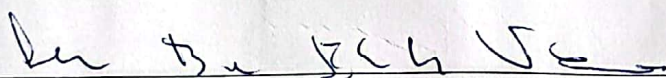
**PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS: BOAS PRÁTICAS NO  
PROCESSO DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA NO MUNICÍPIO DE  
VALENÇA-RJ**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – *Campus* Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

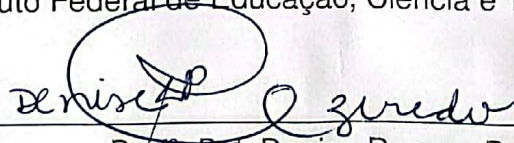
Data da aprovação: 20 de outubro de 2022.



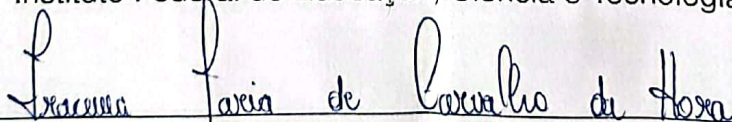
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simone Lorena Quitério de Souza (Orientadora)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lilian Bechara Elabras Veiga (Orientadora)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Denise Rosane Perdomo Azeredo  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro



Prof<sup>a</sup>. MSc. Iracema Maria de Carvalho da Hora  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro  
2022

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela minha saúde e pela oportunidade de estar presente aqui e por toda proteção nos dias mais difíceis.

Agradeço também a meus pais: Arlete e Helio, minha filha Valentina, minha irmã Tatiana e meu namorado Alexandre por toda paciência e apoio na minha vida.

Agradecimento especial para minhas orientadoras: professora Lilian Bechara e Simone Lorena, pela orientação, apoio, confiança, compreensão de cada etapa da minha vida, suporte e paciência no trabalho de revisão, pelas suas correções e incentivos.

Ao professor e coordenador de curso Adriano Cruz pela oportunidade e apoio na elaboração deste trabalho.

Muito obrigada a todos!

FAGUNDES, C. M. C. *PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS: BOAS PRÁTICAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA NO MUNICÍPIO DE VALENÇA–RJ*. 43 f. Dissertação. Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *Campus* Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2022.

## RESUMO

Ao longo dos anos a sociedade passa por mudanças econômicas, sociais e culturais. Com o aumento da população, ocorre o aumento na demanda de produtos, gerando em um crescimento ao nível industrial. A revolução industrial foi um marco na história contemporânea, pela exacerbação dos problemas ambientais, deterioração do meio ambiente e aumento no uso de recursos naturais. A partir da década de 70, por imposição legal, foram criados limites para controle da poluição nos processos produtivos. A partir da década de 80, as empresas começam a visualizar vantagens econômicas para prevenir a poluição gerada no processo. A globalização contribui para que as empresas busquem a competitividade no mercado, com a oferta de produtos de qualidade produzidos de forma sustentável. Neste contexto, a gestão ambiental busca reduzir o uso de recursos naturais e diminuir a geração de poluentes. Visando conciliar desenvolvimento com a preservação do meio ambiente, otimizando o uso de recursos naturais e a redução dos danos causados pelas ações antrópicas, a Gestão Ambiental, suas práticas, instrumentos e ferramentas surgem como uma tendência mundial. A adesão a boas práticas de Produção mais Limpa (P+L) na indústria de laticínios tem como objetivo buscar processos produtivos e produtos com menor uso de recursos naturais e menor impacto ambiental. As melhorias resultantes na implementação dessas boas práticas e de oportunidades de P+L podem resultar em ganhos para a indústria, tais como, o aumento nos lucros, vantagem competitiva, acesso a novos mercados e marketing ambiental e social positivo. Assim, este trabalho apresenta as diretrizes e a metodologia necessária à implementação da P+L em uma indústria de laticínios, localizada no município de Valença, na região Sul Fluminense do Estado do Rio de Janeiro. Boas práticas e oportunidades de P+L adotadas foram identificadas e analisadas, a partir das quais foram propostas novas práticas e ações que resultaram em melhorias para o processo, visando minimizar o consumo de recursos e os impactos ambientais gerados no processo produtivo. A indústria de laticínios ganha vantagens econômicas, menor custo de produção, geram menos resíduos e reduzem gastos com matéria-prima. As indústrias de laticínios com práticas mais sustentáveis se destacam dos seus concorrentes e criam um diferencial de mercado e assim atraindo investidores.

**Palavras-chave:** Indústria de laticínios; Produção mais Limpa; Sustentabilidade; Produtos lácteos; Queijo.

FAGUNDES, C. M. C. *CLEANER PRODUCTION IN THE DAIRY INDUSTRY: BEST PRACTICES IN THE PRODUCTION PROCESS IN AN INDUSTRY IN VALENÇA–RJ*. 43 f. *Stricto-sensu* research project. Master's Program in Food Science and Technology, Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio de Janeiro (IFRJ), Rio de Janeiro *Campus*, Rio de Janeiro, RJ, 2022.

## ABSTRACT

Over the years, society undergoes economic, social and cultural changes. With the increase in population, there is an increase in the demand for products, generating a growth at the industrial level. The industrial revolution was a milestone in contemporary history, due to the exacerbation of environmental problems, deterioration of the environment and an increase in the use of natural resources. From the 70's onwards, by legal imposition, limits were created to control pollution in production processes. From the 80's onwards, companies began to see economic advantages to prevent the pollution generated in the process. Globalization contributes to companies seeking competitiveness in the market, offering quality products produced in a sustainable way. In this context, environmental management seeks to reduce the use of natural resources and reduce the generation of pollutants. Aiming to reconcile development with the preservation of the environment, optimizing the use of natural resources and reducing the damage caused by human actions, Environmental Management, its practices, instruments and tools emerge as a worldwide trend. Adherence to good Cleaner Production (P+L) practices in the dairy industry aims at production processes and products with less use of natural resources and less environmental impact. The resulting improvements in the implementation of these good practices and P+L opportunities can result in gains for the industry, such as increased profits, competitive advantage, access to new markets and positive environmental and social marketing. Thus, this work presents the guidelines and methodology necessary for the implementation of P+L in a dairy industry, located in the municipality of Valença, in the South Fluminense region of the State of Rio de Janeiro. Good practices and P+L opportunities adopted were identified and analyzed, from which new practices and actions were proposed that resulted in improvements to the process, aiming to minimize the consumption of resources and the environmental impacts generated in the production process. dairy products gain economic advantages, lower production costs, generate less waste and reduce raw material costs. Dairy industries with more sustainable practices stand out from their competitors and create a market differential and thus attract investors.

**Keywords:** Dairy Industry; Cleaner Production; Sustainability; Dairy Products; Cheese.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Etapas do processo de produção de queijo minas frescal. . . . .                                                                   | 18 |
| Figura 2 – Fluxograma de opções P+L. . . . .                                                                                                 | 21 |
| Figura 3 – Mapa da localização no bairro de Varginha – município de Valença – indústria no Estado do Rio de Janeiro. . . . .                 | 25 |
| Figura 4 – Cobertura vegetal e uso da terra no município de Valença – indústria no Estado do Rio de Janeiro. . . . .                         | 26 |
| Figura 5 – Planta baixa da indústria. . . . .                                                                                                | 27 |
| Figura 6 – Etapa de pasteurização do leite cru. . . . .                                                                                      | 28 |
| Figura 7 – Etapa de processamento do queijo minas. . . . .                                                                                   | 29 |
| Figura 8 – O processo produtivo. . . . .                                                                                                     | 30 |
| Figura 9 – Indicadores positivos no processo produtivo. . . . .                                                                              | 30 |
| Figura 10 – Foto dos tanques contendo soro de leite. . . . .                                                                                 | 31 |
| Figura 11 – Sala de manipulação após procedimentos de higienização (a) e canalização da água residual do processo de higienização (b). . . . | 32 |
| Figura 12 – Equipamento filatrice. . . . .                                                                                                   | 32 |
| Figura 13 – Equipamento de corte para queijo. . . . .                                                                                        | 33 |
| Figura 14 – Caldeira. . . . .                                                                                                                | 34 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Suprimento interno de leite e derivados (bilhões litros). . . . .              | 15 |
| Tabela 2 – Produção brasileira de leite sob inspeção (bilhões litros). . . . .            | 15 |
| Tabela 3 – Produção mundial de leite entre 2018 a julho 2020 (milhões toneladas). . . . . | 16 |
| Tabela 4 – Fim-de-tubo X Produção mais limpa. . . . .                                     | 22 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|         |                                                                             |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------|
| CEBDS   | Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável          |
| CNTL    | Centro Nacional de Tecnologias Limpas                                       |
| GA      | Gestão Ambiental                                                            |
| IN      | Instruções Normativas                                                       |
| LAS     | Licença Ambiental Simplificada                                              |
| OP      | Oportunidades de P + L                                                      |
| P+L     | Produção Mais Limpa                                                         |
| PIB     | Produto Interno Bruto                                                       |
| POP     | Procedimentos Operacionais Padrão                                           |
| RIISPOA | Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal |
| SGA     | Sistema de Gestão Ambiental                                                 |
| UNEP    | <i>United Nations Environment Programme</i>                                 |

## SUMÁRIO

|              |                                                                                                                         |           |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                                                                                  | <b>10</b> |
| <b>2</b>     | <b>OBJETIVOS.....</b>                                                                                                   | <b>14</b> |
| <b>2.1</b>   | <b>OBJETIVO GERAL.....</b>                                                                                              | <b>14</b> |
| <b>2.2</b>   | <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>                                                                                       | <b>14</b> |
| <b>3</b>     | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                                                                                       | <b>15</b> |
| <b>3.1</b>   | <b>O BRASIL NO CENÁRIO MUNDIAL DE LÁCTEOS.....</b>                                                                      | <b>15</b> |
| <b>3.2</b>   | <b>A INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS.....</b>                                                                                   | <b>16</b> |
| <b>3.2.1</b> | <b>Etapas do processo produtivo e os principais impactos associados à produção na indústria de laticínios.....</b>      | <b>17</b> |
| <b>3.3</b>   | <b>PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....</b>                                                                                         | <b>19</b> |
| <b>3.3.1</b> | <b>Fim de tubo X Produção mais limpa.....</b>                                                                           | <b>22</b> |
| <b>3.3.2</b> | <b>Implementação e benefícios de P + L.....</b>                                                                         | <b>23</b> |
| <b>3.3.3</b> | <b>Principais dificuldades para implementação e benefícios de P + L ...</b>                                             | <b>24</b> |
| <b>4</b>     | <b>METODOLOGIA.....</b>                                                                                                 | <b>25</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>OBJETO DE ESTUDO – ESTRUTURA DA EMPRESA, PRODUTOS E PROCESSOS, VOLUME DE PRODUÇÃO E NÚMERO DE COLABORADORES.....</b> | <b>25</b> |
| <b>4.2</b>   | <b>DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO.....</b>                                                                                   | <b>26</b> |
| <b>5</b>     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>                                                                                     | <b>30</b> |
| <b>6</b>     | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                                        | <b>36</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                                 | <b>37</b> |
|              | <b>Apêndices.....</b>                                                                                                   | <b>42</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a sociedade passa por mudanças econômicas, sociais e culturais. Com o aumento da população, ocorre o aumento na demanda de produtos, gerando em um crescimento ao nível industrial. A Revolução Industrial pode ser considerada um marco da história contemporânea e também da exacerbação dos problemas ambientais, seja pela deterioração do meio ambiente, seja pela redução da disponibilidade dos recursos naturais. O período se caracterizou pela mudança de uma sociedade baseada em uma economia rural para uma sociedade de economia industrial (NETO; CAMPOS; SHIGUNOV, 2009). No Brasil, o avanço industrial sucedeu-se ao crescimento dos centros urbanos o que ocasionou consequências ambientais consideráveis (NETO; TEIXEIRA; CAMPOS, 2005).

A partir da década de 70, são sancionadas legislações com foco no meio ambiente, com objetivo de criar limites para controlar a poluição ocasionada pela atividade industrial. A partir dessas legislações, buscando atender aos padrões de qualidade ambiental estabelecidos, as indústrias de forma reativa passam a tratar a poluição gerada ao final do processo produtivo. Dentre estas primeiras legislações, cabe destacar, o Decreto-Lei nº 1.413 de 31 de julho de 1975 que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais (BRASIL, 1975a). Ainda em 1975, o Decreto nº 76.389 de 03 de outubro apresentou medidas de prevenção e controle da poluição industrial (BRASIL, 1975b). Seis anos depois, a Lei nº 6.938 sancionada em 31 de agosto de 1981 instituiu, ao nível federal, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e criou o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA).

A partir da década de 90, as empresas começam, gradualmente, a vislumbrar vantagens econômicas em prevenir a poluição gerada no processo produtivo. Datam dessa década os primeiros instrumentos de gestão ambiental com ênfase na prevenção da poluição associada ao processo produtivo: Prevenção da Poluição (P2, criado pela agência de proteção ambiental dos Estados Unidos da América), Ecoeficiência (criado pelo *World Business Council of Sustainable Development*) e a Produção mais Limpa (P+L, criado pela *United Nations UN Environment Programme*). Destacam-se também as normas da série ISO (*International Standard Organization*) 14000, as diretrizes *Global Reporting Initiative* (GRI), o *Dow Jones Sustainability Index* e mais recentemente os indicadores ESG (*environmental, social and governance*). Algumas empresas de fato mudaram os paradigmas na relação dos negócios com o meio ambiente, a sociedade e seus *stakeholders* (BELINKY, 2016).

Na década seguinte, com o avanço desse processo de transição, as empresas tem se reinventado e inovado com ações voltadas para sustentabilidade, com objetivo

de alcançar resultados com menor custo de produção, menor gasto com matéria-prima e menor descarte de resíduos, isto é, pioneiras em práticas voltadas à sustentabilidade, ao considerar o impacto ambiental e social de suas operações se destacam dos concorrentes, criando um diferencial no mercado e conquistam vantagens competitivas, atraindo investidores (BELINKY, 2016).

Essa evolução e a preocupação com o meio ambiente se tornou parte da estratégia de negócios de muitas empresas. A busca é o desenvolvimento econômico de forma sustentável. Tudo em razão da crescente conscientização sobre a questão ambiental (BARBIERI, 2016; VILELA JÚNIOR; DEMAJOROVIC, 2013). Barbieri (2016) destaca três forças que contribuíram para a mudança de postura das empresas: o governo, o mercado e a sociedade. Esta última, cada vez mais tem exigido, um posicionamento mais adequado e responsável das empresas para superar suas expectativas e se desta forma se destacar dos concorrentes, no sentido de minimizar os impactos adversos de suas atividades (BELINKY, 2016).

A preocupação com o meio ambiente e o aumento da produtividade gerou a busca por novos insumos e novas tecnologias capazes de aperfeiçoar o processo, nesse contexto, as indústrias de laticínios tem se empenhado em buscar processos e produtos que minimizem os impactos ambientais e sociais de suas atividades (MORO; WEISE, 2015). Com o objetivo de reduzir o uso dos recursos naturais (matéria-prima, água, energia) e diminuir a geração de poluentes (emissões atmosféricas, resíduos sólidos e efluentes líquidos), as indústrias passam a implementar práticas, instrumentos e ferramentas de gestão ambiental associados aos processos produtivos, produtos e serviços (BARBIERI, 2016).

A nível global, as empresas têm buscado alternativas para evitar danos ambientais, pois as mesmas estão sendo avaliadas não somente pelo desenvolvimento econômico, sua rentabilidade e segurança no mercado, elas têm sido avaliadas por terem práticas ambientais, sociais e de governança corporativa. Para Belinky (2021), empresas com propostas sustentáveis superficiais estão perdendo mercado e estão menos valorizadas.

A Gestão Ambiental Empresarial (GAE) é uma tendência mundial, uma estratégia para o desenvolvimento sustentável e atendimento à legislação ambiental. Dentre estes instrumentos de GAE, a Produção mais Limpa (P+L), vem sendo adotada por diversos países, inclusive no Brasil, como uma alternativa estratégica para as indústrias de laticínios na busca pela sustentabilidade. A P+L tem por premissa reduzir o uso de recursos naturais e reduzir ou eliminar a poluição durante processo produtivo, indo ao encontro das premissas de Produção e Consumo Responsáveis, definidas no âmbito do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 12<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma agenda global para promover um futuro econômico, social e ambientalmente sustentável, composta por um conjunto de 17 Objetivos.

A implementação de um programa de Produção mais limpa (P+L) em uma indústria de laticínios, contribui para a manufatura de produtos de forma sustentável através da adoção de boas práticas de gestão ambiental, tais como: uso consciente de matéria-prima, redução dos custos associados à produção, a partir da redução do uso de água e energia, redução dos custos associados à diminuição de poluentes. A adoção da P+L resulta em benefícios para indústria e meio ambiente, como: maior competitividade, melhoria na imagem, acesso a novos mercados e melhor desempenho ambiental (BICALHO; SANTOS, 2013).

Segundo descrito no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (RIISPOA), queijo é o produto lácteo fresco ou maturado que se obtém por meio da separação parcial do soro em relação ao leite ou ao leite reconstituído - integral, parcial ou totalmente desnatado - ou de soros lácteos, coagulados pela ação do coalho, de enzimas específicas, produzidas por microrganismos específicos, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem adição de substâncias alimentícias, de especiarias, de condimentos ou de aditivos. Nos queijos produzidos a partir de leite ou de leite reconstituído, a relação proteínas do soro/caseína não deve exceder a do leite. O soro de leite é o produto lácteo líquido extraído da coagulação do leite utilizado no processo de fabricação de queijos, de caseína e de produtos similares (MAPA, 2020).

A principal matéria-prima utilizada na indústria de laticínios é o leite, que após seu processo tecnológico, produz vários derivados, tais como: leite pasteurizado, creme de leite, leite condensado, leite em pó, diversos tipos de queijos, manteiga, margarina, coalhada, iogurte, bebidas lácteas, sorvete, requeijão, doce de leite, dentre outros (CRUZ *et al.*, 2017).

No Brasil, as indústrias de laticínios têm uma importância muito grande, tanto econômica, quanto social, bem como no mercado financeiro, pois está entre as mais importantes no ramo alimentício. A situação de pandemia COVID-19, gerou uma maior preocupação dos consumidores com a busca de hábitos alimentares mais saudáveis e ingredientes mais naturais e com a garantia de qualidade. As indústrias de laticínios precisaram se adequar a nova realidade mundial. Outra tendência mundial é que os consumidores tem procurado adquirir produtos lácteos de empresas comprometidas com a sustentabilidade, a informação de procedência dos ingredientes, o processo de fabricação e como este produto final é distribuído são algumas das informações que os consumidores tem procurado no ato da escolha de seus produtos. A diversidade

---

Dentre estes objetivos, cabe destacar o ODS de número 12 “Consumo e Produção Responsáveis”, que tem por meta, dentre outras assegurar à sociedade e ao planeta a gestão sustentável e uso eficiente dos recursos naturais, reduzir significativamente a poluição, visando minimizar seus efeitos adversos à saúde humana e ao meio ambiente; reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção da poluição, redução, reciclagem e reuso; além de incentivar as empresas, a adotarem práticas sustentáveis (UNEP, 2019).

de produtos lácteos e o aumento no consumo destes influencia diretamente na necessidade de qualificação nos processos de produção, implementação de novas tecnologias e consequentemente preservação do meio ambiente (MILKPOINT, 2022).

Durante o processo produtivo, ocorre a transformação da matéria-prima e energia em produtos acabados finais, resíduos sólidos, emissões atmosféricas e efluentes. Para exemplificar, a cada 1 kg de queijo produzido são utilizados aproximadamente dez litros de leite, e este processo de fabricação gera nove litros de soro de leite, sendo este o principal poluente na fabricação de produtos lácteos. O soro de leite, uma vez descartado inadequadamente nos corpos hídricos e não atendendo aos padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pela Resolução nº 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), irá aumentar a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e também causar a eutrofização dos rios (SILVA; SIQUEIRA; NOGUEIRA, 2018).

A partir do acima exposto, este trabalho teve por objetivo, traçar as diretrizes e a metodologia necessárias à implementação de um programa de produção mais limpa (P+L) em uma indústria de laticínios de médio porte, localizada no município de Valença no Estado do Rio de Janeiro. Com intuito de contribuir para a implementação desta metodologia são identificadas e avaliadas, a partir de um diagnóstico realizado no local, as boas práticas de produção já adotadas, visando minimizar o consumo de recursos e os impactos ambientais associados ao processo produtivo, e propostas outras ações na busca pela sustentabilidade, e consequentemente um melhor desempenho ambiental e social.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar as diretrizes e a metodologia necessária à implementação de um programa de produção mais limpa (P+L) em uma indústria de laticínios, localizada no município de Valença, na região sul fluminense do Estado do Rio de Janeiro.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Contextualizar o setor de laticínios no Brasil e no mundo;
- Apresentar a metodologia para implementação de um programa de P+L em uma indústria desenvolvida pela UNEP;
- Identificar boas práticas de produção mais limpa nas indústrias de laticínios no Brasil;
- Identificar e avaliar as boas práticas de produção mais limpa adotadas pela indústria selecionada, assim como os pontos de melhorias;
- Propor um programa/ações de P+L para a indústria selecionada a partir de oportunidades de melhorias vislumbradas nas visitas técnicas e a partir da metodologia de P+ L da UNEP, visando minimizar o consumo de recursos e os impactos ambientais gerados no processo produtivo.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 O BRASIL NO CENÁRIO MUNDIAL DE LÁCTEOS

No cenário mundial, a procura por leite e derivados aumentou, principalmente nos países em desenvolvimento (TUNICK; HEKKEN, 2015). Considerando o panorama mundial, o Brasil está em terceiro produtor mundial de leite bovino. Considerando as informações da EMATER–RIO em 2019, a bovinocultura tem considerável contribuição sobre o PIB no Estado do Rio de Janeiro. No ano de 2019 a produção de leite bovino no Estado do Rio de Janeiro foi de 425 milhões de litros, o que representa uma queda ano<sup>-1</sup> de 0,5 %. Dentre as principais dificuldades da agropecuária bovina no Estado do Rio de Janeiro que propiciaram esta queda foram: o custo elevado para produção, dificuldades logísticas, facilidade tributária em outros estados, o que propiciou a entrada de matéria-prima com custo menor provenientes de outros estados, dificultando a negociação dos produtores no estado do Rio de Janeiro (CARVALHO; ROCHA; CARNEIRO, 2019).

Com a situação de pandemia e medidas de restrições para evitar a disseminação do COVID-19, ocorreu um aumento na produção de leite sob registro de inspeção sanitária no Brasil, conforme Tabela 1 e Tabela 2. Em 2020, pode-se destacar a produção de queijo, com aumento de 2,8 % comparado ao ano anterior. Na pandemia ocorreu um aumento da demanda e por consequência aumento da produção em indústria de produtos lácteos.

Tabela 1 – Suprimento interno de leite e derivados (bilhões litros).

| <b>Ano</b>  | <b>Disponibilidade</b> | <b>Produção Formal</b> |
|-------------|------------------------|------------------------|
| <b>2019</b> | 26,03                  | 25,01                  |
| <b>2020</b> | 26,76                  | 25,53                  |

Fonte: EMBRAPA GADO DE LEITE (2020).

Tabela 2 – Produção brasileira de leite sob inspeção (bilhões litros).

| <b>Ano</b>  | <b>Produção Formal</b> |
|-------------|------------------------|
| <b>2016</b> | 23,17                  |
| <b>2017</b> | 24,33                  |
| <b>2018</b> | 24,46                  |
| <b>2019</b> | 25,01                  |
| <b>2020</b> | 25,53                  |

Fonte: EMBRAPA GADO DE LEITE (2020), IBGE (2017).

O Brasil é o sexto maior produtor de leite do mundo, conforme a Tabela 3, perdendo em produtividade para: União Europeia (UE), Estados Unidos (EUA), Índia, China e Rússia (USDA, 2015). No Brasil, as regiões sul e sudeste, são os principais produtores de produtos lácteos (CARVALHO; ROCHA; CARNEIRO, 2019; USDA, 2018).

Tabela 3 – Produção mundial de leite entre 2018 a julho 2020 (milhões toneladas).

| <b>País</b>     | <b>2018</b> | <b>2019</b> | <b>2020</b> |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>UE</b>       | 154,57      | 155,20      | 156,70      |
| <b>EUA</b>      | 98,68       | 99,05       | 100,48      |
| <b>Índia</b>    | 89,80       | 92,00       | 94,00       |
| <b>China</b>    | 30,75       | 32,00       | 33,00       |
| <b>Rússia</b>   | 30,30       | 30,56       | 31,00       |
| <b>Brasil *</b> | 23,75       | 24,45       | 24,95       |

Fonte: USDA, Julho – 2020

### 3.2 A INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

A indústria de laticínios tem um alto potencial poluidor do meio ambiente. Os processos produtivos da indústria exigem significativo trabalho manual, grande demanda de água, energia e matéria-prima (SESSIN, 2013). No Brasil e em outros países, a indústria de laticínios cresceu e se desenvolveu com maior intensidade a partir da 2ª Guerra Mundial, junto ao crescimento das metrópoles em diversas partes do mundo (SESSIN, 2013).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA), a indústria brasileira de alimentos e bebidas processa 58 % de tudo que é produzido no campo e a indústria de laticínios representa 16,5 % do alimento industrializado presente na mesa dos brasileiros (ABIA, 2021).

A indústria de laticínios tem como principal matéria prima, o leite, e este se diversifica em uma grande variedade de produtos e processos: o processo de pasteurização do leite cru, manteiga, cremes, diversos tipos de queijo, ricota, requeijão, sorvetes, iogurtes, leite em pó, leite condensado, uma gama de produtos zero lactose, e produtos light. Esta indústria tem importância econômica e social, visto que o leite é considerado um alimento de alto valor nutricional: alta concentração de cálcio, as proteínas do leite, as vitaminas A, B1, B2 e minerais (CARVALHO, 2010).

No Brasil, assim como o mercado global está em transformação, a indústria de laticínios tem destaque no agronegócio, sendo responsável pelo consumo de recursos naturais e pelo aumento da poluição. A sociedade está mais urbana e consumindo mais alimentos. Neste contexto, existe a preocupação para evitar a poluição que a

indústria de laticínios promove, sendo assim é importante o desenvolvimento de boas práticas ligadas ao controle do meio ambiente, através de um processo produtivo mais sustentável, com menor custo e uso de novas tecnologias, mantendo a competitividade no mercado (AGRO EM DIA, 2020; CETESB, 2008).

### **3.2.1 Etapas do processo produtivo e os principais impactos associados à produção na indústria de laticínios**

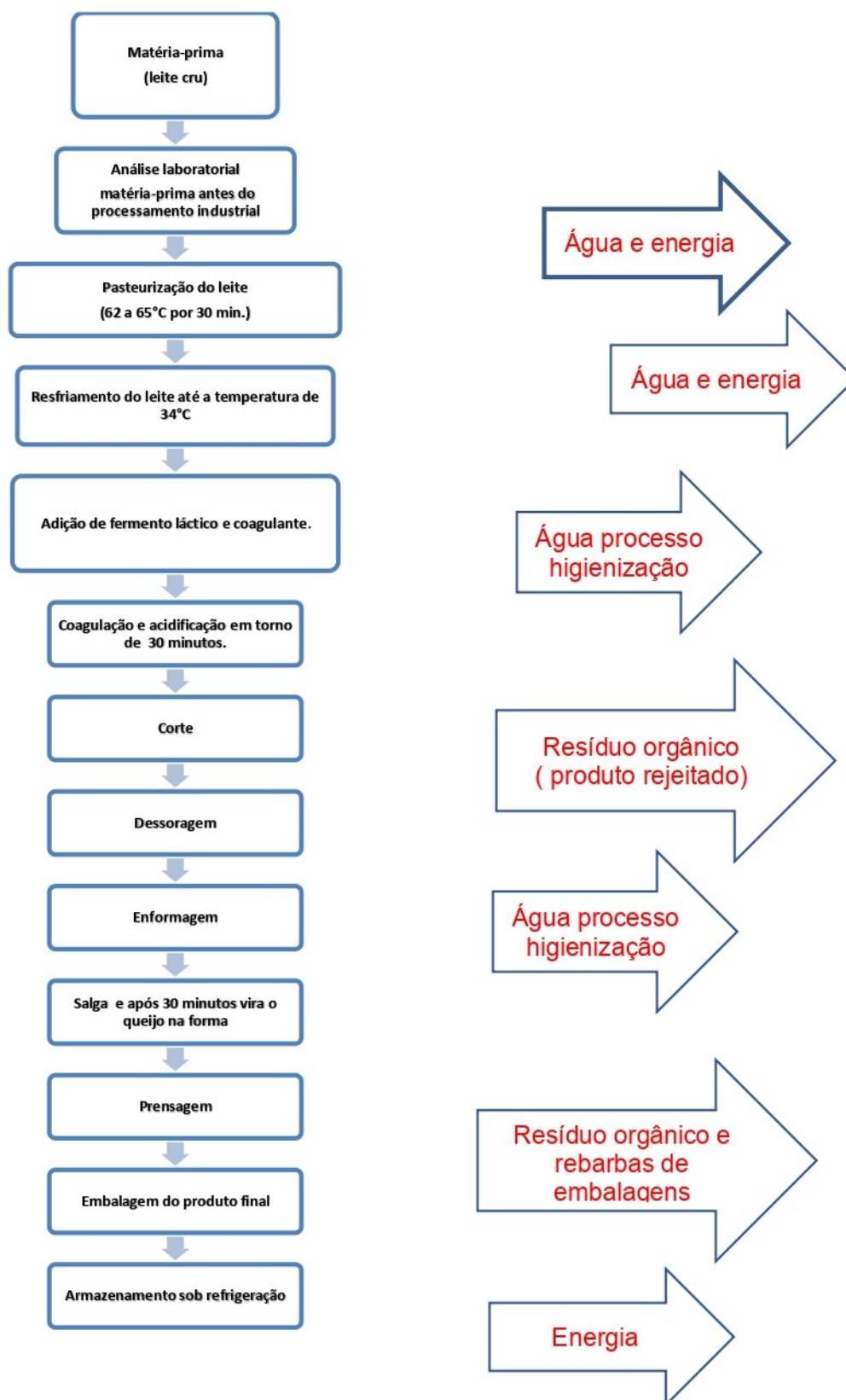
A maioria dos produtos acabados que são produzidos pela indústria, transformam a matéria-prima e energia em um produto final e resíduo. Esses resíduos são resultado da ineficiência do processo produtivo. Na indústria de produtos lácteos, para cada kg de queijo produzido são necessários 10 litros de leite e são gerados em média 9 litros de soro de leite e este é o principal agente poluidor da indústria. A ausência de um descarte correto gera um aumento na demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e também o perigo de eutrofização dos rios. Todas as etapas de produção e controles higiênicos sanitários da indústria de laticínios geram muitos resíduos e um grande volume de efluentes com alta demanda orgânica (SILVA; SIQUEIRA; NOGUEIRA, 2018). O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabeleceu na Resolução nº 430 de 2011 (BRASIL, 2011), os parâmetros para o lançamento de efluentes nos corpos hídricos, que devem ser seguidos pelas indústrias. Boas práticas na produção industrial, nas diversas etapas de processamento dos produtos e o controle das suas fontes potenciais de águas residuais são fundamentais para a redução do volume e da carga poluidora dos despejos (SILVA; SIQUEIRA; NOGUEIRA, 2018).

Em uma indústria de queijos, as condições de higiene devem ser uma preocupação constante. Todas as etapas (exceto a embalagem e a refrigeração) geram resíduos oriundos do processamento do leite. Os efluentes líquidos mais consideráveis do processamento do leite são: os líquidos do processo tecnológico, os líquidos oriundos de produtos químicos utilizados para higienização de equipamentos e ambiente (paredes, portas, ralos e pisos), os esgotos sanitários do processo, as águas de origem pluvial captada na indústria, perdas por falhas de operação da fábrica (quebra de embalagens, problemas de manutenção e regulagem de equipamentos como nas enchedoras) e produtos lubrificantes usados na manutenção de equipamentos (CETESB, 2008).

Dos derivados de lácteos, o queijo tem importância na categoria, devido à grande variedade existente de formas, ingredientes e das etapas de fabricação. E o queijo minas frescal está entre os mais consumidos no Brasil (CARVALHO; ROCHA; CARNEIRO, 2019). A Figura 1 apresenta as etapas do processo de produção do queijo minas frescal.

Os principais resíduos gerados pela produção de queijo minas frescal são: soro de leite, água de lavagem de queijos e água de higienização do ambiente e

Figura 1 – Etapas do processo de produção de queijo minas frescal.



Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2005).

equipamentos. Como exemplo, o soro que tem sido aproveitado para fazer bebida láctea e o *whey protein* (NERO; CRUZ; BERSOT, 2017). As principais medidas com objetivo de reduzir os efluentes são: tratamento mecânico para adsorver substâncias não dissolvidas, tratamento químico para suspensões coloidais e tratamento biológico que pela atividade de micro-organismos diminui a carga de matéria orgânica (NERO; CRUZ; BERSOT, 2017).

É notável, que os maiores impactos ambientais das indústrias de laticínios estão associados ao desperdício de água e energia, falta de padronização de procedimentos operacionais padrão para higiene de maquinários e ambientes, lançamento dos efluentes líquidos, à geração de resíduos sólidos e emissões atmosféricas, em geral sem controle ou tratamento (BARBOSA *et al.*, 2009).

### 3.3 PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Ao contrário de modelos convencionais de controle da poluição, que priorizam o tratamento do efluente e do resíduo ao final do processo produtivo, prática conhecida como “fim de tubo”, a metodologia P+L tem o foco na prevenção da poluição nos processos de produção, propondo a implantação de tecnologias e processos produtivos ambientalmente menos poluentes, na minimização do uso de recursos naturais (FERNANDES *et al.*, 2015). Um programa de P+L adota as mais adequadas tecnologias em processos produtivos, com intuito de minimizar os impactos ambientais associados a estes, além de contribuir para a redução no uso de recursos naturais e os custos associados. A P+L requer mudanças de atitudes, gestão ambiental responsável e a promoção da inovação tecnológica (GASI; FERREIRA, 2013).

A Produção mais Limpa (P+L) foi desenvolvida pela Organização das Nações Unidas em Meio Ambiente (UNEP) em parceria com a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), na primeira metade da década de 90, visando melhorar a eficiência dos processos, produtos e serviços. Segundo o SENAI (2003), conceitua a Produção Mais Limpa (P+L) como a introdução na indústria de uma estratégia técnica, econômica e ambiental, vinculada aos processos e produtos, com a finalidade de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, redução ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas, com melhorias ambientais, de saúde ocupacional e econômica (SENAI, 2003).

De acordo com Kiperstok *et al.* (2002), Pimenta e Gouvinnhas (2012), a P+L tem por objetivo ambiental a prevenção de perdas e desperdícios de matéria-prima, diminuir gastos com água e energia, reduzir a geração de resíduos e efluentes industriais. E com a evolução dos processos produtivos e a implementação de P+L, a indústria terá mais conhecimentos técnicos de seus processos produtivos, o que irá acarretar ganhos econômicos, sociais e ambientais (SILVA, 2020).

De acordo com Fernandes *et al.* (2015), as técnicas de P+L podem ser usadas para produtos, serviços e processos. A principal função é tornar o processo de produção mais eficiente no emprego dos insumos, gerando mais produtos e menos resíduos (sólidos, efluentes líquidos ou emissões atmosféricas) ou então criar meios para que estes resíduos sejam reutilizados ou reciclados. Concomitantemente, identificando as tecnologias mais adequadas para o processo produtivo, levando a um melhor ambiente de trabalho.

A P+L consiste em uma série de métodos e processos utilizados para promover o progresso de uma empresa, aprimorando e inovando na forma de pensar e reagir, objetivando o aumento da eficiência e na utilização de matérias-primas, água e energia e a redução dos resíduos gerados em cada etapa do processo, obtendo um ganho econômico e ambiental (NUNES JUNIOR, 2002; SANTOS, 2013).

Na verdade é um sistema de gestão pró-ativo, que vai além do cumprimento de normas, isto é, existe a inserção da responsabilidade ambiental na estrutura empresarial. Gerencialmente, a P+L demanda mudança de atitudes e comprometimento de todos os envolvidos no processo, dos gestores da empresa aos colaboradores, ou seja, uma mudança de cultura na empresa Kiperstok *et al.* (2002).

No estudo de Varella, Neto e Sousa (2022), a introdução de P+L na indústria contribui para a redução dos impactos ambientais, controlar o uso de matéria-prima, água e energia, além do aproveitamento e ou reaproveitamento de resíduos e a busca constante por inovações e a introdução de equipamentos com o objetivo de melhorar os processos produtivos, melhorar o desempenho ambiental, além de resultar em ganhos financeiros.

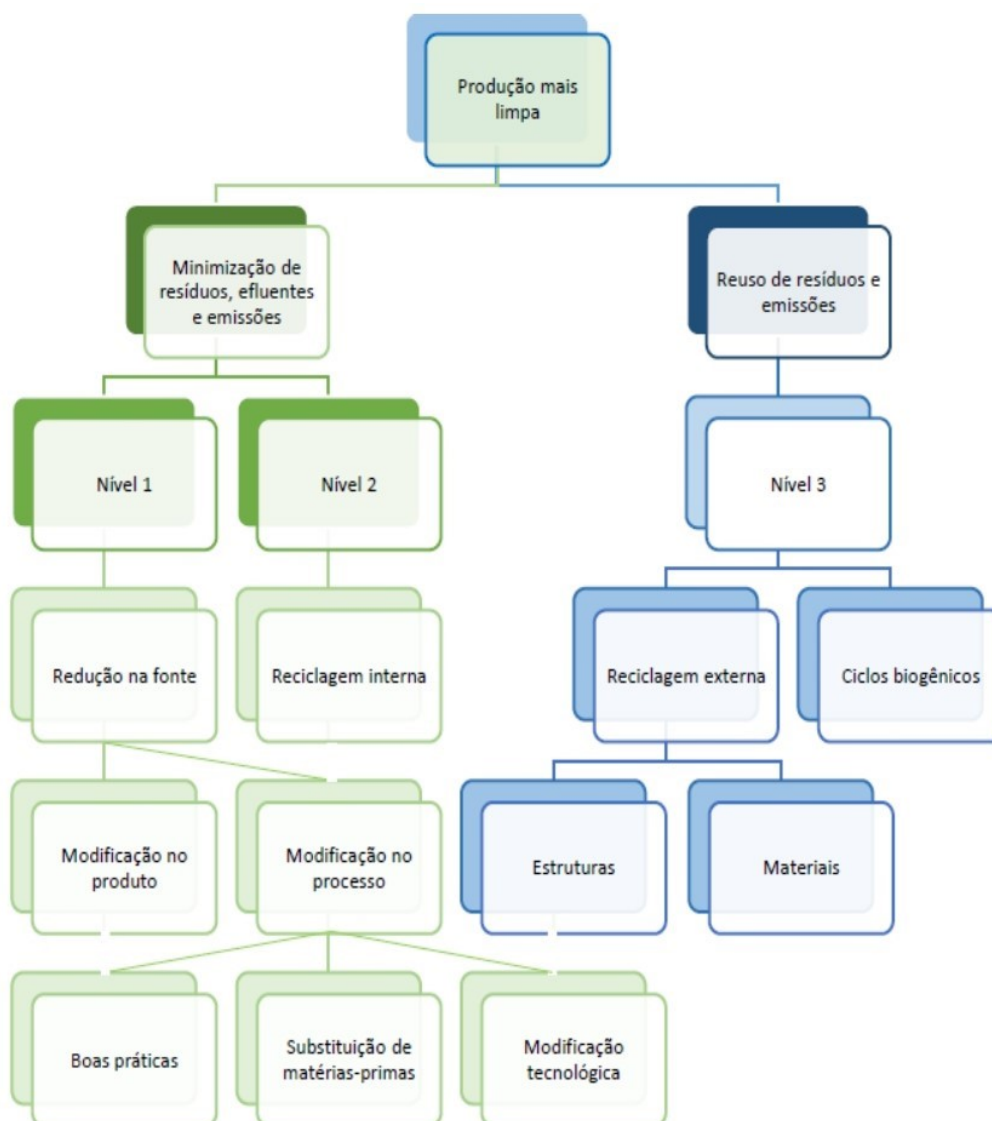
A realização de uma visita técnica inicial à indústria deu o embasamento para realização do diagnóstico ambiental do processo produtivo (aspectos e impactos ambientais, balanço material - entradas e saídas, estabelecimento de indicadores) e posteriormente análise e avaliação das etapas do processo, a partir do qual serão identificadas opções de P+L, considerando, a legislação aplicável, riscos associados, custos e benefícios econômicos e ambientais (SENAI, 2003).

Esquemáticamente, as opções de P+L podem ser agrupadas em três níveis, conforme apresentado na Figura 2, priorizando ações em diferentes níveis: Nível 1 (modificação no processo de produção e/ou no produto), seguidas do Nível 2 (reciclagem interna) e Nível 3 (reciclagem externa), nesta ordem.

A P+L é caracterizada por buscar medidas que evitem a geração de resíduos na fonte, sendo esta a principal meta. Assim, conforme evidenciado na Figura 2, ao nível 1 de prioridade essa redução pode incluir: a modificação no produto, sendo esta mais difícil de ocorrer e as mais viáveis de ocorrer, as modificações no processo, dentre as quais destacam-se: boas práticas de P+L, substituição de matérias-primas e modificação tecnológica. O nível 2, são ações de reciclagem interna e está relacionada

a todos os processos de recuperação de matéria-prima, materiais auxiliares e insumos que são produzidos na indústria. Enquadradas no nível 3 da escala de prioridades está a reciclagem externa e os ciclos biogênicos, excluídos os níveis 1 e 2, deve-se utilizar as medidas de reciclagem de resíduos, efluentes e emissões fora da empresa, podendo assim ocorrer a reciclagem externa ou a reintegração ao ciclo biogênico.

Figura 2 – Fluxograma de opções P+L.



Fonte: Elaborado a partir de SENAI-RS (2003).

Assim, após a identificação das oportunidades de P+L, realiza-se a avaliação técnica, econômica e ambiental visando a seleção das oportunidades viáveis. Finalmente, elabora-se um plano de implementação e monitoramento das opções de P+L selecionadas e um plano de continuidade das ações e estratégias implementadas.

### 3.3.1 Fim de tubo X Produção mais limpa

A tecnologia de fim de tubo é aplicada ao final do processo produtivo, também considerado um processo convencional, pois o tratamento ocorre após a geração do produto final. Em contrapartida, a P+L, procura um controle e prevenção na geração de resíduos. De acordo com o Centro Nacional de Tecnologias Limpas a solução de fim de tubo adota soluções de destinação dos resíduos após a sua geração, o que resulta em um aumento de custos no gerenciamento ambiental (SENAI, 2003).

Entendendo com mais profundidade e técnica, a cadeia de produção e o controle de geração de resíduos, criam-se pontos de aprimoramento nos processos produtivos com objetivo de evitar a geração de resíduos. A P+L pode contribuir com adequações no produto, no processo produtivo e na introdução de novas tecnologias para reduzir gastos e acrescentar ganho ambiental, econômico e de saúde (SENAI, 2003).

Na Tabela 4, apresenta-se de forma comparativa as características da tecnologia fim de tubo e produção mais limpa.

Tabela 4 – Fim-de-tubo X Produção mais limpa.

| <b>Técnicas de fim-de-tubo</b>                                                                | <b>Produção mais limpa</b>                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pretende reação                                                                               | Pretende ação                                                                                           |
| Os resíduos, os efluentes e as emissões são controlados através de equipamentos de tratamento | Prevenção da geração de resíduos, efluentes e emissões na fonte. Procura evitar matérias-primas tóxicas |
| Proteção ambiental é especializada                                                            | Proteção ambiental é tarefa para todos                                                                  |
| A proteção ambiental atua depois do desenvolvimento dos processos e produtos                  | A proteção ambiental atua como uma parte integrante do design do produto e da engenharia de processo    |
| Os problemas ambientais são resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico              | Os problemas ambientais são resolvidos em todos os níveis e em todos os campos                          |
| Sem preocupação com o uso eficiente de matérias-primas, água e energia                        | Uso eficiente de matérias-primas, água e energia                                                        |
| Leva a custos adicionais                                                                      | Ajuda a reduzir custos                                                                                  |

Fonte: Adaptado de SENAI (2003).

### 3.3.2 Implementação e benefícios de P+L

O Programa de P+L avalia a linha de produção e quando implementado, proporciona à empresa um conhecimento mais adequado do processo industrial. Com o desenvolvimento das tecnologias eco eficientes de produção, permitirá o diagnóstico avaliativo e o monitoramento de cada etapa do processo com a geração de indicadores ambientais integrado aos Sistemas de Gestão da Qualidade, Gestão Ambiental e de Segurança e Saúde Ocupacional (GASI; FERREIRA, 2013).

A metodologia de P+L, pode ser aplicada a processos produtivos, produtos e serviços. Nos processos aplica-se: a conservação de matéria prima e energia; expulsão de materiais tóxicos; redução da quantidade e toxicidade de emissões atmosféricas, resíduos sólidos e efluentes líquidos. Em relação aos produtos, pode gerar a redução dos impactos ligados ao ciclo de vida do produto, da extração de matérias primas até a disposição final. No caso de serviços considera-se as preocupações ambientais no planejamento e na entrega de serviços (GASI; FERREIRA, 2013).

O primordial da P+L é prevenir danos ambientais durante os processos de produção, ao contrário de querer tentar controlá-los ou remediá-los Kiperstok *et al.* (2002). Sendo assim, o Programa P+L gera bons resultados para a empresa, para o meio ambiente e também para a comunidade. Segundo o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (SENAI, 2003), os principais ganhos na P+L são:

- Eliminação dos desperdícios;
- Minimização ou eliminação de matérias-primas e outros insumos impactantes para o meio ambiente;
- Redução de emissões atmosféricas, resíduos sólidos e efluentes líquidos;
- Redução dos custos associados ao gerenciamento dos resíduos;
- Redução dos custos de produção;
- Minimização dos passivos ambientais e redução de gastos com multas e outras penalidades;
- Melhoria na saúde, segurança do trabalhador e redução de acidentes;
- Melhoria na imagem da empresa e conscientização ambiental dos funcionários;
- Aumento da produtividade;
- Ampliação de suas perspectivas de atuação no mercado interno e externo.

### 3.3.3 Principais dificuldades para implementação de P+L

A Produção mais Limpa tem como objetivo buscar medidas que evitem a geração de poluição na fonte (emissões atmosféricas, resíduos sólidos efluentes líquidos). Essa redução funciona como boas práticas de P+L e pode considerar as modificações no processo tecnológico como: substituição de matéria-prima e modificação tecnológica. Outra maneira que pode incluir é a modificação no produto.

Apesar dos ganhos econômicos e ambientais, o programa de P+L, apresenta diversas dificuldades, que podem impedir ou retardar a implementação nas indústrias. Os mais importantes impedimentos, segundo Zacarchenco, Dender e Rego (2017) são: a) resistência à mudança; b) barreiras técnicas; ausência de conhecimento técnico e da importância relativa ao meio ambiente; c) a interpretação limitada ou incorreta do conceito de P+L; d) abrangência limitada das ações ambientais dentro da indústria; e) estrutura empresarial mal organizada e inadequada; f) a falta de políticas públicas que poderiam dar suporte para as atividades de produção mais limpa; g) barreiras econômicas com a ausência de investimentos direcionados a P+L e com a pouca geração de novas tecnologias, tais barreiras geram dificuldades a sua implementação pelas indústrias (SENAI, 2003).

A P+L indica um processo de adequação contínua dos processos de produção, objetivando a redução do impacto ambiental associado ao ciclo de vida dos produtos (GASI; FERREIRA, 2013). Com a estruturação do programa de P+L, com a realização de balanços de massa e de energia, ou seja, da identificação e avaliação das entradas (insumos) e saídas (emissões atmosféricas, resíduos sólidos e efluentes líquidos) é possível avaliar o processo de produção, identificando as etapas do processo e causas da geração e de resíduos, efluentes e emissões atmosféricas, e, sendo assim, vislumbrar pontos de melhorias do processo, ou seja, oportunidades de P+L, considerando sempre os aspectos técnicos, ambientais e econômicos (SENAI, 2003).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 OBJETO DE ESTUDO – ESTRUTURA DA EMPRESA, PRODUTOS E PROCESSOS, VOLUME DE PRODUÇÃO E NÚMERO DE COLABORADORES

O presente estudo de caso, selecionou a indústria com aproximadamente 50 colaboradores, distribuídos em dois turnos de trabalho, localizada no município de Valença, estado do Rio de Janeiro, com a produção de vários derivados lácteos, quais sejam: leite pasteurizado, queijo minas, iogurte e manteiga. A escolha da indústria foi devida à produção com ações proativas na busca da sustentabilidade e adesão de novos mercados, o que contribui para empresa aumentar o nicho de mercado. A indústria tem a preocupação em comprar a matéria-prima principal, o leite, de produtores que se importam com o bem-estar animal, garantindo a qualidade do produto ofertado ao consumidor final.

A localização da indústria no bairro de Varginha, no município de Valença e situa-se a 28 km a Norte-Leste de Barra do Piraí (Figura 3). O município de Valença se estende por 1304,8 km<sup>2</sup>. Situado a 551 metros de altitude, de Valença tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 22° 14' 46" Sul, Longitude: 43° 42' 11" Oeste.

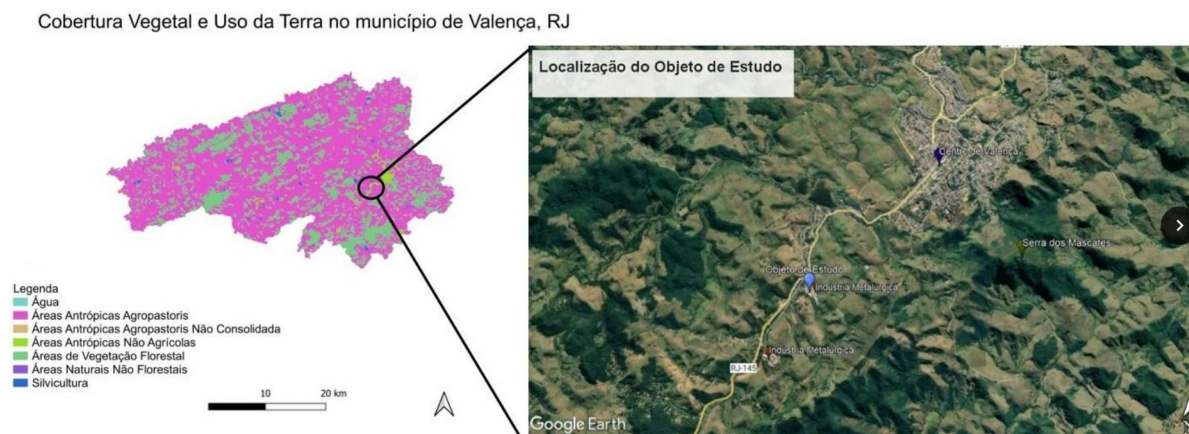
Figura 3 – Mapa da localização no bairro de Varginha – município de Valença – indústria no Estado do Rio de Janeiro.



Fonte: Google Earth (2021).

A Figura 4 apresenta a cobertura vegetal e uso da terra no município de Valença.

Figura 4 – Cobertura vegetal e uso da terra no município de Valença – indústria no Estado do Rio de Janeiro.



Fonte: Google Earth (2021).

Para o presente estudo, o queijo minas frescal foi o produto escolhido por ser um dos itens com maior volume de vendas e o item que mais gera volume de resíduos e consequentemente o item que gera mais impactos ambientais.

## 4.2 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido em três etapas, sendo elas: a primeira etapa construção do referencial teórico a partir de pesquisa bibliográfica e documental, a segunda etapa consistiu na realização de visitas técnicas a indústria selecionada e na terceira etapa foram identificadas e analisadas as propostas de boas práticas de P+L para indústria de laticínios e avaliadas a potencialidade de implementar novas ações.

Para caracterizar a indústria e o processo produtivo, foi confeccionado um formulário de visita técnica apresentado no Apêndice A e os dados obtidos na visita técnica foram utilizados para nortear a implementação de melhorias nas boas práticas de fabricação, com foco na identificação de oportunidades de produção mais limpa.

Para alcançar os objetivos principais foram apresentadas as etapas da metodologia para implementação de um programa de P+L na indústria, desenvolvida pela UNEP; visando identificar, avaliar e orientar os colaboradores para que as boas práticas de P+L sejam adotadas pela indústria de laticínios selecionada, minimizar o consumo de recursos e os impactos ambientais associados ao processo produtivo.

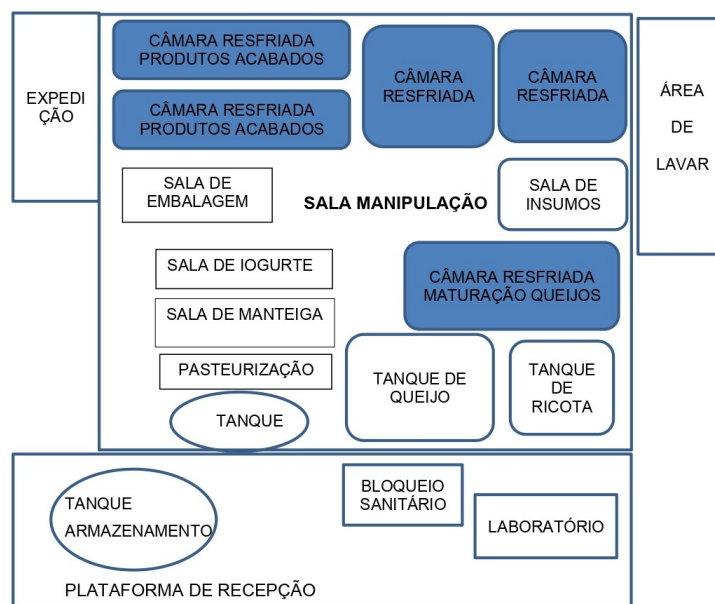
A primeira etapa foi realizada através de pesquisa bibliográfica e documental sobre P+L, para obtenção de informações teóricas relativas a gestão ambiental, com ênfase na P+L e também no setor de laticínios, produção de leite, necessários ao desenvolvimento do presente estudo. A partir da pesquisa realizada, foi descrito o processo produtivo da fabricação do produto selecionado, o queijo minas frescal.

Na segunda etapa, foram realizadas quatro visitas técnicas à indústria selecionada, no intuito de conversar com todos os colaboradores visando obter dados de natureza descritiva e qualitativa a partir da análise em campo. Durante a visita, foi realizada a análise da estrutura e planta baixa da organização, além da análise dos setores produtivos da indústria de laticínios, plataforma de recepção da matéria-prima, lavagem de utensílios, sala de manipulação, equipamentos e fluxo de produção utilizada no processo. As visitas técnicas tiveram como objetivo conhecer a estrutura, operação e realizar a coleta de dados relativos aos processos tecnológicos, processo produtivo, mais especificamente, quantidade de insumos utilizados na produção, consumo de água, energia e produtos de higienização utilizados na produção foi possível desenvolver planos e oportunidades de melhorias e boas práticas na operação.

Os fornecedores, produtores de leite, são cadastrados na cooperativa da região de Valença, e isto fornece a rastreabilidade e garante matéria-prima de qualidade desde a origem. A cooperativa aplica critérios rigorosos na escolha dos fornecedores, garantindo insumos de qualidade desde a origem.

Na Figura 5, é apresentada a análise da planta baixa da indústria, contendo os ambientes descritos no memorial descritivo do projeto da indústria.

Figura 5 – Planta baixa da indústria.



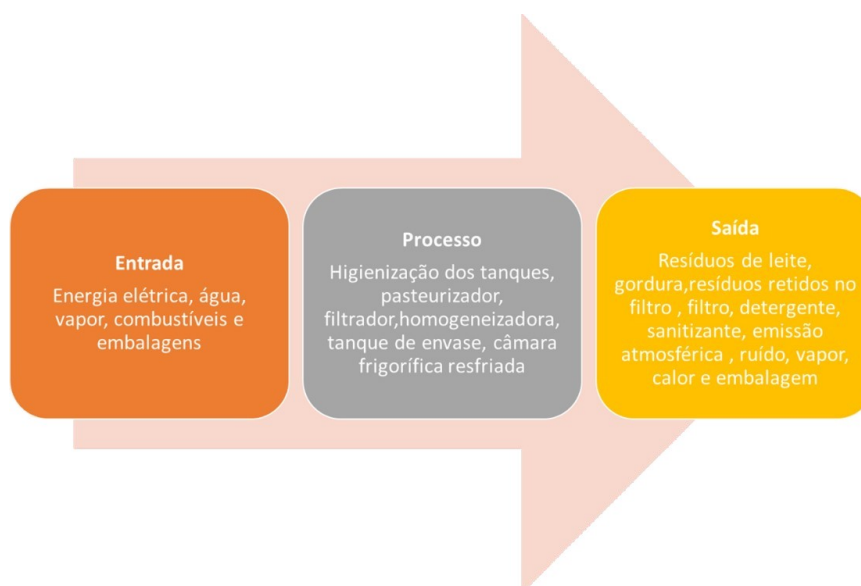
Fonte: Elaborado pelo autor, com base na visita técnica (2021).

Na primeira visita, verificou-se a viabilidade dos gestores da empresa em fornecer dados necessários ao desenvolvimento do trabalho, bem como o interesse dos gestores em implementar as boas práticas e inovações tecnológicas sugeridas, com o objetivo de reduzir impactos ambientais e introduzir melhorias na produção.

Na segunda visita, foram coletados dados em campo com o auxílio de um checklist, apresentado no Apêndice A. O objetivo da autora em elaborar um checklist de perguntas foi coletar informações fornecidas pela indústria, tais como: origem da matéria-prima, a quantidade de matéria-prima utilizada no processo produtivo, fonte de energia e água utilizadas, resíduos gerados pela produção, avaliar os processos operacionais da indústria e os demais processos envolvidos para fabricação de produtos na indústria.

Para que ocorra a produção do queijo minas frescal, primeiramente o leite é encaminhado para o tanque de parede dupla, onde é realizada a pasteurização. O equipamento boiler foi utilizado no processo de pasteurização para aquecer a água. E, e para o resfriamento da matéria-prima, foi utilizado o equipamento chiller. Após a pasteurização, o leite é colocado em tanque para preparo da massa, produção do queijo minas frescal, onde são acrescentados ingredientes responsáveis pela transformação de leite em queijo. Com auxílio do utensílio lira para cortar a massa e do mexedor de pás, ocorre o corte da massa de queijo e, posteriormente são acondicionados em formas plásticas para que ocorra o processo de enformagem e a dessoragem do queijo minas frescal. Após o processo tecnológico, os produtos são colocados em sacos plásticos e direcionados para embaladoras à vácuo e após são colocados individualmente em embalagens plásticas e direcionados para o armazenamento em câmaras resfriadas de produtos acabados, com temperatura entre 0 °C a 4 °C. Para produção do queijo minas, as etapas são descritas conforme a Figura 6 e a Figura 7.

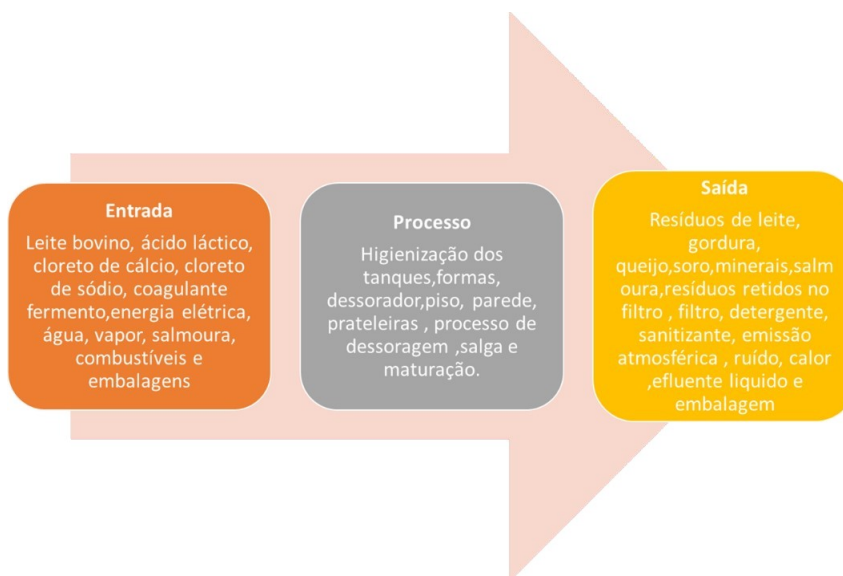
Figura 6 – Etapa de pasteurização do leite cru.



A quantidade de leite empregado na produção de queijo minas frescal foi obtida através de planilhas de controle de produção obtidas na indústria. A energia elétrica utilizada no processo produtivo foi obtida através das contas de luz da fábrica (onde

ocorre a produção do queijo minas frescal) e foi considerada uma média dos últimos doze meses, que consta na própria fatura mensal da fornecedora de energia elétrica.

Figura 7 – Etapa de processamento do queijo minas.



Foi constatado que a água utilizada no processo de produção era oriunda de poços artesanais e posteriormente tratada in loco pelo produtor. A água é colocada em reservatórios elevados contendo dispositivo de cloração automático com padrão de 1 ppm de cloro. Ocorre também o controle de qualidade da água, por meio de análise microbiológica e físico-química conforme exigências dos órgãos fiscalizadores do serviço de inspeção federal (BRASIL, 2017; BRASIL, 2021). O gasto diário de água é de 72 mil litros por dia para produção diária de 40 mil litros de leite.

A emissão de gás metano oriunda da ruminação dos animais foi referenciada através de pesquisa bibliográfica (FERREIRA, 2011; MONTEIRO, 2009). Sobre a caracterização de efluentes líquidos, os dados foram quantificados a partir da quantidade de água empregada no processo de produção de queijo. Tanto os insumos empregados na criação, quanto os dejetos oriundos da criação dos animais foram quantificados a partir de dados relatados pelo veterinário responsável.

A indústria possui uma estação de tratamento de efluentes, onde realiza tratamento em águas residuais, provenientes de processos envolvidos na fabricação de produtos. Ocorre a coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e correção de pH. O composto orgânico gerado é prensado e utilizado como adubo orgânico e a água após o tratamento é devolvida ao Rio que percorre a região.

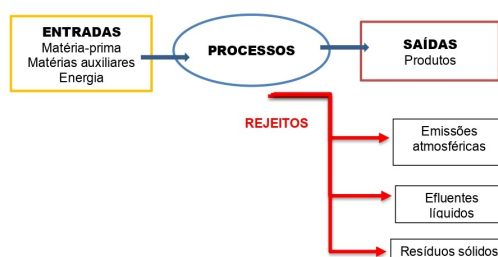
Na terceira e quarta visita, foi utilizado para o diagnóstico o checklist elaborado pela autora (Apêndice A) para coleta de dados e foram identificadas e analisadas boas práticas de P+L adotadas pela indústria de laticínios e avaliada a potencialidade de implementar novas ações.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A indústria está localizada dentro de uma cooperativa de laticínios, tem Serviço de Inspeção Federal (SIF) e a produção de leite bovino gira em torno de 1.200.000 litros de leite por mês, o equivalente a 40.000 litros de leite por dia. São produzidos na indústria: leite pasteurizado, queijos, requeijão, manteiga, creme de leite fresco e iogurtes.

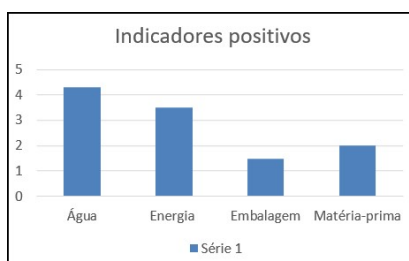
O leite utilizado no processo produtivo é proveniente de 300 fazendas localizadas no município de Valença e municípios vizinhos, tais como: Rio das Flores, Rio Preto e Vassouras. A Figura 8 descreve o processo produtivo na indústria selecionada. A partir dos dados coletados nas visitas técnicas foram observados alguns indicadores de sustentabilidade com maior relevância - Figura 9. A atividade industrial conseguiu a redução de custos relacionados a todos os processos produtivos: consumo de água total, energia elétrica, matéria-prima com a introdução de novos equipamentos com maior performance e com melhor aproveitamento e custos com embalagens, mediante a manutenção preventiva com o objetivo de reduzir falhas operacionais e evitar resíduos. Todas as boas práticas tem como objetivo gerar produtos com qualidade e melhor custo de produção. Assim, observou-se a gestão de desempenho da indústria, com indicadores positivos e a continuidade dos programas de P+L.

Figura 8 – O processo produtivo.



Fonte: Adaptado de SENAI (2003).

Figura 9 – Indicadores positivos no processo produtivo.



Fonte: A partir de coleta de dados da autora (2020).

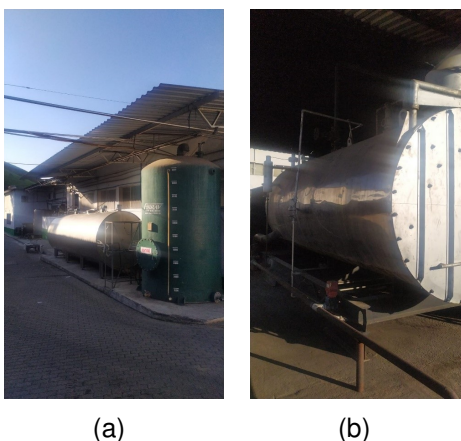
Considerando os dados e informações coletadas durante a realização das visitas técnicas, foram descritas as boas práticas já praticadas pela indústria com foco em P+L, conforme apresentadas a seguir:

1. Uso de poço outorgado de água para o processamento de leite e outros processos de higienização da indústria.

O uso de água nos processos de higienização da indústria é proveniente de poço artesiano, com outorga concedida pelo INEA. A água deste poço tem controle de qualidade, com uso de cloração automática no reservatório de água, com padrão de 1 ppm de cloro a cada litro de água. Também é realizada análise microbiológica e físico-química em laboratório credenciado, por exigência do Serviço de Inspeção Federal, com frequência semestral nesta água.

2. Sistema de geração de calor com uso de caldeira, sendo a madeira oriunda de eucalipto de reflorestamento com autorização do Ibama (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis). A chaminé com filtro para evitar a disseminação de gases do efeito estufa no meio ambiente. Considera também o retorno da condensação produzida na caldeira, sendo esta aproveitada, com retorno para o abastecimento da própria caldeira.
3. Resíduo de soro, oriundo da produção de queijo minas frescal seria direcionado a um tanque externo e este resíduo seria vendido para produtores locais de criação de suínos. O soro de leite gerado através do processo de fabricação do queijo minas frescal é vendido para propriedades vizinhas à indústria e utilizado como suplemento na alimentação dos animais da fazenda. Na Figura 10, ilustra-se a indústria com os dois tanques contendo soro de leite que será vendido para alimentação animal.

Figura 10 – Foto dos tanques contendo soro de leite.



Fonte: Arquivo Pessoal (2021).

4. A água proveniente de processos da higienização da indústria (Figura 11a) é canalizada para estação de tratamento de efluentes (Figura 11b).

Figura 11 – Sala de manipulação após procedimentos de higienização (a) e canalização da água residual do processo de higienização (b).



Fonte: Arquivo Pessoal (2021).

5. Introdução de novo equipamento: o filatrice (Figura 12) cuja operação permite a recirculação da água utilizada no processo de formatação da mussarela, ou seja, toda água quente com sal utilizada neste processo recircula durante toda a produção da mussarela fresca, gerando grande economia de água e energia para o aquecimento quando comparado ao processo anteriormente usado convencional.

Figura 12 – Equipamento filatrice.



Fonte: Arquivo Pessoal (2021).

6. Novo equipamento cortador de queijos (Figura 13) adquirido para aumentar a precisão de corte para queijo massa dura, evitando o desperdício de produção.

Figura 13 – Equipamento de corte para queijo.



Fonte: Arquivo Pessoal (2021).

7. Controle de gasto de energia: introdução de luz natural na área de manipulação, mantendo esta área com maior iluminação e também evitando perdas de energia entre a área de estoque:câmara resfriada e a área de expedição com comunicação direta para o caminhão resfriado de transporte.

A terceira etapa deste estudo foi o monitoramento dos processos, com levantamento de dados da produção, consumo de água, energia e produtos utilizados na higienização de equipamentos e utensílios. A indústria, produz por mês 1.200.000 litros de leite bovino, o equivalente a 40.000 litros de leite bovino por dia. O gasto com energia elétrica fica em torno de R\$ 80 a 104 mil reais por mês, considerando o valor mais elevado durante a pandemia Covid-19, onde a companhia elétrica cobrou bandeira vermelha, o que acarretou um aumento no valor final da conta com energia elétrica de 30 %. Este gasto excedente com a conta de energia elétrica, agregado ao produto final, elevou em aproximadamente R\$ 0,60 por cada litro de leite produzido. Importante pontuar que a indústria não utiliza recursos de energia solar.

O sistema de geração de calor é realizado com o uso de caldeira, com uso de eucalipto de reflorestamento com autorização do IBAMA. Contém filtro na chaminé da caldeira e o retorno da condensação produzida é aproveitada retornando para o abastecimento da caldeira. Com a introdução do uso de lenha nas caldeiras (Figura 14), a indústria em condições normais obteve uma economia de 40 % no valor gasto com energia elétrica. A lenha de eucalipto é proveniente de reflorestamento e possui a rastreabilidade com a nota fiscal.

A quantidade de água utilizada nos processos industriais é diariamente monitorada em torno de 72.000 litros de água por dia, comparado com a produção diária de 40 mil litros de leite, equivale a 1,8 litros de água para processar 1 litro de leite.

Figura 14 – Caldeira.



Fonte: Arquivo Pessoal (2021).

A partir da realização deste estudo, considerando os dados obtidos e informações coletadas durante a realização das visitas técnicas, e analisados pela pesquisadora, foi estabelecido um plano de operações, a partir do qual foram propostos e implementadas algumas boas práticas de P+L, conforme apresentadas a seguir:

1. Redução de custo com material de limpeza, a partir da identificação de outros fornecedores de qualidade para produtos químicos com dupla ação e introdução de central de diluição de produto químico. Desta maneira gerando menos resíduos, sendo estes similares aos utilizados na indústria.
2. No setor administrativo da indústria ocorre um gasto muito alto com uso de folhas de papel para criação e acompanhamento dos programas de auto controle da indústria por exigência do órgão fiscalizador. Introdução de quadro branco com as planilhas de auto controle e testes com a digitalização destas planilhas. Redução de gastos com folhas de papel para confecção de planilhas de controle dos programas de auto controle exigidos pelo SIF, para tal foi sugerido uso de foto da tabela registrada em quadro branco, desta maneira teria o arquivo das planilhas de forma digitalizada e redução com gastos de folhas de papel.
3. Controle e organização de recebimento da matéria-prima, câmara resfriada, controle e separação de estoques, controle da validade e produção para evitar perdas.
4. A importância da manutenção preventiva dos equipamentos.
5. Controle de gasto de energia. Colocação de exaustores com tela milimétrica na sala de manipulação.

A implementação das boas práticas e oportunidades de P+L acima sugeridas resultam em ganhos econômicos, ambientais e sociais para a indústria analisada. Porém faz-se necessário a realização de uma análise da viabilidade técnica e principalmente econômica dessas ações. Nesse sentido, caso não houvesse o capital necessário à implementação de todas as ações, sugere-se a implementação em etapas.

No presente estudo, foram sugeridas e implementadas 5 ações de melhorias de P+L e com o objetivo de dar continuidade ao plano de ação de produção mais limpa e tornar o processo produtivo do queijo minas frescal mais sustentável, sugere-se a longo prazo, mais 4 oportunidades de melhorias, são elas:

1. Maximizar o reuso local. Reduzir a quantidade de água utilizada e o tempo gasto pelo colaborador na higienização de latões de armazenamento do leite. Construção de reservatório de água com capacidade de 20 mil litros de água de captação da água de chuva para atender a demanda de higiene destes utensílios e reduzir o tempo gasto pelo colaborador para tal processo de higienização.
2. Devido ao custo da introdução, a indústria não tem o uso de energia solar, mas está na lista de futuras modificações.
3. Melhorar o produto e o custo de embalagem e descarte das rebarbas das mesmas. Outro custo elevado observado está associado ao uso de embalagens, sendo assim, foi proposto o uso de embalagens termoencolhíveis com emblema da indústria. Tal sugestão de melhoria está em processo de desenvolvimento junto ao departamento de controle de qualidade da referida indústria. Avaliação e análise junto ao fornecedor de embalagens para uso de embalagens termoencolhíveis, sendo assim as embalagens dos produtos seriam personalizadas pelo tamanho do produto e não teria rebarbas de embalagens para descartar.
4. Plano de manutenção preventiva de equipamentos já existe no programa de autocontrole da indústria, exigência do SIF, mas pode-se introduzir a relação dos equipamentos com a performance ambiental.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou o instrumento de gestão ambiental P+L e sua potencialidade para adoção pelas indústrias de laticínios. Como estudo de caso, foi selecionado uma indústria de laticínios localizada no município de Valença, na região sul fluminense do Estado do Rio de Janeiro, na qual, a partir da realização de quatro visitas técnicas, foram obtidas informações, realizada a coleta de dados e sugestões de melhorias para as boas práticas de P+L. O estudo buscou apresentar propostas economicamente e ambientalmente viáveis para indústria.

A partir da avaliação de outros estudos, e principalmente dos dados e informações obtidos durante as visitas técnicas, foram observados alguns indicadores de sustentabilidade com maior relevância. Identificou-se falhas e determinou-se as oportunidades de aplicação de P+L, estratégias e necessidades para melhorias do processo na indústria de laticínios selecionada. Sendo assim, pontos críticos apontados foram: o gasto de água nos processos de higienização da indústria, gasto com energia elétrica, redução e reciclagem de resíduos gerados e custo com embalagens. A atividade industrial conseguiu a redução de custos relacionados a todos os processos produtivos: consumo de água total, energia elétrica, matéria-prima com a introdução de novos equipamentos com maior performance e com melhor aproveitamento e custos com embalagens, mediante a manutenção preventiva com o objetivo de reduzir falhas operacionais e evitar resíduos. A indústria objeto deste estudo busca continuamente melhorar seu desempenho ambiental.

Os estudos e as propostas de melhorias de P+L apontados consideraram os aspectos técnicos, ambientais e econômicos que vão ao encontro com a gestão da indústria, visando garantir a integração da P+L à estratégia de negócios da mesma.

Com o desenvolvimento desse estudo, espera-se viabilizar as boas práticas para produção mais limpa na indústria de laticínios selecionada, dentre as quais: minimização do uso de matérias-primas; redução do consumo de energia e água na produção; aumento da margem de lucro da empresa; competitividade no mercado nacional e internacional; acesso a novos nichos de mercado; redução dos impactos ambientais e sociais, principalmente os relacionados a saúde, e redução da poluição gerada.

A partir das visitas técnicas, identificaram-se algumas dificuldades encontradas no desenvolvimento do estudo, sendo as principais: aspectos econômicos e a conscientização dos colaboradores para que os projetos de melhorias pudessem ser implementados com sucesso.

## REFERÊNCIAS

ABIA. *Alimentos I*. Associação Brasileira da Indústria de Alimentos, 2021. Disponível em: <<https://www.abia.org.br/alimentos-industrializados.html>>. Acesso em: 02 nov 2022.

AGRO EM DIA. *Setor lácteo brasileiro busca maior participação no mercado mundial*. 2020. Disponível em: <<https://agroemdia.com.br/2020/07/18/setor-lacteo-brasileiro-busca-maior-participacao-no-mercado-mundial>>. Acesso em: 02 nov 2022.

BARBIERI, J. C. *Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos*. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

BARBOSA, C. S.; MENDONÇA, R. C. S.; SANTOS, A. L.; PINTO, M. S. Aspectos e impactos ambientais envolvidos em um laticínio de pequeno porte. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 64, n. 366, p. 28–35, 2009.

BELINKY, A. A terceira geração da sustentabilidade empresarial. *GV-EXECUTIVO*, Fundação Getúlio Vargas, v. 15, n. 2, p. 39–42, 2016.

BELINKY, A. Seu ESG é sustentável? *GV-EXECUTIVO*, Fundação Getúlio Vargas, v. 20, n. 4, p. 37–44, 2021.

BICALHO, E. S.; SANTOS, D. F. L. Desempenho ambiental de uma empresa do setor de alimentos, higiene e limpeza analisado a partir de seus relatórios de sustentabilidade. In: *Anais do X Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia–X SEGeT*. Resende: AEDB, 2013.

BRASIL. Decreto-Lei nº 1.413, de 31 de julho de 1975. Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1975a. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1965-1988/Del1413.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/Del1413.htm)>. Acesso em: 25 ago 2021.

BRASIL. Decreto nº 76.389, de 03 de outubro de 1975. Dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial, de que trata o Decreto-Lei nº 1.413, de 14 de agosto de 1975, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1975b.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá

outras providências Dispõe sobre as 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, 2011. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>>. Acesso em: 25 ago 2021.

BRASIL. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Ministério da Saúde, Brasília, 2017. Disponível em: <[https://www.cosemsba.org.br/wp-content/uploads/2018/08/Resumo\\_Portaria\\_5.pdf](https://www.cosemsba.org.br/wp-content/uploads/2018/08/Resumo_Portaria_5.pdf)>. Acesso em: 25 out 2022.

BRASIL. Portaria MS/GM nº 888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso em: 25 out 2022.

CARVALHO, G. R. *A indústria de laticínios no Brasil: passado, presente e futuro*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 12 p.

CARVALHO, G. R.; ROCHA, D. T. da; CARNEIRO, A. V. Indicadores: Leite e derivados. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, v. 10, n. 97, 2019.

CETESB. Guia técnico ambiental da indústria de produtos lácteos - série p+l. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP, 2008.

CRUZ, A. G.; ZACARCHENCO, P. B.; OLIVEIRA, C. A. F.; CORASSIN, C. H. *Química, Bioquímica, Análise Sensorial e Nutrição no Processamento de Leite e Derivados: Coleção Lácteos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. 304 p.

EMBRAPA. *Agroindústria de Alimentos, Coleção Agroindústria Familiar*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

EMBRAPA GADO DE LEITE. Juiz de Fora: Embrapa, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gado-de-leite>>. Acesso em: 25 ago 2020.

FERNANDES, J. L.; GUALHARINI, E. L.; FERNANDES, A. S. C.; NÓBREGA, M. J. R. Um estudo da produção mais limpa na gestão ambiental. *Revista Augustus*, v. 20, n. 39, p. 52–64, 2015.

FERREIRA, R. C. S. *Emissão de gás metano por bovinos de leite em exposições / feiras*. Monografia (Especialização em MBA em Gestão Ambiental) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

GASI, T. M. T.; FERREIRA, E. Produção Mais Limpa. In: VILELA JÚNIOR, A.; DEMAJOROVIC, J. (Ed.). *Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações*. 3. ed. São Paulo: SENAC, 2013. p. 45–82.

Google Earth. *Maps*. California: Google, 2021.

IBGE. *Censo agropecuário: Resultados preliminares. Rio de Janeiro, Brasil*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/resultados-censo-agro-2017.html>>. Acesso em: 25 ago 2020.

KIPERSTOK, A.; COELHO, A.; TORRES, E. A.; MEIRA, C. C.; BRADLEY, S. P.; ROSEN, M. *Prevenção da poluição*. Brasília: Senai/DN, 2002. 290 p.

MAPA. Decreto nº 10.468, de 18 de agosto de 2020. Dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Governo Federal, 2020.

MILKPOINT. *Leite continua sendo o produto lácteo mais popular, diz pesquisa internacional*. 2022. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/leite-continua-sendo-o-produto-lacteo-mais-popular.html>>. Acesso em: 03 nov 2022.

MONTEIRO, R. B. N. C. *Desenvolvimento de um modelo para estimativas da produção de gases de efeito estufa em diferentes sistemas de produção de bovinos de corte*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MORO, M. F.; WEISE, A. D. Produção mais limpa como alternativa para o gerenciamento de resíduos em laticínios. In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. *Anais...* Fortaleza, 2015.

NERO, L. A.; CRUZ, A. G.; BERSOT, L. S. *Produção, Processamento e Fiscalização de Leite e Derivados*. São Paulo: Atheneu, 2017.

NETO, A. S.; CAMPOS, L. M. S.; SHIGUNOV, T. Fundamentos da gestão ambiental. rio de janeiro. *Ciência Moderna*, Rio de Janeiro, 2009.

NETO, A. S.; TEIXEIRA, A. A.; CAMPOS, L. M. F. *Fundamentos da Ciência Administrativa*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2005.

NUNES JUNIOR, M. L. *Aplicação da metodologia produção limpa em uma pequena empresa de laticínios*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) — Universidade Federal de Santa Catarina, Recife, 2002.

PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P. A produção mais limpa como ferramenta da sustentabilidade empresarial: um estudo no estado do rio grande do norte. *Production*, SciELO Brasil, v. 22, p. 462–476, 2012.

SANTOS, H. O. *Análise de aplicação da produção mais limpa em serviços*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

SENAI. *Implementação de Programas de Produção Mais Limpa*. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas - SENAI-RS/UNIDO/INEP, 2003. 42 p.

SENAI-RS. *Cinco fases da implantação de técnicas de produção mais limpa*. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas - SENAI-RS/UNIDO/INEP, 2003. 103 p.

SESSIN, L. E. *Programa de Produção mais limpa em uma indústria de médio porte de laticínios*. 61 p. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SILVA, D. A. P. *Modelo de produção mais limpa como ferramenta para melhoria dos impactos ambientais em agroindústrias do setor de lácteos*. Dissertação (Mestrado Profissional em Desenvolvimento Sustentável e Extensão) — Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2020.

SILVA, R. R.; SIQUEIRA, E. Q.; NOGUEIRA, I. S. Impactos ambientais de efluentes de laticínios em curso d'água na bacia do rio pomba. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 23, p. 217–228, 2018.

TUNICK, M. H.; HEKKEN, D. L. V. Dairy products and health: recent insights. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, ACS Publications, v. 63, n. 43, p. 9381–9388, 2015.

UNEP. *The Sustainable Development Goals Report. United Nations Development Program*. 2019. Disponível em: <<https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019.pdf>>. Acesso em: 25 abr 2021.

USDA. *Cows milk production and consumption: summary for selected Countries*. Washington: USDA Foreign Agriculture Service, 2015.

USDA. *Brazil: Dairy and Products Annual*. USDA Foreign Agriculture Service, 2018. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/brazil-dairy-and-products-annual-4>>.

VARELLA, W. A.; NETO, G. C. O.; SOUSA, T. B. Adoption of cleaner production in a pupunha palm heart factory: a systematic literature review and a case study. *Food Science and Technology*, Campinas, 2022.

VILELA JÚNIOR, A.; DEMAJOROVIC, J. *Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações*. [S.l.]: Editora Senac São Paulo, 2013.

ZACARCHENCO, P. B.; DENDER, A. G. F. V.; REGO, R. A. (Ed.). *Brasil Dairy Trends 2020: Tendências do Mercado de Produtos Lácteos*. Campinas: ITAL, 2017. 343 p.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

### Check list visita técnica indústria de laticínios

1. De quantas fazendas a indústria recebe o leite bovino?
- 2.O consumidor final procura ter conhecimento sobre o modo de criação e a procedência do rebanho?
- 3.A indústria possui serviço de inspeção?
- 4.A indústria atende aos requisitos regulamentadores de boas práticas de fabricação e procedimentos correlacionados?
- 5.A indústria possui alguma norma de gestão implementada?
- 6.A indústria adota a coleta seletiva?
- 7.Existe uma política de educação ambiental na organização?
- 8.Existe a venda direta para as empresas recicladoras?
9. As embalagens são produzidas na própria empresa ou adquiridas?
- 10.excluir com A organização faz avaliação do ciclo de vida da embalagem?
- 11.Quais são os produtos lácteos produzidos na indústria?
- 12.Qual a quantidade de matéria-prima (leite de vaca) por dia?
- 13.Quais as matérias-primas utilizadas na produção de queijo minas frescal?
- 14.Quais os equipamentos utilizados na produção de queijo minas frescal?
15. Quais são os efluentes do processo e o destino final deles?
- 16.Quais são as variedades de queijo minas frescal produzidos?
- 17.Qual o custo de água empregada nos processos de fabricação da indústria?
- 18.Qual o custo de energia elétrica empregada nos processos de fabricação da indústria?