

**PROGRAMA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA UMA  
INDÚSTRIA DE MÉDIO PORTE DE LATICÍNIOS**

Leandro Eric Sessin

Orientador: Prof. Dr. Fernando S.P Sant'Anna

2012/2





**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E  
AMBIENTAL**

**PROGRAMA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA UMA IN-  
DÚSTRIA DE MÉDIO PORTE DE LATICÍNIOS**

**Leandro Eric Sessin**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)  
FEVEREIRO/2013**

Sessin, Leandro Eric

Programa de Produção mais Limpa para Uma Indústria de Médio Porte de Laticínios

Leandro Eric Sessin - Florianópolis, 2012.

x, 61p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Cleaner Production Program for a Dairy Midsized Industry

1. Indústria de laticínios; 2. Produção mais limpa; 3. Processo de produção; 4. Água; 5. Efluentes.


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

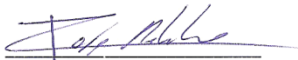
PROGRAMA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L) PARA UMA INDÚSTRIA DE MÉDIO  
PORTE DE LATICÍNIOS

LEANDRO ERIC SESSIN

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos  
para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e  
Ambiental–TCC II

BANCA EXAMINADORA :

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Fernando Soares Sant'Anna  
(Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Biólogo Dr. Rodrigo Mohedano  
(Membro da Banca)

  
\_\_\_\_\_  
Dr(a). Maria Eliza Nagel Hessemer  
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS, (SC)  
JANEIRO/2013

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Regina e Elcio, pelo amor incondicional, a maior dádiva de uma vida, e por todo o apoio que me deram para eu chegar até aqui.

À minha irmã, Samira, que sempre me ajudou a atenuar os problemas e superar os desafios que a vida me impôs, e que é um exemplo para mim de força e superação.

Aos meus irmãos, Aron e Fábio, velhos parceiros de estrada, e ao pequeno Amir, que enxerga o mundo sem maldade e sem preconceito.

Aos meus primos e primas, tios e tias, e à minha avó, pois família é tanto para as horas boas quanto para as horas ruins.

Aos camaradas que compartilharam residência comigo durante a faculdade, e alguns outros amigos da “Sanitária”, que formaram minha família aqui na ilha.

Aos amigos do time de futebol da UFSC, pelas viagens, resenhas, vitórias e derrotas, e porque o momento deve ser vivido, e o jogo, jogado.

Aos colegas de trabalho da Ejesam, do LabEflu e da Rotária do Brasil, pelo constante aprendizado ao longo desses anos.

Às funcionárias do Laticínios Três Marias, Meire e Celma, pelo apoio essencial durante as visitas em campo, e também pela disposição em ajudar mesmo à distância.

E ao meu orientador, Fernando, pela atenção, pelo incentivo e pelos conselhos que me deu durante o desenvolvimento desse trabalho.

*Só se vê bem com o coração.  
O essencial é invisível aos olhos.  
O Pequeno Príncipe*

## RESUMO

A indústria de laticínios possui uma importância econômica e social bastante consolidada no Brasil, estando entre os quatro principais ramos de indústrias de alimentação no país, em valores financeiros, segundo dados da ABIA (2010). Além disso, a indústria possui um potencial poluidor bastante elevado, com alguns efluentes que chegam a ser até cem vezes mais poluentes que o esgoto doméstico. Este trabalho apresenta um programa de produção mais limpa (P+L) para uma indústria de fabricação de queijo e manteiga. Ao contrário de modelos convencionais de controle da poluição, que priorizam o tratamento do efluente de “fim de tubo”, a metodologia P+L tem o foco de sua ação na fonte dos problemas ambientais e ao longo dos processos de produção, propondo a implantação de tecnologias e processos produtivos ambientalmente menos poluentes. Essa metodologia pode representar um importante passo para implantação de um Sistema de Gerenciamento Ambiental em uma empresa, portanto, também será nesse sentido que se dará o desenvolvimento desse trabalho. Através de visitas em campo e da realização do diagnóstico da empresa, observou-se que a indústria em estudo utiliza recursos em demasia, como água e produtos químicos de limpeza, que, em muitas ocasiões poderiam ser racionalizados ou reaproveitados. Espera-se que o consumo de produtos químicos reduza expressivamente e que a indústria possa economizar até 30% do volume de água utilizado em seus processos (ou 12.000 L por dia), reduzindo também a geração de efluentes líquidos na mesma proporção. A implantação desse projeto irá demandar um investimento inicial da ordem de R\$ 60.000,00, que será retornado em um tempo estimado de três anos.

**PALAVRAS-CHAVE:** indústria de laticínios, Produção Mais Limpa, processo de produção, água e efluentes.





## ABSTRACT

The dairy industry has a significant social and economic importance in Brazil, being among the four main branches of food industry, in financial value, according to ABIA, 2010. Furthermore, the pollution potential of this industry is quite high, with some effluents up to a hundred times more pollutant than domestic sewage. This study presents a “cleaner production” program for a dairy industry, which produces cheese and butter. The “cleaner production” is focused on the source of the environmental impacts, unlike some conventional models of pollution control that cares only about the treatment of wastewater “end of pipe”, but not about its prevention. This methodology can even be an important step for the company to obtain a Certificate in Environmental Management. The industry examined wastes a large amount of water and chemicals that, in many instances could be saved and reused. It is expected to have a significant reduction in the consumption of chemicals and water, reducing as well the generation of wastewater. The industry can save up to 30% in water consumption and wastewater generation, representing an amount of 12.000 L per day. The reduction of sodium hydroxide can achieve 80% in some process, and generate a profit of more than R\$ 1.200,00 per month. The implementation of this methodology will require an investment of more than R\$ 60.000,00, which will have an estimated payback time of a bit less than three years.

**KEYWORDS:** dairy industry, Cleaner Production, production process, water, wastewater.

## SUMÁRIO

<b>ÍNDICE FIGURAS</b> .....	<b>I</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>II</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
2.1 <b>Objetivo geral</b> .....	<b>3</b>
2.2 <b>Objetivos específicos</b> .....	<b>3</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
3.1 <b>Industrialização</b> .....	<b>4</b>
3.2 <b>A indústria de laticínios</b> .....	<b>4</b>
3.2.1 <b>Processos e efluentes da indústria de laticínios</b> .....	<b>5</b>
3.2.2 <b>Pontos críticos da indústria</b> .....	<b>7</b>
3.3 <b>Produção Mais Limpa</b> .....	<b>9</b>
3.3.1 <b>Histórico e panorama geral</b> .....	<b>9</b>
3.3.2 <b>Vantagens da Produção Mais Limpa</b> .....	<b>10</b>
3.3.3 <b>Comparação entre tecnologias convencionais e Produção Mais Limpa</b> .....	<b>10</b>
3.3.4 <b>Algumas medidas de P+L para a indústria de laticínios</b> .....	<b>12</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>17</b>
4.1 <b>Sensibilização</b> .....	<b>17</b>
4.2 <b>Pré-avaliação</b> .....	<b>17</b>
4.3 <b>Balanco de massa e energia</b> .....	<b>18</b>
4.4 <b>Indicadores ambientais e de processo</b> .....	<b>18</b>
4.5 <b>Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental</b> .....	<b>19</b>
4.6 <b>Descrição das oportunidades de melhoria</b> .....	<b>20</b>
4.7 <b>Monitoramento e avaliação</b> .....	<b>20</b>
4.8 <b>Resultados gerais</b> .....	<b>21</b>
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>22</b>
5.1 <b>Dados gerais da empresa</b> .....	<b>22</b>
5.1.1 <b>Desenho esquemático do Laticínios Três Marias</b> .....	<b>22</b>
5.1.2 <b>Partes componentes da indústria</b> .....	<b>24</b>
5.2 <b>Informações sobre o processo de produção</b> .....	<b>24</b>
5.2.1 <b>Insumos da atividade industrial</b> .....	<b>24</b>
5.2.1.1 <b>Consumo de água</b> .....	<b>24</b>
5.2.1.2 <b>Consumo de energia e combustíveis</b> .....	<b>25</b>
5.2.2 <b>Principais equipamentos utilizados na produção</b> .....	<b>26</b>
5.2.3 <b>Linha de produção</b> .....	<b>29</b>
5.2.3.1 <b>Processo geral</b> .....	<b>29</b>
5.2.3.2 <b>Produção do queijo prato</b> .....	<b>31</b>
5.2.3.3 <b>Produção dos queijos minas e mussarela</b> .....	<b>33</b>
5.2.3.4 <b>Produção do creme</b> .....	<b>33</b>

5.2.3.5	Produção da manteiga .....	34
5.2.4	Entradas e saídas do processo produtivo .....	34
5.2.5	Monitoramento dos resíduos .....	36
5.2.6	Levantamento de dados: produtos, subprodutos, matéria prima, resíduos e efluentes .....	37
5.2.7	Oportunidades de Produção Mais Limpa .....	39
5.2.8	Oportunidade de melhoria 1:Capacitação dos funcionários para o controle de resíduos e subprodutos (creme, soro e amostra de leite para análise). 41	
5.2.9	Oportunidade de melhoria 2: lavagem de pisos e equipamentos 45	
5.2.10	Oportunidade de melhoria 3: lavagem dos caminhões .....	49
5.2.11	Oportunidade de melhoria 4: Pasteurizador – reuso da água despejada para o resfriamento do equipamento. ....	53
<b>5.3</b>	<b>Resultados gerais .....</b>	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>57</b>
	<b>REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 Processo produtivo geral de produtos lácteos.....	6
Figura 2 Desenho esquemático do Laticínios Três Marias (sem escala)	23
Figura 3 Poço de captação de água e dosadora de cloro.....	25
Figura 4 Máquina desnatadeira (para fazer o creme a partir do soro) ...	27
Figura 5 Máquina bateadeira de manteiga .....	27
Figura 6 Pasteurizador .....	28
Figura 7 Tanque Queijo Mat .....	28
Figura 8 Esquema da caldeira .....	29
Figura 9 Caldeira .....	29
Figura 10 Fluxograma do processo produtivo geral.....	30
Figura 11 Plataforma de recepção do leite .....	31
Figura 12 Fluxograma do processo de produção do queijo prato.....	32
Figura 13 Estocagem de soro para doação .....	36
Figura 14 Desperdício de creme.....	42
Figura 15 Contaminação do ambiente com soro .....	42
Figura 16 (a)Análise do leite; (b)Descarte das amostras analisadas .....	43
Figura 17 Desperdício de água.....	46
Figura 18 (a)Lavagem dos caminhões; (b) Desperdício de água.....	49
Figura 19 Limpeza CIP (limpeza no local).....	51
Figura 20 Pasteurizador: desperdício de água.....	53

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 Diferença entre tecnologia de fim de tubo e Produção Mais Limpa .....	11
Quadro 2 Operação ou processos que geram efluentes líquidos na indústria de laticínios .....	13
Quadro 3 Dados gerais da empresa .....	22
Quadro 4 Principais equipamentos utilizados no processo de produção	26
Quadro 5 Entradas e saídas dos processos industriais .....	34
Quadro 6 Resíduos gerados na indústria .....	36
Quadro 7 Subprodutos, resíduos e efluentes. ....	37
Quadro 8 Oportunidades de aplicação de P+L .....	39
Quadro 9 Resumo dos resultados do programa de P+L .....	55
Quadro 10 Benefícios ambientais: geral .....	56

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Qualidade do efluente com e sem recuperação do soro.....	8
Tabela 2 Energia utilizada.....	25
Tabela 3 Produtos produzidos .....	37
Tabela 4 Matéria prima .....	39

# 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a sociedade mundial tem voltado os olhos para questões relacionadas ao meio ambiente, diante da percepção dos impactos expressivos que o modelo de produção e consumo da civilização moderna causam à natureza. Os problemas ambientais presenciados hoje em dia podem afetar a sociedade humana de diversas maneiras, podendo ser tanto um impacto local e decifrável, como um problema de nível global e bastante complexo.

A ciência e a tecnologia, quando utilizadas com sabedoria, juntamente com políticas públicas e sociais, podem trazer melhorias relevantes na qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente que as abriga. Nesse sentido, o setor privado de produção de bens e serviços também precisa se adequar a novos padrões de relacionamento de suas atividades com o meio ambiente. A consciência ambiental já mostrou claramente que não é uma moda passageira, mas sim uma nova exigência que a sociedade impõe às indústrias (Widmer, Sant'Anna, 1996, apud Lora, 2000).

Segundo Lora (1996), há quase vinte anos já dizia que as companhias que desejassem manter sua posição no mercado, desenvolverem suas vantagens competitivas e manter uma imagem sólida com o seu público (clientes, acionistas, comunidade local), teriam de embarcar em programas para reduzir os desperdícios. Uma empresa não é uma organização isolada na sociedade, pois ela interage com o mercado, com as instituições que desenvolvem tecnologia, com os órgãos de controle ambiental e com a sociedade como um todo.

A indústria de laticínios possui um elevado potencial de poluição e degradação do meio ambiente, com alguns efluentes que chegam a ser até cem vezes mais poluentes que o esgoto doméstico. Além disso, esse tipo de processo industrial demanda bastante trabalho manual e enorme quantidade de água, energia e matéria prima, que muitas vezes são utilizadas de maneira irracional, seja por parte dos trabalhadores ou da cultura da empresa, gerando efluentes desnecessários.

Para reverter o quadro de degradação em diversos setores, existem os princípios da “prevenção da poluição”, ou “produção limpa”, ou ainda “produção mais limpa” (P + L), que aliados às normas técnicas de gestão ambiental, como as da série ISO 14000, constituem uma poderosa ferramenta para proporcionar melhorias ambientais e econômicas em sistemas de produção.

A partir desse panorama da poluição industrial, revela-se importante a efetivação de medidas preventivas e educativas. O trabalho a seguir apresenta a metodologia produção mais limpa, aplicada a uma indústria de médio porte de fabricação de queijo e manteiga.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Criação de um programa de produção mais limpa para uma indústria de laticínios de médio porte localizada em Minas Gerais, município de Presidente Olegário.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Fazer um diagnóstico ambiental do processo produtivo;
- Propor a otimização do uso de água, energia e matéria prima;
- Propor a redução da quantidade de resíduos e efluentes;
- Propor alterações nos processos industriais e permitir, assim, a obtenção de um ganho econômico; e
- Propor a capacitação de funcionários quanto aos princípios da produção mais limpa.

## **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 Industrialização**

A industrialização surge como instrumento para o desenvolvimento da sociedade em um panorama relacionado com o crescimento das populações dos centros urbanos. De acordo com Neto, Campos e Shigunov (2009), a Revolução Industrial é um marco na história da humanidade, da Ciência Administrativa e também da intensificação dos problemas ambientais por meio da degradação do meio ambiente e da diminuição dos recursos naturais. Esse período se caracterizou pela transição de uma sociedade fundamentada em uma economia agrária para uma nova sociedade, pautada nos princípios de uma economia industrial.

Segundo muitos pesquisadores, a Revolução Industrial foi dividida em fases. Na primeira fase da Revolução Industrial, entre os anos de 1750 e 1860, o processo de industrialização foi baseado exclusivamente no setor têxtil. Em seguida, a segunda fase, que se estendeu até o início do século XX, baseou-se nas indústrias de bens de capital, no carvão, no ferro e no aço (Neto, Teixeira e Campos, 2005). Já a terceira fase, até o final da Segunda Guerra Mundial, foi um período da Revolução Industrial caracterizado por inúmeras inovações, automatização da produção, a sociedade de massa e pela difusão dos meios de comunicação.

A partir desse período, no Brasil, o desenvolvimento industrial ocorreu de maneira mais intensiva, na medida em que os centros urbanos cresciam.

Nos dias de hoje observa-se um reflexo amplo do sistema pelo qual a humanidade se desenvolveu. Segundo Braun (2001) o processo de modernização do desenvolvimento tecnológico acelerado, durante todo o último século, trouxe inúmeros benefícios e maior conforto e qualidade de vida para as pessoas de uma maneira geral, mas também gerou degradações ecológicas e problemas sociais e econômicos globais muito evidentes.

### **3.2 A indústria de laticínios**

A indústria de laticínios no Brasil, assim como muitas outras, começou a se desenvolver mais expressivamente a partir da 2ª Guerra

Mundial, concomitantemente ao crescimento dos centros urbanos em diversas regiões do país.

No Brasil, dentre os diversos setores da indústria alimentícia, o setor de laticínios destaca-se entre os quatro principais (em valor). A ordem decrescente de liderança, segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA, 2010), é: derivados de carne; beneficiamento de café, chá e cereais; açúcares e, por fim, ocupando a quinta posição, laticínios. Estima-se que a participação dos laticínios seja de aproximadamente 10% no faturamento total da indústria de alimentos (CARVALHO, 2010).

A variedade de produtos produzidos pelas indústrias de laticínios é grande, compreendendo desde o processo do leite pasteurizado, manteiga e queijo até uma linha de produtos mais elaborados, tais como: cremes, diversos tipos de queijo, ricota, requeijão, sorvetes, iogurtes, leite em pó, leite condensado, entre outros.

Além da importância econômica e social, o leite é um alimento de grande valor nutritivo. Como exemplos se podem citar a grande concentração de cálcio, que é essencial para a formação e manutenção dos ossos; as proteínas do leite, que propiciam a formação e manutenção dos tecidos; as vitaminas A, B1, B2 e minerais que favorecem o crescimento e a manutenção de uma vida saudável. Além disso, atualmente, a indústria de laticínios tem elevado o valor nutritivo dos produtos, enriquecendo-os com vitaminas, minerais e ômega (CARVALHO et al., 2008).

Assim, percebe-se que o agronegócio dos produtos derivados de leite ocupa posição de destaque na indústria alimentícia e sua contribuição em termos de poluição das águas torna o desenvolvimento de práticas ligadas ao controle ambiental necessário e obrigatório.

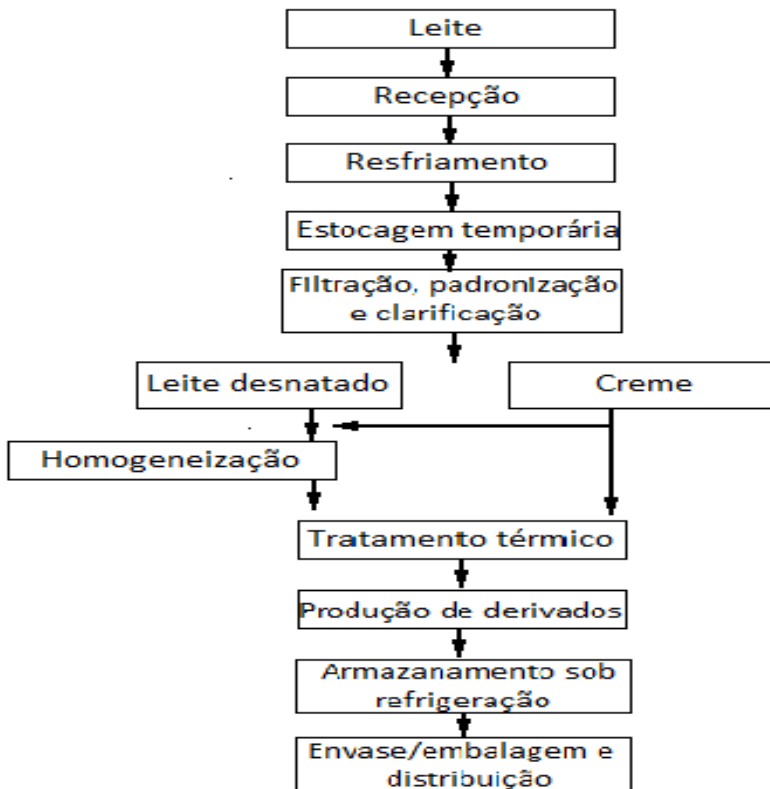
### **3.2.1 Processos e efluentes da indústria de laticínios**

Apesar de emissões atmosféricas e resíduos sólidos também serem poluentes gerados nas indústrias lácteas, os principais impactos ambientais estão relacionados à geração de efluentes líquidos, geralmente sem nenhum tipo de controle ou tratamento. A composição desses efluentes consiste de materiais sólidos flutuantes (principalmente substâncias graxas) de uma variedade de fontes, desinfetantes, detergentes, lubrificantes, esgoto doméstico e, sobretudo, quantidades variáveis de leite diluído. A água utilizada, o tipo de processo e o controle exercido sobre as várias descargas de resíduos são os principais fatores determi-

nantes da quantidade e da carga poluidora das águas residuárias dessas indústrias (BRAILE, CAVALCANTI, 1979).

Um bom entendimento das diversas técnicas de processamento dos produtos fabricados nas indústrias de laticínios, das várias operações unitárias envolvidas e das suas fontes potenciais de águas residuárias é essencial para a minimização do volume e da carga poluidora dos despejos. A Figura 1 apresenta o processo produtivo geral de produtos lácteos.

**Figura 1 – Processo produtivo geral de produtos lácteos**



Fonte: Adaptado de Saraiva (2008).

Todas as operações (exceto o resfriamento) dão origem a despejos de mesma natureza daqueles oriundos do processamento do leite. Os

principais efluentes líquidos no processamento do leite são: as águas de lavagem de equipamentos e piso, os esgotos sanitários gerados, os detergentes e desinfetantes usados nas operações de lavagens e sanitização, as águas pluviais captadas na indústria, quebra de embalagens contendo leite, perdas nas enchedeiras e lubrificantes empregados na manutenção de equipamentos.

Segundo Silva (2006, apud CASTRO, 2007), o volume de água consumido pela indústria de laticínios relaciona-se com a sua geração de efluentes líquidos. A tendência de muitos projetistas de igualar, por medida de segurança, o volume de efluentes ao volume de água consumido pode ser justificada pela relação entre o volume de efluentes líquidos gerados e o volume de água consumida pela indústria láctea que de acordo com Strydom (1997 apud CASTRO, 2007), situa-se entre 0,75 e 0,95.

### **3.2.2 Pontos críticos da indústria**

Entre os pontos críticos na produção de dejetos existentes na indústria de laticínios, apresentados por MACHADO (2010, apud CARVALHO G. R., 2011) destacam-se:

1. Lavagem dos caminhões tanque, gerando grande volume de resíduos com elevada carga orgânica;
2. Pasteurização do leite, que emprega soluções alcalinas e ácidas muito concentradas na higienização do pasteurizador;
3. Coagulação, corte, homogeneização e drenagem do soro, que utiliza grande volume de água para a remoção de soro e coágulos de queijo que resultam do processo;
4. Limpeza rigorosa dos equipamentos e do piso da sala de produção, utilizando grande quantidade de água e resultando em grande volume de efluente, com grandes quantidades de sólidos, coágulos, detergentes e desinfetantes. Esta etapa ocorre no final do expediente;
5. Lavação rigorosa dos equipamentos e do piso do setor de embalagens.

Os efluentes líquidos são considerados uns dos principais contribuintes para o aumento da vazão e da carga poluidora das indústrias lácteas. Muitos laticínios descartam o soro junto com os efluentes líquidos, agravando o potencial poluidor destes resíduos. Segundo Braile &

Cavalcanti (1979), a grande concentração de matéria orgânica aliada à falta de nitrogênio são as características que dificultam imensamente a estabilização do soro pelos métodos convencionais de tratamento biológico.

Este subproduto, oriundo da fabricação de queijo, caseína e outros produtos de leite acidificado, é aproximadamente cem vezes mais poluente que o esgoto doméstico. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5</sub>) do soro varia entre 25.000 e 120.000 mg.L<sup>-1</sup>, sendo que nele está contida perto da metade dos sólidos do leite integral (Feam, 2003 apud CASTRO, 2007).

De acordo com Saraiva (2008), em média, para se fabricar 1 kg de queijo são necessários 10 litros de leite, com geração de 9 kg de soro. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Queijo – ABIQ, a produção anual de queijos no Brasil tem-se mantido em torno de 350.000 toneladas nos últimos anos, o que corresponde a uma geração de cerca de 3,2 milhões de toneladas de soro de queijo. Por mais que o soro (bruto) de queijo seja utilizado como alimento animal ou processado em pó para a produção de biscoitos e alimentos lácteos, o elevado custo para a concentração do soro limita sua adoção como prática comum. Dessa forma, grande parte do soro do queijo produzido nas indústrias de laticínios continua sendo incorporado as suas águas residuárias, afetando de maneira bastante significativa a qualidade do efluente das indústrias que não estão adaptadas para sua recuperação. Tal fato pode ser observado na Tabela 1 abaixo.

**Tabela 1 – Qualidade do efluente com e sem recuperação do soro**

Parâmetros (mg.L <sup>-1</sup> )	Instalação com Recuperação do Soro	Instalação sem Recuperação do Soro
DBO <sub>5</sub>	2.397	5.312
DQO	5.312	20.559
Gorduras	96	463
N Total	90	159
P Total	26	21

Fonte: European Commission – Integrated Pollution Prevention and Control (2006 apud Saraiva, 2008).

Logo, independente do tipo de tratamento escolhido é sempre importante cuidar para que o soro tenha uma destinação separada dos de

mais efluentes. É o caso, também, do leite ácido e do leite de leite devido aos elevados valores nutritivos e elevadas concentrações de suas cargas orgânicas.

Além desses subprodutos, os efluentes líquidos dos esgotos sanitários e dos esgotos pluviais também devem possuir tubulações independentes, principalmente os esgotos pluviais, pois, geralmente, não recebem qualquer tipo de tratamento para sua disposição (SARAIVA, 2008). Os efluentes da indústria láctea e os esgotos sanitários costumam convergir nos seus pontos finais a fim de promover a mistura deles antes da estação de tratamento ou lançamento em curso de água.

Para as águas de resfriamento são utilizados sistemas fechados de recirculação, no sentido de diminuir o volume de efluente a ser enviado para tratamento, além de minimizar o consumo diário de água (BRAILLE, CAVALCANTI, 1979).

### **3.3 Produção Mais Limpa**

#### **3.3.1 Histórico e panorama geral**

Existe um velho provérbio que diz: “Um grama de prevenção vale um quilo de cura”. Esse conselho valioso através dos tempos está agora sendo usado para ajudar a conseguir o desenvolvimento sustentável (Thomas, Callan, 2010). Essa é a ideia base da produção mais limpa. Trata-se, portanto, de uma abordagem no longo prazo que visa reduzir a quantidade ou a toxicidade dos resíduos lançados no meio ambiente. A prevenção da poluição estimula o deslocamento dos controles de “fim de tubo” para as estratégias de redução no início e ao longo dos processos.

O uso do termo (prevenção da poluição) começou em 1976. Seu criador foi o Dr. Joseph Ling da 3M, que desenvolveu o Programa de Pagamentos por Prevenção da Poluição (Lora, 2000). A partir dessa época, surgem os primeiros movimentos da ecologia profunda, pregando uma adoção de novos paradigmas para o desenvolvimento socioeconômico.

Em 1983, é constituída a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), conhecida como Comissão Brundtland, que tinha como objetivos propor estratégias de longo prazo para a conciliação entre crescimento econômico e conservação ambiental. De lá para cá, alguns termos foram adotados para representar uma ideia semelhante, como P2, Ecologia Industrial, Produção Limpa e Produção Mais limpa.

Outro marco histórico no contexto global foi a criação da Agenda 21, documento oficial aprovado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992. Esse documento recomenda a adoção de novas práticas sociais, econômicas e políticas, constituindo-se um plano de ação para que se alcance os objetivos do desenvolvimento sustentável.

Na década de 90 surgem conceitos como gestão ambiental e gerenciamento integrado das organizações. No ano de 1994 foi iniciado o Programa de Centros Nacionais de Produção Limpa (NCPC), que é uma iniciativa entre a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) e o Centro de Atividades do Programa de Meio Ambiente em Paris (IEPAC).

No Brasil, o NCPC é patrocinado pelo SENAI e foi iniciado em 1995, sendo o SENAI do Rio Grande do Sul o escolhido para ser a instituição hospedeira do centro brasileiro, o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL).

### **3.3.2 Vantagens da Produção Mais Limpa**

A prevenção da poluição na fonte leva à diminuição dos custos de disposição final dos resíduos, devido à diminuição radical da quantidade dos mesmos. Diminuem também os custos de produção devido à utilização mais eficiente das matérias-primas e da energia, assim como das inversões capitais em sistemas de tratamento de resíduos. Isto não quer dizer que qualquer projeto de prevenção da poluição se pague completamente por si mesmo num tempo aceitável (LORA, 2000).

Nota-se que a P+L possui benefícios tanto diretos e calculáveis quanto indiretos e subjetivos. A implantação de gerenciamento ambiental baseado na prevenção da poluição melhora a imagem pública da empresa diante dos consumidores, das comunidades vizinhas, da imprensa, do público em geral e das agências ambientais. As empresas que adotam esse tipo de medida também possuem mais facilidade para atenderem as leis ambientais e melhoram a sua competitividade no mercado, já que o consumidor também está cada vez mais exigente.

### **3.3.3 Comparação entre tecnologias convencionais e Produção Mais Limpa**



O quadro 1 relaciona as diferenças entre Tecnologias Fim de Tubo e Produção mais Limpa.

**Quadro 1 - Diferença entre tecnologia de fim de tubo e Produção Mais Limpa**

<b>Tecnologias Fim de Tubo</b>	<b>Produção mais Limpa</b>
Como se pode tratar os resíduos e as emissões existentes?	De onde vem os resíduos e as emissões?
Pretende reação	Pretende ação
Geralmente leva a custos adicionais.	Pode ajudar a reduzir custos
Os resíduos e emissões limitados através de filtros e técnicas de tratamento; Soluções de Fim de Tubo; Tecnologia de reparo; Estocagem de resíduos.	Prevenção de resíduos e emissões na fonte; Evita processos e materiais potencialmente tóxicos.
Proteção Ambiental entra depois do desenvolvimento de produtos e processos	Proteção ambiental entra como parte integral do <i>design</i> do produto e da engenharia de processo.
Problemas ambientais resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico.	Tenta-se resolver os problemas ambientais em todos os níveis / em todos os campos.
Proteção ambiental é um assunto para especialistas competentes.	Proteção ambiental é tarefa de todos.
É trazida de fora	É uma inovação desenvolvida na empresa.
Aumenta o consumo de material e energia.	Reduz o consumo de material e energia.
Complexidade e riscos aumentados.	Riscos reduzidos e transparência aumentada.
Resultado de um paradigma de produção do tempo em que os problemas ambientais não eram conhecidos.	Abordagem que pretende criar técnicas de produção para um desenvolvimento sustentável.

Fonte: Adaptado de CNTL (2000).

A partir do quadro pode-se observar evidentemente a diferença de abordagem entre as tecnologias convencionais e a produção mais limpa.

### **3.3.4 Algumas medidas de P+L para a indústria de laticínios**

Para otimizar o processo industrial certas medidas podem ser tomadas, principalmente por pequenas e médias empresas, a fim de reduzir os desperdícios de produtos e de matéria-prima, além de economizar com os insumos. Alguns exemplos segundo Braile e Cavalcanti (1979) são: práticas de controle de uso da água, práticas de redução na concentração de substâncias usadas nas operações de limpeza, desinfecção, segregação dos despejos conforme suas características, desenvolvimento de programas de manutenção dos equipamentos e linhas de processo objetivando manter um mínimo as perdas por vazamento (muito comuns em tubulações, válvulas e selos de bombas), conscientização do pessoal, etc.

As operações ou processos que geram efluentes líquidos nas indústrias de beneficiamento do leite são apresentados no Quadro 2.

## Quadro 2 – Operação ou processos que geram efluentes líquidos na indústria de laticínios

Operação ou Processo	Descrição
Lavagem e limpeza	<p>Enxaguamento para remoção de resíduos de leite ou de seus componentes, assim como de outras impurezas que ficam aderidas em latões de leite, tanques diversos (inclusive os tanques de caminhões de coleta de leite e silos de armazenamento de leite), tubulações de leite e mangueiras de soro, bombas, equipamentos e utensílios diversos utilizados diretamente na produção.</p> <p>Lavagem de pisos e paredes.</p> <p>Arraste de lubrificantes de equipamentos da linha de produção, durante as operações de limpeza.</p>
Descartes e descargas	<p>Descargas de misturas de sólidos de leite e água por ocasião do início e interrupção de funcionamento de pasteurizadores, trocadores de calor, separadores e evaporadores.</p> <p>Descarte de soro, leite e leite ácido nas tubulações de esgotamento de águas residuárias.</p> <p>Descarte de finos oriundos de fabricação de queijos.</p> <p>Descarga de produtos e materiais de embalagem perdidos nas operações de empacotamento, inclusive aqueles gerados em colapsos de equipamentos e na quebra de embalagens.</p> <p>Produtos retornados à indústria.</p>
Vazamentos e derramamentos	<p>Vazamentos de leite em tubulações e equipamentos correlatos devido à operação e manutenção inadequadas de equipamentos.</p> <p>Transbordamento de tanques, equipamentos e utensílios diversos.</p> <p>Negligência na execução de operações, o que pode causar derramamentos de líquidos e de sólidos diversos em locais de fácil acesso às tubulações de esgotamento de águas residuárias.</p>

Fonte: Machado *et al* (2002 apud SARAIVA, 2008).

A partir dessas informações relevantes, algumas medidas de P+L podem ser sugeridas, como as seguintes:

- a) **Controle de recebimento de matérias-primas e produtos auxiliares - Redução na fonte**

A implantação de sistema de controle de qualidade para matérias-primas e produtos auxiliares implica no estabelecimento de critérios e no conhecimento das especificações dos produtos considerados aceitáveis. Essa medida exige treinamento de pessoal para a realização de testes analíticos e procedimentos operacionais que garantam sua adequada aplicação. Reduz a quantidade de resíduos gerados.

**b) Controle de materiais armazenados - Redução na fonte**

Controlar os volumes de aquisição de leite conforme a demanda produtiva, usar primeiro o produto que chegou primeiro. Com pouco investimento se consegue bons resultados nesse quesito. Reduz perda de material.

**c) Redução das perdas - Redução na fonte**

Derramamentos e perdas de matéria-prima estão diretamente relacionados a acréscimos na quantidade e carga poluidora dos efluentes líquidos. É necessário criar mecanismos para diminuir a perda no recebimento da matéria-prima, como colocar tanques, bombas, tubulações, e cuidar com as perdas pelo acondicionamento inadequado.

**d) Utilização do leiteiro - Redução na fonte**

O leiteiro possui composição similar a do leite desnatado com alto teor de fosfolipídios. Seu descarte como efluente provoca aumento na carga poluidora, especialmente no teor de orgânicos. Ele pode ser utilizado: na alimentação do gado, na preparação de alguns tipos de queijos, na indústria alimentícia em panificação e preparação de sobremesas e sorvetes. Na indústria ele precisa passar por um processo de desidratação (CETESB, 2008).

**e) Utilização do soro – Reciclagem**

Reduz o volume e a carga orgânica do efluente e pode trazer benefício econômico pelo seu uso. O soro pode ser recuperado no processo e ter alguns destinos. O principal destino que se dá para o soro é para a alimentação de animais suínos e bovinos.

**f) Eliminação seca do sal do queijo após a salga – Redução na fonte**

O sal utilizado nos processos de salga dos queijos confere alta condutividade ao efluente final. Essa medida diminui o custo com tratamento e diminui o custo com sal, pois esse sal pode ser reaproveitado se bem armazenado.

**g) Limpeza a seco de superfícies - Redução na fonte**

A remoção prévia dos resíduos sólidos reduz a quantidade de sólidos no efluente e diminui o consumo de água. Esse procedimento pode permitir reduções da ordem de 25% da água consumida na limpeza (CETESB), sendo o gerenciamento dos resíduos removidos sem água mais fácil e econômico.

**h) Utilização de água pressurizada para limpeza de superfícies - Redução na fonte**

O uso de água pressurizada aumenta a eficiência da limpeza devido à ação mecânica exercida para a remoção da sujeira, esses equipamentos normalmente não têm um gasto tão grande com água. A vantagem é a fácil instalação.

**i) Utilização de detergentes de uso único - Redução na fonte**

Programas de limpeza com utilização de detergentes de única aplicação (retiram proteínas, gorduras e lactose e sais) requerem menos estágios de lavagem e menores aplicações de produto, além do que, o tempo gasto na limpeza é menor do que o gasto com o uso de sistemas convencionais, e pode chegar, em alguns casos, a uma redução de 25%, o que corresponderia a um aumento de 1,5 horas por dia de tempo na produção (CETESB).

**j) Recuperação de produtos de limpeza - Redução na fonte**

A quantidade de produtos de limpeza utilizados em empresas de laticínios é alta. Há técnicas de recuperação dessas soluções que se utili-

zadas tornam possíveis seus reusos e conseqüentemente, provoca um decréscimo em seu consumo.

**k) Boas práticas para redução do consumo de água- Redução na fonte**

O controle frequente, e periódico, do consumo de água na indústria permite detectar vazamentos na rede interna de abastecimento e o consumo desnecessário em diversas áreas. Controlar o consumo diariamente pode possibilitar a identificação de variações significativas na realização das mesmas operações em situações diversas e realizadas por diferentes operadores.

## **4 METODOLOGIA**

Neste trabalho foi utilizada a metodologia recomendada pelo CNTL (Centro Nacional de Tecnologias Limpas). O trabalho se iniciou pelo diagnóstico geral da indústria, que abrangeu os insumos utilizados na produção do queijo e da manteiga, as etapas de produção, os resíduos gerados nos diversos processos dentro e fora da fábrica e o tratamento e disposição final desses resíduos. Obteve-se também os dados gerais da empresa e a planta baixa da empresa (em versão impressa).

Foram realizadas quatro visitas à empresa, com permanência na indústria de dois a três dias por visita. Nas duas primeiras visitas foi feito um diagnóstico geral da indústria, e nas outras visitas foi realizado, com maior detalhamento, o balanço de massa e energia. As etapas do desenvolvimento do trabalho são descritas a seguir.

### **4.1 Sensibilização**

A primeira etapa da metodologia é a conscientização da gerência da empresa, enfatizando-se as vantagens e melhorias que um programa de produção mais limpa pode proporcionar. Utiliza-se exemplos de P + L implementados em outras indústrias como agente de motivação. Em seguida, apresenta-se o plano aos funcionários da empresa, para divulgar a metodologia para todos os trabalhadores envolvidos no processo.

No primeiro momento, a criação do programa de produção mais limpa foi discutida com um dos gerentes da empresa, que concordou com a iniciativa e deu apoio para viagens e visitas técnicas. Já na indústria, a ideia do programa foi compartilhada com alguns funcionários distintos, como o mestre queijeiro, o lavador dos caminhões, o mestre de obras, a gerente de produção e a gerente de contabilidade. Em um segundo momento, no início da implantação do programa, será realizada uma convenção com todos os funcionários da indústria, onde serão expostos os problemas detectados, as medidas que serão aplicadas e os procedimentos a serem seguidos. Ao longo da implantação do programa, conversas individuais com os funcionários complementarão a sensibilização destes.

### **4.2 Pré-avaliação**

A pré-avaliação é realizada com visitas técnicas à indústria e acompanhamento do processo produtivo, a fim de avaliar a abrangência do programa e as possibilidades de implementação de P+L.

Nessa etapa foi feito um diagnóstico ambiental e de processo da empresa, a partir do qual foram obtidos dados referentes à identificação e informações gerais da empresa, informações sobre o processo produtivo, fluxograma do processo produtivo e também um resumo da situação ambiental da empresa.

A pré-avaliação também tem o objetivo de formar um grupo de trabalho, que será responsável pela obtenção e monitoramento dos dados. Na fase de diagnóstico da indústria esse grupo foi composto por um líder e duas ajudantes, as gerentes de produção e de contabilidade.

### **4.3 Balanço de massa e energia**

Nessa etapa, são desenvolvidas planilhas de controle de resíduos e efluentes, que poderão ser preenchidas por alguns trabalhadores capacitados. Faz-se, então, um monitoramento prévio de insumos utilizados, rejeitos descartados e tempo gasto com serviços.

Foram criadas planilhas para registrar informações do uso de água nas cinco mangueiras da indústria. As planilhas foram preenchidas pelas ajudantes do programa, e no final das medições, foi feita uma média dos valores anotados.

Através da realização do balanço de massa e energia, obteve-se a quantidade de matéria-prima e energia utilizadas; a quantidade de resíduos e emissões produzidos e a origem destes. Com essas informações computadas, determinou-se os pontos da empresa onde serão analisados mais detalhadamente os processos e resíduos, pela implementação dos indicadores ambientais e de processo.

### **4.4 Indicadores ambientais e de processo**

Os indicadores ambientais e de processo servem de parâmetro para as alterações realizadas na empresa. Foram determinados indicadores convenientes para cada oportunidade de melhoria, a fim de comparar os processos antes e depois da implementação da produção mais limpa.

Esses indicadores apresentam informações importantes, de fácil leitura, servindo como ferramenta para apoiar decisões e definir metas. Os principais objetivos dos indicadores ambientais e de processo são (Federal Environmental Ministry, 1997):



- ilustrar melhorias ambientais ao longo do tempo em determinadas avaliações;
- detectar potenciais para melhorias no processo produtivo;
- definir objetivos e metas de performance ambiental;
- monitorar o desempenho ambiental;
- identificar oportunidades para produção mais limpa;
- facilitar a realização de *benchmarking* ambiental;
- fornecer dados para publicações referentes a relatórios ambientais; e
- promover a motivação do público interno;
- proporcionar uma base para implementação de Sistemas de Gestão Ambiental.

Os indicadores ambientais podem ser expressos em valores absolutos ou em valores relativos.

#### **4.5 Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental**

Esse estudo é o que geralmente determina se o programa de P+L é viável ou não para ser implementado.

Foi feito primeiro uma avaliação preliminar, a partir dos levantamentos do balanço de massa e dos indicadores ambientais e de processo. Então se procedeu com a avaliação técnica, econômica e ambiental para cada oportunidade de melhoria, com quadros comparativos detalhados, compostos de planilhas, tabelas, gráficos e resultados esperados para cada procedimento. Por fim, foram selecionados os estudos de caso.

Esse estudo segue as seguintes etapas:

Etapal – Avaliação preliminar: Determina-se o nível de detalhes no qual a oportunidade deve ser avaliada e faz-se uma relação das informações ainda necessárias para esta avaliação.

Etapal 2 - Avaliação técnica: Deve-se investigar a natureza da mudança, o efeito sobre a produção, o efeito sobre o número de empregados, treinamentos requeridos, licenças exigidas, aumento do espaço físico, controles de laboratório, exigências em relação à manutenção, entre outros.

Etapal 3 – Avaliação econômica: A lucratividade de um projeto é medida usando-se fluxos de caixa estimados (entradas menos saídas de caixa) para cada projeto. O programa utiliza três métodos padrão para a

medição de lucratividade de um projeto (Ross, Westerfield e Jaffe, 1995, apud CNTL, 2008):

- Período de retorno (payback): tempo que se leva para recuperar o desempenho de caixa inicial para o projeto (recuperação do investimento efetuado com a opção de P+L).

- Taxa interna de retorno (TIR): é uma demonstração de rentabilidade do projeto, sendo que quanto maior for a TIR mais vantagens apresenta o projeto em termos atuais.

- Valor presente líquido (VPL): calcula o valor atual do caixa incremental em perspectivas, pelo uso de uma Taxa Mínima de Atratividade, a partir de uma taxa de juros que seja considerada satisfatória.

Esses índices são extraídos do fluxo de caixa incremental (fluxo de caixa que contempla a diferença entre os fluxos de caixa inicial e o fluxo de caixa esperado).

O método utilizado nessa etapa foi o do período de retorno, com uma taxa de depreciação de 10% ao ano.

Etapa 4 - Avaliação ambiental: Determina-se os impactos positivos e negativos da opção para o meio ambiente.

A partir das avaliações citadas, foram selecionadas as oportunidades de P+L a serem propostas.

#### **4.6 Descrição das oportunidades de melhoria**

Nessa etapa foram descritas as medida de P+L escolhidas para o programa. Para cada caso, levantou-se os aspectos ambientais e econômicos relacionados, então foi descrita a medida a ser tomada e as operações envolvidas nesse processo. Em seguida foi realizada uma análise comparativa de entradas e saídas após a aplicação da medida de P+L. A partir daí, foi realizada uma análise econômica mais detalhada para cada caso. As conclusões foram feitas com base em indicadores ambientais, que demonstram em números a eficiência da medida de P+L tomada.

#### **4.7 Monitoramento e avaliação**

Monitora-se os processos a nível geral e também para cada caso específico. Essa etapa é importante para garantir a continuação da metodologia e verificar se os estudos de caso estão dentro dos padrões pré-estabelecidos. Caso haja resultados indesejados, são avaliadas e implementadas ações corretivas.

O monitoramento pode ser dividido em quatro estágios: planejamento, preparação, implementação, análise e relatório de dados.

Ressalta-se que o monitoramento será realizado caso a empresa opte pela implantação do programa de P+L.

#### **4.8 Resultados gerais**

São apresentados resultados para cada oportunidade de melhoria escolhida para o programa de p+l. Após a descrição das medidas escolhidas, é apresentado, em resumo, um resultado geral do programa de p+L.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Dados gerais da empresa

No Quadro 3 estão resumidos os dados da empresa.

**Quadro 3 – Dados gerais da empresa**

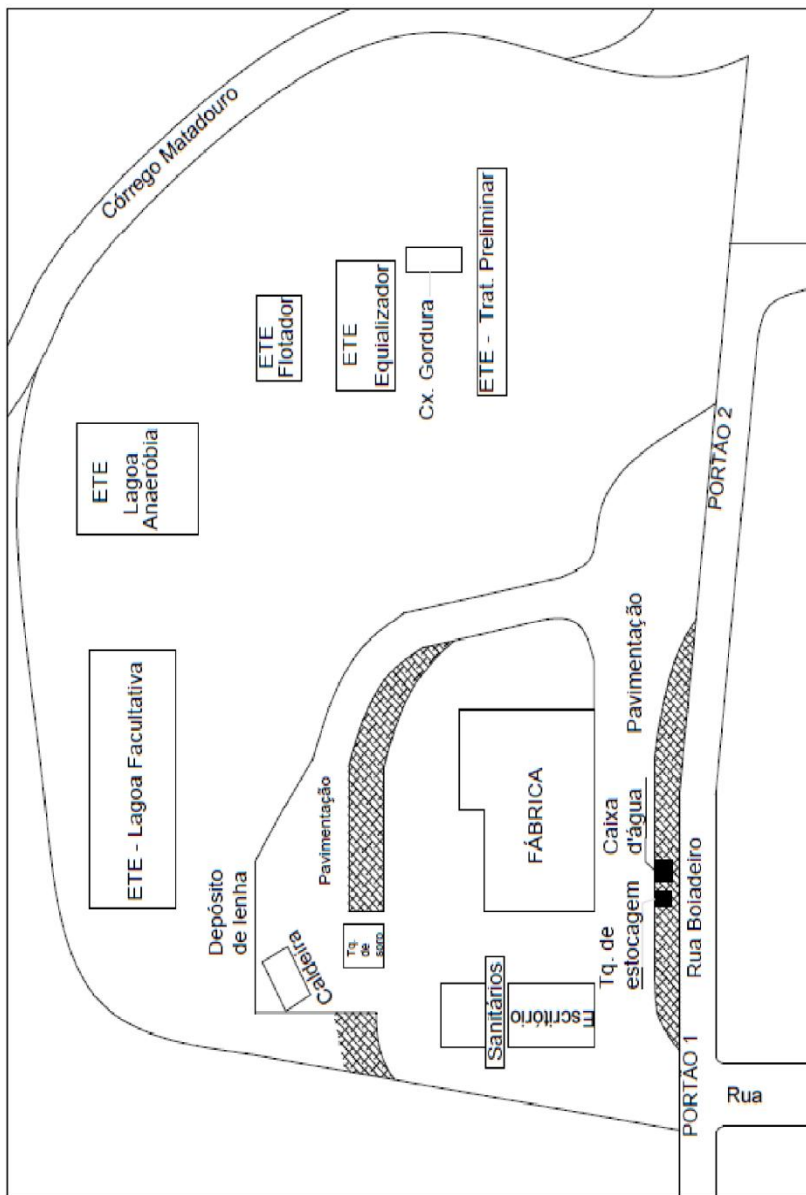
Razão Social:	Três Marias Ind. E Com. Ltda
Atividade:	Indústria de Laticínios
Data de Instalação:	Ano de 1989
Regime de funcionamento:	10h/dia
Número de Funcionários	33
Área do local	Terreno: 5.850 m <sup>2</sup> Construção (fabricação, guarita, administração, vestiário. Casa de compressores e depósito, almoxarifado): 1.326 m <sup>2</sup>

Fonte: dados fornecidos pela empresa.

#### 5.1.1 Desenho esquemático do Laticínios Três Marias

A Figura 2 apresenta, sem escala, um desenho esquemático da indústria.

Figura 2 – Desenho esquemático do Laticínios Três Marias (sem escala)



Fonte: Autor, 2013.

## **5.1.2 Partes componentes da indústria**

Além da fábrica propriamente dita, são listadas a seguir as partes componentes da indústria:

- Escritório;
- Vestiário;
- Laboratório;
- Caldeira;
- Estoque de lenha;
- Almojarifado;
- Estação de Tratamento de Efluentes (em fase de implantação);
- Área de motores dos refrigeradores;
- Pátio de manobra e limpeza de caminhões;
- Área de estocagem e coleta de soro.

## **5.2 Informações sobre o processo de produção**

### **5.2.1 Insumos da atividade industrial**

A matéria prima principal da indústria de laticínios é o leite. A indústria processa aproximadamente 25 mil litros de leite por dia, recebido por diversos produtores da região.

Além do leite, é utilizado sal, Cloreto de Cálcio (CaCl), coalho e fermento para a formação da massa do queijo. Utiliza-se aproximadamente, para cada litro de leite: 6,4g de sal, 0,04ml de solução de CaCl, 20mg de coalho e 32mg de fermento R736 por dia. E para dar coloração ao queijo prato, utiliza-se aproximadamente 0,1ml de corante natural de Urucum para cada litro de leite.

Mais adiante, na salmoura, o queijo é curtido em solução salgada, aonde é utilizado em média 13g de sal para cada 1 kg de queijo.

#### **5.2.1.1 Consumo de água**

A água utilizada no laticínios vem de um poço artesiano que fica no terreno da empresa. Essa água é recalçada por uma bomba de 3 cv para uma caixa d'água, de onde é distribuída pela indústria. Também

pode haver o abastecimento pela rede pública se houver necessidade. Estima-se que são utilizados em média 40m<sup>3</sup> de água por dia. Na Figura 3 pode-se observar a tampa do poço de captação de água e a dosadora de cloro.

**Figura 3 - Poço de captação de água e dosadora de cloro**



Fonte: Autor, 2012.

### 5.2.1.2 Consumo de energia e combustíveis

A energia elétrica utilizada na indústria provém estritamente da concessionária de energia; são utilizados óleo diesel e gasolina nos caminhões de coleta de leite e de distribuição dos produtos; é utilizada lenha grossa e fina na caldeira. A tabela 2 mostra em detalhes o consumo de energia da empresa.

**Tabela 2 – Energia utilizada**

Forma de energia	Consumo mensal aproximado	Custos (R\$)
Energia elétrica	18.800 kWh	9.430,00
Óleo combustível	Óleo diesel: 10.960 L Gasolina: 195 L	24.000,00 600,00
Lenha	100 m <sup>3</sup>	5.500,00

TOTAL	-	39.530,00
-------	---	-----------

Fonte: dados fornecidos pela empresa.

### 5.2.2 Principais equipamentos utilizados na produção

O quadro 4 apresenta os principais equipamentos operados na indústria. Em seguida, a figura 3 ilustra alguns desses equipamentos.

**Quadro 4 – Principais equipamentos utilizados no processo de produção.**

Processo/Local	Equipamento
Na plataforma de recepção do leite	-Pasteurizador
Dentro da fábrica, na sala de preparo da massa	-Tanque Queijo Mat -Dreno-prensa -Máquina de cortar a massa
Salmoura e Câmara de Secagem	-Refrigeradores
Embalagem	-Máquina de embalar -“Roda Gigante”
Produção de creme	-Desnatadeira
Produção da Manteiga	-Batedeira de manteiga

As Figuras 4 a 7 mostram alguns dos principais equipamentos utilizados nos processos produtivos.



**Figura 4 – Máquina desnataadeira (para fazer o creme a partir do soro)**



Fonte: Autor, 2012.

**Figura 5 – Máquina bateadeira de manteiga**



Fonte: Autor, 2012.

**Figura 6 - Pasteurizador**



Fonte: Autor, 2012.

**Figura 7 – Tanque Queijo Mat**

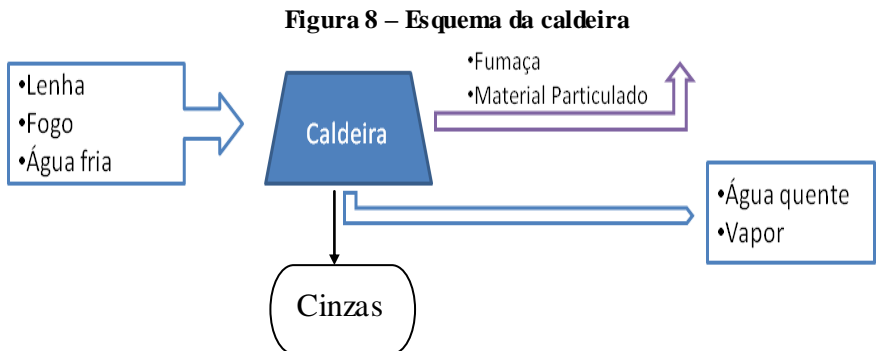


Fonte: Autor, 2012.

## 5.2.3 Linha de produção

### 5.2.3.1 Processo geral

A Figura 8 representa o processo que ocorre na caldeira da indústria.



Fonte: Autor, 2012.

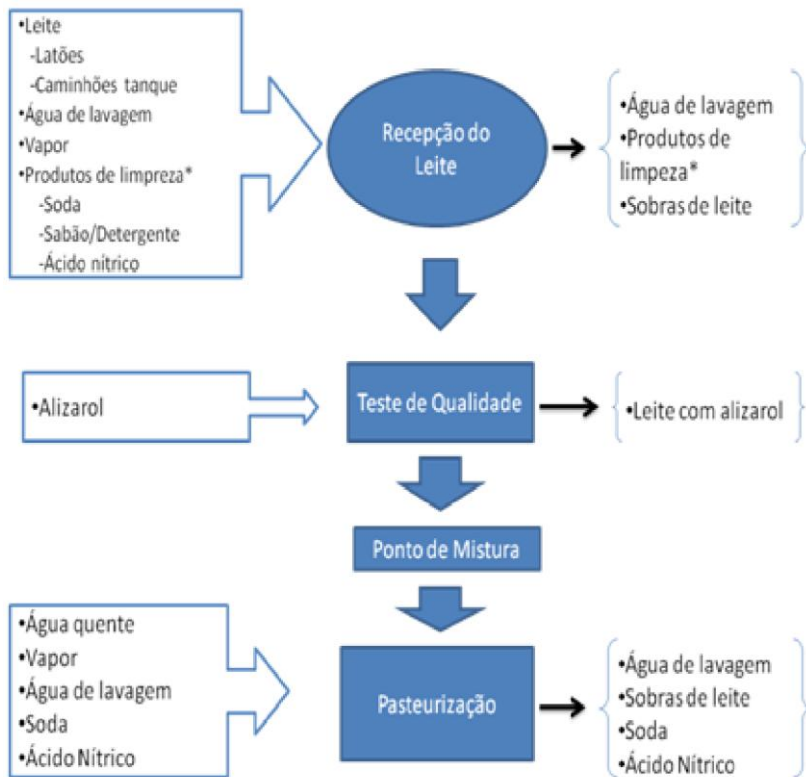
A figura 9 mostra a caldeira e uma parte do espaço utilizado para estocar a lenha.



Fonte: Autor , 2012.

A Figura 10 representa o processo geral para as diferentes linhas de produção. Todo o leite que chega à indústria passa pela plataforma de recepção do leite. Neste local, são feitas as análises de termo-estabilidade e acidez do leite e é realizada a pasteurização. Também se faz a limpeza dos latões, com o auxílio de uma máquina lavadora de latões. A plataforma de chegada é ilustrada na figura 11.

**Figura 10 – Fluxograma do processo produtivo geral**



Fonte: Autor, 2012.

**Figura 11 – Plataforma de recepção do leite**



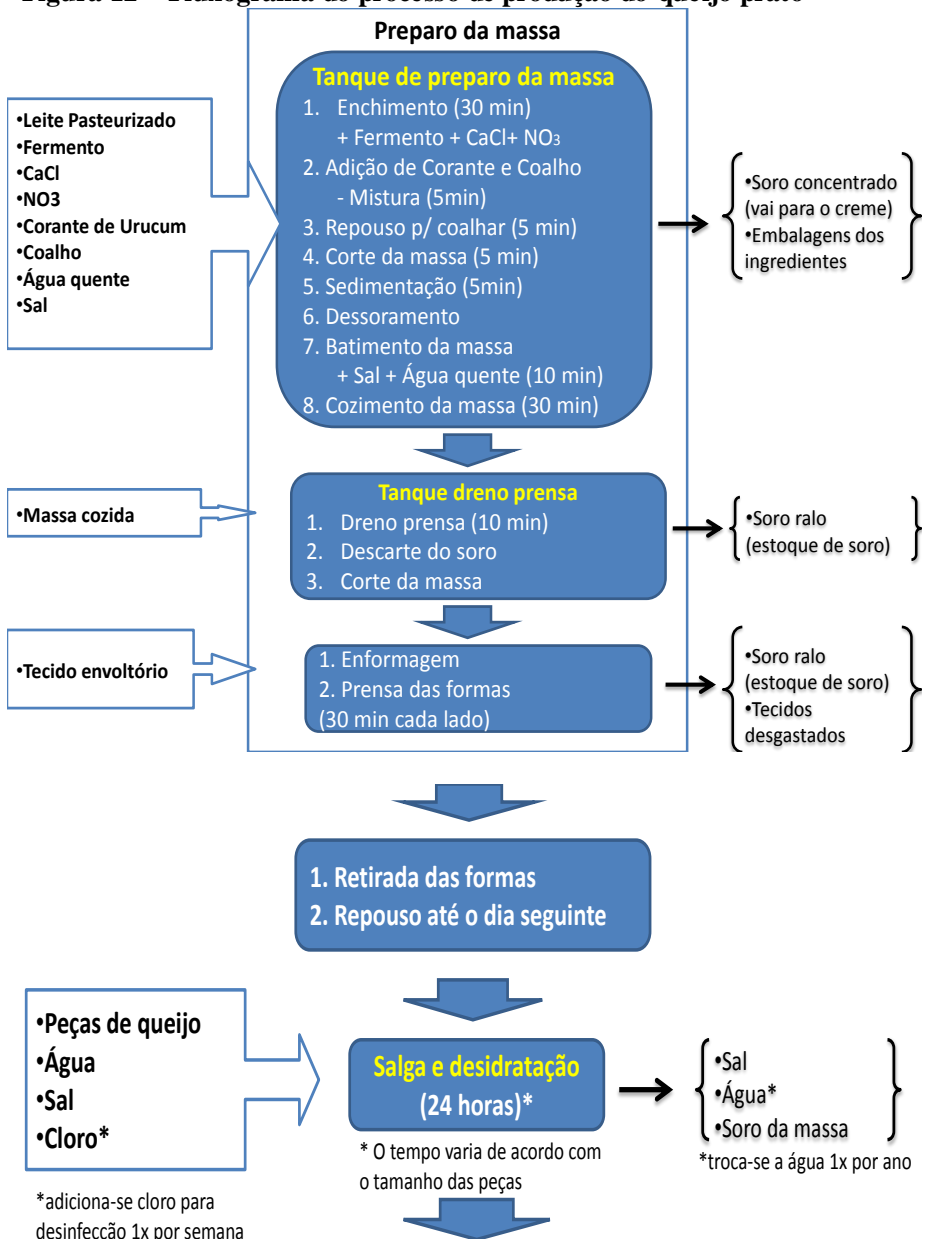
Fonte: Leandro Eric Sessin, 2012.

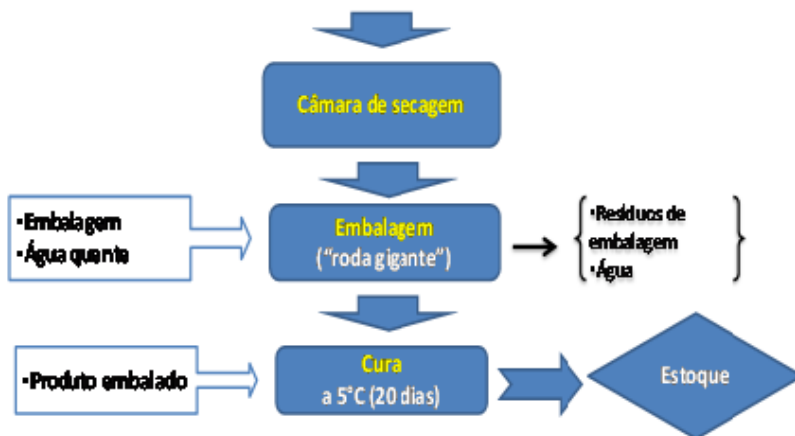
### **5.2.3.2 Produção do queijo prato**

O queijo prato é o principal produto produzido no laticínios, representando aproximadamente 72% da receita dos produtos comercializados.

Pode-se observar com detalhes todos os processos ocorridos durante a produção do queijo prato na Figura 12.

**Figura 12 – Fluxograma do processo de produção do queijo prato**





Fonte: Autor, 2012.

### 5.2.3.3 Produção dos queijos minas e mussarela

Os queijos minas e mussarela possuem processos de produção semelhantes ao do queijo prato, seguindo as mesmas etapas principais, porém com algumas diferenças de matéria prima e tempo de produção. Para não sobrecarregar o trabalho, julgou-se conveniente apenas relatar tais diferenças em relação ao processo de produção do queijo prato.

- Queijo minas

Não se utiliza corante e a quantidade de fermento utilizada para o preparo da massa é consideravelmente menor. O tempo de salga também é menor, com duração de 3 horas.

- Queijo mussarela

Não se utiliza corante e sal durante a etapa de preparo da massa. O tempo de salga e desidratação varia de 3 a 24 horas, de acordo com o tamanho das peças que entram na salmoura. A cura após embalagem não é necessária.

### 5.2.3.4 Produção do creme

O creme é produzido a partir do soro concentrado, dentro da máquina desnatadeira. São produzidos aproximadamente de 5 a 6 latões de creme por dia, com 50 litros cada. Para a produção de cada latão, utiliza-se 3000L de soro, ou seja, são necessários 60 litros de soro para cada litro de creme.

Como resíduo dessa etapa, tem-se o soro menos concentrado, que segue para o reservatório de soro.

Os latões de creme são resfriados até o dia seguinte na câmara de cura, onde o produto ganha consistência, para ser utilizado na produção da manteiga.

### 5.2.3.5 Produção da manteiga

A produção da manteiga é feita a partir do creme desnatado e resfriado, através de um processo físico de batimento do creme, misturado com água gelada.

Adiciona-se 4 latões de creme e 1 latão de água gelada, inicialmente. Bate-se essa mistura por 10 minutos e adiciona-se mais um latão de água gelada. Bate-se novamente e adiciona-se mais um latão de água gelada. Bate-se pela última vez e obtém-se então a manteiga.

Como saída desse processo produtivo, tem-se a água de lavagem do equipamento.

São produzidos aproximadamente 40 kg de manteiga para cada latão de creme utilizado. No total de um dia, são produzidos em média 180 Kg de manteiga.

### 5.2.4 Entradas e saídas do processo produtivo

O Quadro 5 demonstra as entrada e saídas dos processos que ocorrem na indústria.

**Quadro 5 – Entradas e saídas dos processos industriais**

<b>Etapa</b>	<b>Entradas (por dia)</b>	<b>Saídas (por dia)</b>
<b>Recepção do Leite</b>	Leite: 25.000 L Água para lavar latões: 1.000 L Água para lavar a plataforma: 1.200 L Soda: 3 Kg	Água de lavagem (Soda, detergente, material residual): 2.000 L
<b>Pasteurização</b>	Água de retorno: 1.200 L Água para lavar: 500 L Soda: 3 kg Solução ácido nítrico: 3 L	Água de lavagem (soda, detergente, ácido, material residual): 550 L Água despejada para o resfriamento do equipamento: 500 L



<b>Fabricação da massa</b>	Água quente: 5 mil Litros CaCl: 1,5 Litros Sal: 160 Kg Fermento: 800 gramas Água para lavar: 6 mil Litros	Soro concentrado: 10 mil Litros Soro ralo: 30 mil Litros Água lavagem: 6 mil Litros
<b>Salmoura</b>	Água: 5 mil L/Ano Sal: 30 Kg/dia Cloro: 4,25 L/semana	Água de troca 1 x por ano (sal, soro, cloro, resíduos orgânicos): 5.500 L/Ano
<b>Embalagem</b>	Queijo: 1.500 peças Embalagem plástica: 1.500 unidades Água quente: 200 L	Água: 200L Água lavagem: 100 L Resíduos de embalagens: -
<b>Creme</b>	Soro concentrado: 16.000 L Água lavagem: 300 L	Soro: 15.600 L Água lavagem (soda, detergente, material residual): 500 L
<b>Manteiga</b>	Creme: 200 Kg Água gelada: 150 L Água lavagem: 300 L	Água lavagem (soda, resíduos orgânicos): 300 L
<b>Estocagem</b>	-	-
<b>Transporte</b>	Energia (combustível)	Emissão gasosa

Fonte: Autor e dados fornecidos pela empresa

É importante ressaltar que todo o soro que sobra no processo produtivo é estocado em reservatórios no terreno da indústria, em um local de acesso disponível aos fazendeiros da região, que coletam o produto de acordo com suas necessidades, para a alimentação de suínos e bovinos. Os reservatórios de soro para distribuição estão ilustrados na figura 13.

**Figura 13 – Estocagem de soro para doação**



Fonte: Autor, 2012.

### **5.2.5 Monitoramento dos resíduos**

A indústria consome em média 40 m<sup>3</sup> de água por dia (medições em campo e dados fornecidos pelo fabricante), e gera quantidade semelhante de efluentes líquidos. A maior parte deste montante é destinada à lavagem de equipamentos, pisos, caminhões e latões. Também é utilizada a água para os diversos processos que ocorrem na indústria, tais como pasteurização, preparo da massa, salga e embalagem.

Quanto aos resíduos sólidos, estão expostos na tabela 8.

**Quadro 6 – Resíduos gerados na indústria**

<b>Tipo de resíduo</b>	<b>Local de geração</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Destino</b>
Rebarbas de embalagem	Setor de embalagens	-	Caldeira
Sacos plásticos	Recebimento de produtos	-	Coleta convencional, Caldeira

Cinzas e escória	Caldeira	4 carrinhos de mão cheios por dia	Nivelamento e preenchimento de terreno
Resíduos de escritório	Escritório	-	Coleta convencional, Caldeira
Caixas de plástico	Estoque, distribuição	-	Coleta Convencional
Caixas de papelão	Transporte	-	Caldeira

Fonte: dados fornecidos pela empresa.

### 5.2.6 Levantamento de dados: produtos, subprodutos, matéria prima, resíduos e efluentes

A tabela 3 apresenta a quantidade média diária produzida de cada produto.

**Tabela 3 – Produtos produzidos**

<b>Produto</b>	<b>Quantidade diária aproximada</b>
Queijo Prato	1.800 kg
Queijo Minas	360 kg
Queijo Mussarela	140 kg
Manteiga	180 kg
Creme	250 kg

Fonte: dados fornecidos pela empresa.

O Quadro 7 descreve os produtos, subprodutos e efluentes da linha geral de produção, e a tabela 4 apresenta as matérias primas utilizadas no processo produtivo.

**Quadro 7 - Subprodutos, resíduos e efluentes.**

<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Destino</b>
-------------	-------------------	----------------

<b>Creme</b>	250 kg/dia	Produção da manteiga
<b>Soro concentrado</b>	10.000 litros/dia	Produção do creme e doação
<b>Soro ralo</b>	30.000 litros/dia	Doação
<b>Água de lavagem dos caminhões</b>	3 mil litros/dia	Rede pública de esgoto
<b>Água de lavagem dos latões</b>	1 mil litros/dia	Pré-tratamento e rede pública de esgoto
<b>Água de lavagem dos equipamentos</b>	14 mil litros/dia	Pré-tratamento e rede pública de esgoto
<b>Água de lavagem de pisos e área externa</b>	16 mil litros/dia	Pré-tratamento e rede pública de esgoto, ou drenagem pluvial
<b>Água da salmoura</b>	5 mil litros/ano	Pré-tratamento e rede pública de esgoto
<b>Água despejada pelo pasteurizador</b>	500 litros/dia	Drenagem pluvial
<b>Água lavagem de mãos e botas</b>	400 litros/dia	Pré-tratamento e rede pública de esgoto
<b>Esgoto Sanitário</b>	1600 litros/dia	Rede pública
<b>Emissões gasosas</b>	-	Atmosfera
<b>Material particulado</b>	-	Atmosfera
<b>Cinzas</b>	4 carrinhos de mão por dia	Nivelamento do solo e aterro de áreas com assoreamento
<b>Caixas de papelão</b>	-	Queima na caldeira
<b>Resíduos de escritório</b>	-	Coleta convencional

<b>Gordura</b>	220 kg/mês	Incineração
----------------	------------	-------------

Fonte: Autor e dados fornecidos pela empresa

**Tabela 4 – Matéria prima**

<b>Matérias primas</b>	<b>Quantidade diária</b>	<b>Custo unitário</b>	<b>Custo diário</b>
<b>Leite</b>	25000 litros	R\$ 0,75/litro	R\$ 18.750,00
<b>Água</b>	7 mil litros (ou 2,3kWh)	R\$ 0,49/kWh	R\$ 1,13
<b>Fermento</b>	800g	R\$ 224,00 Kg	R\$ 180,00
<b>Coalho</b>	500g	R\$ 149,00/Kg	R\$ 74,50
<b>CaCl</b>	1,5 L	R\$ 1,50/L	R\$ 2,25
<b>Sal</b>	190 Kg	R\$ 4,50 o saco (25 kg)	R\$ 34,00

Fonte: Dados primários.

### **5.2.7 Oportunidades de Produção Mais Limpa**

Após a análise dos dados levantados, foram visualizadas as oportunidades de P+L, que são apresentadas no Quadro 8.

**Quadro 8 – Oportunidades de aplicação de P+L**

<b>Área/etapa do processo</b>	<b>Problemas</b>	<b>Medida possível</b>	<b>Ganhos ambientais</b>	<b>Dificuldade</b>
<b>Recepção do Leite</b>	Despejo inadequado de amostra retirada para análise.	Disposição correta do produto descartado.	Ambiente salubre na plataforma de chegada.	Hábitos dos operários

<b>Lavagem dos caminhões</b>	Poluição da natureza, grande quantidade de água e produtos químicos desperdiçados, manejo inadequado de produtos químicos e tempo excessivo de mão de obra.	Disposição adequada dos efluentes; limpeza mais rápida, segura e eficiente.	Economia de água e produtos químicos.	Custos relativamente altos com obra civil e equipamentos para o sistema de limpeza.
<b>Pasteurização</b>	Desperdício frequente de água quente para o resfriamento do equipamento.	Reaproveitamento da água.	Economia de água.	Inexistência de rede coletora.
<b>Lavagem pisos, latões e equipamentos</b>	Grande quantidade de água utilizada, desperdício de água.	Manejo mais eficiente da água utilizada para limpeza, através de mangueiras com pressurização e controladores de vazão.	Economia de água e produtos químicos.	Custos com equipamentos (mangueiras novas, pistolas, sistema de pressurização).
<b>Produção do creme</b>	Desperdício de produto	Evitar o desperdício.	Controle de descartes indesejados.	Hábitos dos operários/falta de mão de obra.
<b>Distribuição do soro</b>	Vazamento de soro (poluição e desperdício).	Evitar vazamentos e desperdícios.	Controle da poluição por soro.	Custo com aquisição de mangueiras; manejo adequado de equipamentos.
<b>Resíduos sólidos</b>	Poluição da natureza Poluição do ar (quando queimado na caldeira)	Reciclagem ou reaproveitamento dos resíduos.	Redução da degradação da natureza; redução de emissões atmosféricas.	Ausência de coleta seletiva.

<b>Gordura</b>	Grande quantidade gerada constantemente, alto custo para incineração.	Valoração do subproduto; produção de sabão ou mineralização da gordura	Prevenção de poluição e gasto de energia por incineradores.	Gordura bastante suja, dificuldade de manejo e incerteza quanto aos processos.
----------------	---	--	---	--

Fonte: Autor, 2012.

A partir das oportunidades de melhorias levantadas, foram identificados 4 elementos a serem detalhados, que são os seguintes:

- 1- Capacitação dos funcionários para o controle de resíduos e subprodutos: creme, soro e amostra de leite para análise.
- 2- Lavagem de pisos e equipamentos;
- 3- Limpeza dos caminhões;
- 4- Reuso da água do pasteurizador.

As oportunidades de melhorias escolhidos para a aplicação do programa de p+L representam mudanças simples e eficientes no processo de produção, e possuem caráter educacional e preservacionista. Elas não exigem, em geral, altos investimentos com tecnologia, equipamentos e recursos humanos. O maior investimento financeiro será realizado para a lavagem dos caminhões, uma vez que esse processo vem sendo realizado de maneira inadequada e precisa ser melhorado para que a indústria obtenha uma nova licença ambiental de operação.

### **5.2.8 Oportunidade de melhoria 1: Capacitação dos funcionários para o controle de resíduos e subprodutos (creme, soro e amostra de leite para análise).**

Essa primeira oportunidade se relaciona, principalmente, com medidas educacionais, de economia de água e de subprodutos e de preservação da natureza. O intuito também é de, futuramente, obter um certificado de Gestão Ambiental. Foram observados em campo alguns casos de desleixo por parte dos operários, que ocorrem tanto por desatenção dos mesmos e da gerência da empresa, quanto por hábitos ou maus costumes adquiridos ao longo de anos de trabalho. As Figuras 14,15 e 16 mostram algumas situações que poderiam ser melhoradas.

**Figura 14 - Desperdício de creme**



Fonte: Autor, 2012.

**Figura 15 – Contaminação do ambiente com soro**



Fonte: Autor, 2012.



**Figura 16 – (a)Análise do leite; (b) Descarte das amostras analisadas**



Fonte: Autor, 2012.

### **A) Estudo da etapa**

Algumas situações relevantes que foram notadas ao longo do processo de produção, relacionam-se com o desperdício de subprodutos, como o creme e o soro. Outra situação que chamou atenção é o descarte das amostras de leite retiradas para análise. As mesmas são despejadas no chão, dando condições a um ambiente insalubre e com certo potencial de poluição da natureza, uma vez que esse resíduo acaba sendo destinado à rede de drenagem pluvial.

### **B) Medida de P+L e operações relacionadas**

O principal fundamento das medidas a serem tomadas é de caráter educacional e preservacionista, a fim de garantir a economia de matéria prima e subprodutos, além de proporcionar um ambiente mais sadio e agradável aos operários e visitantes da indústria.

Sugere-se que seja realizada, portanto, uma reunião com todos os funcionários da indústria, aonde serão expostos com detalhes os pontos críticos observados e os meios e metas do programa de produção mais limpa. Além da reunião geral, diálogos pessoais com cada funcionário responsável pelas etapas críticas da indústria poderão ser realizados. Dessa maneira, todos os trabalhadores envolvidos na produção estarão cientes do que deverá ser mudado e de como proceder após as alterações realizadas na indústria. Portanto, a ideia do programa de P+L deverá ser incorporada à indústria e aos funcionários, a fim de formar uma cultura para a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental na empresa.

Para o caso do vazamento de soro no setor de doação do sub-produto, as mangueiras velhas serão trocadas por outras novas, já que os remendos e gambiarras já não se mostram eficientes. Esse será um processo importante para a higienização do local, pois o soro é constituído de muita matéria orgânica e possui odor bastante ofensivo, que pode atrair vetores de doenças para o local. Vale ressaltar que muitos operários e visitantes circulam pelo local todos os dias.

### **C) Análise comparativa de entradas e saídas**

A economia de matéria prima e subprodutos ocorrerão com essas medidas de produção limpa, mas esse não é o objetivo principal dessa medida de P+L. O volume de soro e de creme poupados pode ser até irrisório à gerência da empresa, com percentuais menores que 1/2% de economia desses produtos. Estima-se que deixarão de ser desperdiçados diariamente 1 Litro de creme e 4 Litros de soro, que estariam sendo despejados inadequadamente na natureza. Também sugere-se um despejo mais adequado das amostras de leite retiradas para a análise, que passarão a ser destinadas ao tratamento dos efluentes. Portanto, o principal aspecto a ser ressaltado será o de saúde e qualidade do ambiente da indústria e seu entorno.

### **D) Plano de monitoramento**

Para o monitoramento das medidas tomadas, o gerente do programa de P+L acompanhará os processos industriais durante as primeiras semanas de implantação do projeto. Durante esse acompanhamento, alguns trabalhadores específicos da empresa serão escolhidos como agentes do projeto e relatores das ocorrências. Esses funcionários receberão um breve treinamento e serão responsáveis por instruírem os colegas quando perceberem alguma incoerência na produção em relação ao programa de P+L proposto. Com certa frequência, as ocorrências, boas e más, serão relatadas à gerência da empresa e do programa de produção limpa.

### **E) Análise econômica**

Os custos financeiros dessa etapa do projeto se darão por conta da aquisição de novas mangueiras para o abastecimento do soro. Estima-

se que serão gastos R\$ 200,00 com a aquisição de duas mangueiras e algumas peças necessárias, como registros e conexões.

## **F) Indicadores Ambientais**

Não haverá indicadores ambientais específicos, pois haveria somente especulação, ao invés de precisão nos resultados atingidos. Portanto, os resultados serão avaliados através de relatos dos funcionários e observações do gerente do programa de produção limpa.

## **G) Conclusões**

Mesmo sem indicadores ambientais específicos e com grande dificuldade de mensurar os benefícios obtidos, a questão aqui é bastante abrangente e servirá de base ao programa de produção limpa proposto para a indústria. Trata-se de procedimentos simples, pertinentes, conscientes e eficientes, que buscam melhorar a qualidade e a saúde das pessoas e do meio ambiente, melhorando também a visibilidade da empresa e a satisfação dos consumidores. Os funcionários serão capacitados quanto aos princípios da produção mais limpa e estará sendo criada uma cultura para a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental na empresa.

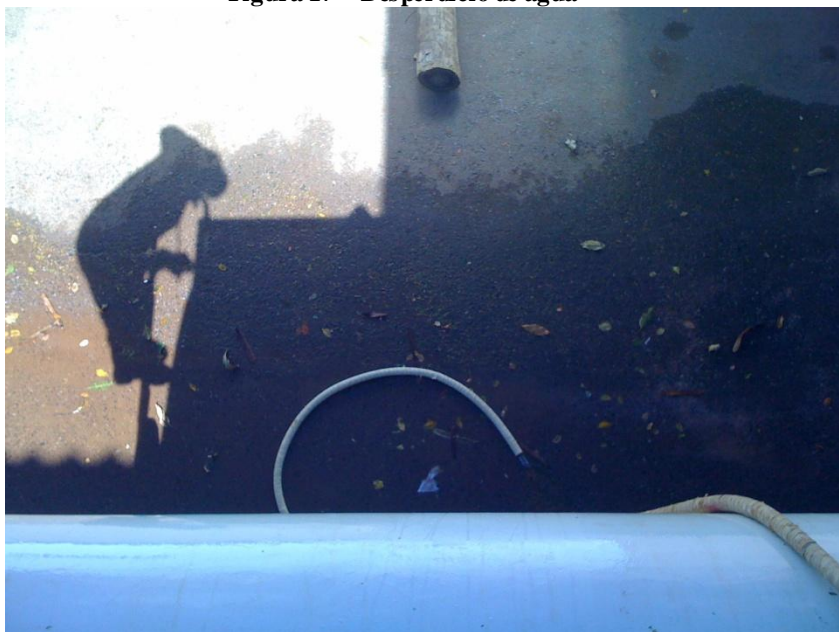
### **5.2.9 Oportunidade de melhoria 2: lavagem de pisos e equipamentos**

A indústria de laticínios consome bastante água em diversas etapas da produção, sendo que o processo que mais usa esse recurso é a lavagem de pisos e equipamentos da fábrica, que ocorre frequentemente durante o expediente dos operários. A maior parte da água consumida pela indústria é captada em um poço artesiano situado no próprio terreno, através de uma bomba de recalque de 3 cv de potência, que leva a água até uma caixa d'água, de onde ela é distribuída para a indústria. Portanto, os maiores gastos financeiros se relacionam com a energia fornecida à bomba de recalque e com o tratamento de efluentes.

A aplicação dessa medida de produção limpa proporciona a redução do consumo de água na indústria, e conseqüentemente, a redução da geração de efluentes.

A Figura 17 registra uma ocasião em que a água é desperdiçada a esmo.

**Figura 17 – Desperdício de água**



Fonte: Autor, 2012.

### **A) Estudo da etapa**

Observou-se em campo que a água utilizada para a limpeza de pisos e equipamentos da indústria vem de cinco mangueiras com vazões compartilhadas, uma delas situada na plataforma de recepção do leite e as outras quatro, dentro da fábrica. Através de medições de vazões e tempo de utilização de cada mangueira, estimou-se que a indústria consome em torno de 30 mil litros de água por dia para a lavagem de pisos e equipamentos.

### **B) Medida de P+L e operações relacionadas**

A medida a ser tomada para a questão da lavagem de pisos e equipamentos contempla o caráter educacional e a aquisição de um sistema de pressurização automatizado para a rede hidráulica da indústria, além de pistolas controladoras de vazão para todas as mangueiras da fábrica. Assim, espera-se que eficiência da limpeza aumente e que o

consumo de água e a geração de efluentes sejam reduzidos consideravelmente para esses processos.

O sistema de pressurização irá atender cinco pontos da indústria simultaneamente e será composto por:

- 1 bomba multiestágio de 3cv;
- 1 tanque de pressão (24L);
- Pressostato;
- Manômetro;
- Chave controladora;
- Válvula de retenção;
- Registros;
- União 5 vias.

### **C) Análise comparativa de entradas e saídas**

Com maior pressão nas mangueiras e com o controle prático do fluxo de água nas mesmas, além da educação quanto a um comportamento preservacionista, espera-se que o volume de água utilizado para a lavagem de pisos e equipamentos seja reduzido em até 30%. Dessa maneira, é esperado que a indústria passe a gastar 21 mil litros de água diariamente com esse tipo de processo, representando uma economia de 9 mil litros por dia. Também é esperado que o volume de efluentes gerados na indústria seja reduzido em até 9 mil litros.

### **D) Plano de monitoramento**

O sistema de pressurização e as mangueiras instaladas deverão ser observados frequentemente. Os operários farão relatos do funcionamento dos equipamentos adquiridos e, através da medição da vazão e do tempo de utilização de cada mangueira, será estimado o volume de água utilizado e, conseqüentemente, o volume de água economizado com essa medida de produção mais limpa.

Alguns procedimentos serão analisados com maior detalhamento, antes e após a implantação das medidas de P+L. Esses procedimentos se relacionam com os indicadores ambientais escolhidos e são os seguintes: lavagem do tanque Queijo Mat e lavagem da sala de fabricação da massa. Dessa forma, serão realizadas medições de tempo e volume de água gastos nesses processos, a fim de avaliar a eficiência da medida de P+L.

## **E) Análise econômica**

Será exigido um investimento em equipamentos de aproximadamente R\$ 2.400,00, sendo R\$ 1.800,00 para a aquisição do sistema de pressurização, R\$ 500,00 para serviços técnicos de instalação do sistema, e R\$ 100,00 serão usados na compra de cinco esguichos metálicos para as mangueiras.

A empresa economizará com recalque de água, produtos químicos e com o tratamento dos efluentes. Em contrapartida, haverá um gasto adicional com a energia fornecida ao sistema de pressurização.

Espera-se que a empresa economize mensalmente pelo menos R\$ 160,00. Fazendo uma análise financeira com uma taxa de depreciação de 10% ao ano, o período de retorno do investimento será de aproximadamente 1 ano e 5 meses.

## **F) Indicadores Ambientais**

De maneira semelhante à oportunidade de melhoria anterior, os indicadores ambientais dessa etapa serão os seguintes:

- Tempo de lavagem do tanque Queijo Mat;
- Volume de água utilizado em uma lavagem desse tanque;
- Tempo de lavagem da sala de fabricação da massa (ao final do expediente);
- Volume de água utilizado na lavagem da sala de fabricação da massa (ao final do expediente).

## **G) Conclusões**

O programa de produção limpa não poderia deixar de lado a questão da água utilizada para a lavagem de pisos e equipamentos da indústria, visto que esses são os processos rotineiros que mais consomem água, dentro e fora da fábrica. A eficiência da lavagem de pisos e equipamentos, em geral, será melhorada através da implantação de um sistema de limpeza com maior pressão. Além disso, um grande volume de água será racionalizado, na medida em que as mangueiras somente serão utilizadas quando necessário, pois os funcionários passarão a ter o controle direto sobre o fluxo de água das mangueiras. O investimento de R\$ 2.4000,00 terá um retorno imediato em qualidade e eficiência. O benefício ambiental se evidencia na racionalização do uso da água e na redução da geração de efluentes. A médio e longo prazo haverá o bene-

ffício financeiro, devido à economia de custos com mão de obra, abastecimento de água, produtos químicos e com o tratamento de efluentes.

### 5.2.10 Oportunidade de melhoria 3: lavagem dos caminhões

Há um processo bastante oneroso e essencial à indústria de laticínios que utiliza caminhões tanque para a coleta e o transporte do leite: a lavagem dos caminhões. Na indústria em estudo, a maior parte do leite (aproximadamente 75%) é coletada em caminhões tanques, que necessitam de limpeza rigorosa toda vez que o leite é descarregado na fábrica.

A Figura 18 mostra um operário fazendo a lavagem de um caminhão tanque.

**Figura 18 – (a) Lavagem dos caminhões; (b) Desperdício de água**



Fonte: Leandro Eric Sessin, 2012.

#### **A) Estudo da etapa**

Foi medido e anotado em campo o tempo e a quantidade de água e produtos químicos utilizados na limpeza de um caminhão tanque. Esse trabalho é realizado por um dos trabalhadores da fábrica, que divide o seu tempo entre a produção e a lavagem dos caminhões. Leva-se em média 35 minutos para a limpeza de um caminhão. Nesse processo são utilizados aproximadamente 1.000 litros de água, 2 Kg de soda cáustica, e 1 litro de detergente ralo, que são despejados inadequadamente na rede pública de esgoto e/ou na rede de drenagem de água pluvial. Foi observado que o manejo dos produtos químicos por parte do operário toma bastante tempo e não é realizado de maneira totalmente segura. São lavados três caminhões diariamente. Além disso, uma vez por mês

lava-se cada caminhão em um lava jato especializado, com um custo de R\$120,00 para cada caminhão.

### **B) Medida de P+L e operações relacionadas**

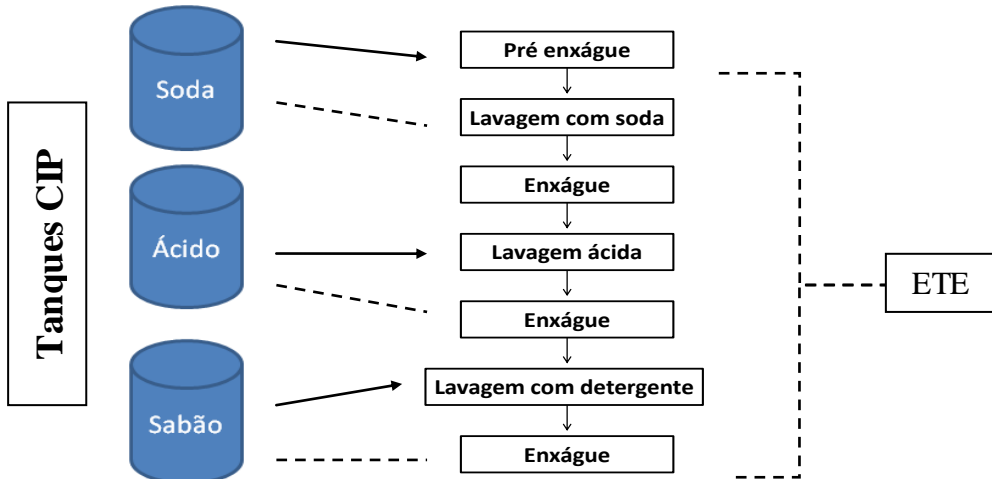
Será implantado um pátio para a Limpeza CIP (limpeza no local) dos caminhões, em um espaço entre a fábrica e a estação de tratamento de efluentes. As dimensões desse pátio serão 7m de largura e 15m de comprimento, com uma área de 105m<sup>2</sup>. Esse espaço será o suficiente para o estacionamento de um caminhão.

O sistema CIP de limpeza será composto por: três tanques interligados de 1.000 L em aço Inox, sendo dois isolados (para soluções ácida e alcalina) e um simples (para enxágue); rede hidráulica com válvula manual e mangueira reforçada para aguentar altas temperaturas; e duas bombas de 5hp cada (recalque e sucção). Esse sistema realiza um processo de recirculação das soluções ácidas e alcalinas, economizando em torno de 80% dos produtos químicos e até 60% da água despendida nesse processo. Os efluentes gerados também serão reduzidos em aproximadamente 60%. O funcionário deixará de empenhar parte do tempo no preparo das soluções de limpeza, e as mangueiras serão pressurizadas e irão possuir controladores de vazão. O conjunto CIP será manuseado manualmente, portanto o funcionário que o fizer deverá receber um treinamento adequado. Haverá também um sistema separador de captação dos efluentes e da água pluvial, e não haverá mais a necessidade de o caminhão ser lavado fora da indústria.

A lavagem se dará de acordo com a Figura 19.



**Figura 19 – Limpeza CIP (limpeza no local)**



Fonte: Autor, 2013.

### **C) Análise comparativa de entradas e saídas**

Com o aumento da eficiência da limpeza, espera-se que o tempo de lavagem de um caminhão diminua de 35 minutos, em média, para 28 minutos. O consumo de água será reduzido em até 60%, através da recirculação das soluções e do uso eficiente da água. Através desse mesmo sistema, os produtos químicos (ácido e alcalino) serão reduzidos em torno de 80%. Além disso, os efluentes, que terão volume semelhante ao volume de água utilizado na limpeza, serão destinados à estação de tratamento de efluentes, evitando maiores impactos ao meio natural.

### **D) Plano de monitoramento**

Será medido algumas vezes o tempo e o volume de água gastos na lavagem de um caminhão, até que se obtenha uma média razoável para esses valores. Assim, será possível avaliar a eficiência da limpeza CIP em relação à lavagem convencional. Além disso, o funcionário responsável pela limpeza dos caminhões apresentará semanalmente, durante os primeiros meses do programa de P+L, o seu parecer quanto à praticidade do sistema implantado, para que a gerência da empresa tenha conhecimento das melhorias alcançadas.

## **E) Análise econômica**

Para a construção do pátio de lavagem dos caminhões, com os devidos equipamentos instalados, serão gastos aproximadamente R\$ 60.000,00. A parte de obra civil terá um custo médio de R\$ 150,00/m<sup>2</sup>, somando no total um valor de R\$ 15.750,00. A aquisição do conjunto de limpeza CIP, com frete e instalação dos equipamentos, exigirá da empresa um investimento de até R\$ 45.000,00.

Espera-se que sejam reduzidos em até 80% dos gastos com produtos químicos, visto que esses passarão a ser recirculados e dosados com maior precisão. Também é esperado que o uso de água reduza expressivamente, em até 60%, assim como a geração de efluentes e os gastos com estes. A outra economia será com a lavagem em lava jato especializado, que custa em média R\$ 360,00 à empresa, e deixará de ocorrer. Em contraponto, os custos com energia serão exageradamente maiores, visto que o processo convencional de lavagem dos caminhões consome apenas a energia da bomba de recalque de água. A indústria passará a gastar a mais com energia, algo em torno de R\$ 420,00/mês.

Em uma visão geral e otimista, é esperado que empresa economize até R\$ 2.000,00 por mês com esse investimento, mesmo que o sistema passe a consumir mais energia. Essa economia se dará, principalmente, devido à racionalização dos produtos químicos, que pode chegar a gerar uma economia de mais de R\$ 1800,00 mensais. A redução dos gastos com tratamento de efluentes e a não necessidade de lavagem fora da empresa representarão parcelas menores, porém de boa economia.

Com um investimento de R\$ 60.000,00, economia mensal de R\$ 2.000,00 e taxa de depreciação de 10% ao ano, o período de retorno do capital será de três anos.

## **F) Indicadores Ambientais**

Os indicadores ambientais serão os seguintes:

- Tempo de lavagem de um caminhão;
- Volume de água utilizado em uma lavagem.

## **G) Conclusões**

Apesar dos custos relativamente altos com investimentos em obra civil e, em especial, em equipamentos, espera-se que o investimen-

to se recupere em três anos. O pátio de lavagem com conjunto CIP de limpeza representará um importante avanço no comportamento ambiental da empresa. O sistema novo irá evitar maiores impactos à natureza e agregará qualidade ao serviço prestado pela indústria e pelo funcionário responsável pela lavagem dos caminhões. Esse sistema será essencial à obtenção de uma nova licença ambiental de operação da fábrica, visto que a mesma está em projeto de expansão de produção e deverá renovar sua licença para seguir com seus anseios legalmente. Além disso, essa medida também servirá de apoio a um próximo projeto: o desenvolvimento de um Sistema de Gerenciamento Ambiental, regulamentado pelas normas ABNT NBR da série ISO 14.000.

#### **5.2.11 Oportunidade de melhoria 4: Pasteurizador – reuso da água despejada para o resfriamento do equipamento.**

Frequentemente ocorre desperdício de água no equipamento de pasteurização do leite, situado na plataforma de recepção do leite. Esse desperdício pode ser observado na Figura 20.

**Figura 20 – Pasteurizador: desperdício de água**



Fonte: Autor, 2012.

#### **A) Estudo da etapa**

Através de observações e medições em campo foi notado que o pasteurizador despeja aproximadamente 600 litros de água limpa por

dia. Isso ocorre devido a um processo de segurança, de resfriamento do equipamento, quando o mesmo atinge uma temperatura bastante elevada e arriscada para o seu funcionamento.

A água quente utilizada no pasteurizador vem de um reservatório metálico, próximo à caldeira. O mesmo fornece por dia aproximadamente 1200 Litros de água ao pasteurizador. Essa água é constantemente recirculada, porém, como descrito anteriormente, há um grande desperdício diário de água, que também acarreta em custos adicionais com a caldeira e com o tratamento dos efluentes.

### **B) Medida de P+L e operações relacionadas**

Para fazer o reaproveitamento da água limpa despejada pelo equipamento, será instalada no local do vazamento uma tubulação para água quente, que irá destinar esse recurso até o reservatório de água industrial do conjunto CIP, que estará localizado ao lado da plataforma de recepção do leite. Esse processo ocorrerá através da força da gravidade, não acarretando em custos com equipamentos mais sofisticados.

### **C) Análise estimada de entradas e saídas**

As entradas e saídas do processo de pasteurização não serão alteradas. O que irá mudar é o destino final da água despejada pelo equipamento, que passará a ter um reaproveitamento dentro da indústria, ao invés de ser lançada na rede de água pluvial.

### **D) Plano de monitoramento**

Os operários que manipularem o pasteurizador e a mangueira deverão ser responsáveis por observarem o funcionamento do equipamento e do sistema hidráulico implantado para o reaproveitamento da água, alertando a gerência da empresa caso aconteça algum problema ou imprevisto.

### **E) Análise econômica**

Será realizado um investimento inicial de aproximadamente R\$ 200,00 com peças hidráulicas e tubulação para água quente. Esse sistema hidráulico auxiliará o sistema de limpeza CIP dos caminhões e será compatível com a ampliação da indústria e com um futuro Sistema de

Gerenciamento Ambiental. Essa medida poupará a utilização da bomba de recalque de água do poço artesiano em até quatro horas por mês. O gasto que será economizado com energia e com o futuro tratamento de efluentes será de até R\$ 15,00 mensais. Com uma taxa de depreciação de 10% ao ano, o investimento de R\$ 200,00 será retornado em um ano e três meses.

### **F) Indicadores Ambientais**

O indicador ambiental essencial será o volume de água reaproveitado por dia. Este indicador também representa a redução da geração de efluentes. O outro indicador relevante é a quantidade de energia elétrica poupada (relativo à bomba de recalque de água).

### **G) Conclusões**

Essa medida de P+L implicará em um investimento inicial relativamente pequeno, se comparada ao benefício ambiental e estratégico que haverá em retorno. Através dessa medida de produção limpa, a indústria poderá reaproveitar até 15 mil litros de água por mês, que estariam sendo lançados na rede de esgotos ou na rede de drenagem de água pluvial. Dessa maneira, a indústria pouparia um gasto mensal de aproximadamente R\$ 15,00 com energia fornecida à bomba de recalque e com o tratamento dos efluentes, tendo o investimento recuperado em pouco mais de um ano.

## **5.3 Resultados gerais**

Os resultados esperados com a implementação do programa de produção mais limpa na indústria de laticínios Três Marias são apresentados em resumo no Quadro 9.

**Quadro 9 – Resumo dos resultados do programa de P+L**

	<b>Oportunidade de melhoria</b>	<b>Investimento</b>	<b>Benefício econômico mensal</b>	<b>Benefício ambiental</b>	<b>Tempo de retorno</b>
1	Controle de resíduos e subprodutos	R\$ 200,00	-	Saúde e qualidade ambiental; prevenção da	Imediato

				poluição por soro.	
2	Lavagem de pisos e equipamentos	R\$ 2.400,00	R\$ 160,00	Redução de Água 9.000 L/dia	17 meses
3	Lavagem dos caminhões	R\$ 60.000,00	R\$ 2.000,00	Redução de Água 1.800 L/dia Redução de Soda cáustica 4,8 kg,d	36 meses
4	Reuso da água despejada pelo pasteurizador	R\$ 200,00	R\$ 15,00	Reaproveitamento de Água 600 L/dia	15 meses

Fonte: Autor, 2012.

Os principais benefícios ambientais obtidos com o programa de P+L serão: redução no consumo de água e no volume de efluentes gerados pela indústria, destinação correta de alguns efluentes, redução no consumo de produtos químicos para lavagem, redução na perda de soro e de demais desperdícios que ocorrem frequentemente. O Quadro 10 apresenta um panorama para todo o programa de P+L.

**Quaro 10 – Benefícios ambientais: geral**

<b>Benefício ambiental</b>	<b>Medida de p+L relacionada</b>	<b>Valor mensal</b>
Redução no consumo de água	Educação dos funcionários, Lavagem de pisos e equipamentos, lavagem dos caminhões, reutilização da água do pasteurizador.	450 m <sup>3</sup>
Redução na geração de efluentes líquidos	Idem anterior.	450 m <sup>3</sup>
Redução no consumo de soda cáus-	Idem anterior. Em especial, a limpeza dos	160 kg

tica	caminhões pelo sistema CIP.	
Redução de perdas de soro para o meio ambiente	Troca das mangueiras velhas por novas.	120 Litros
Destinação adequada dos efluentes da lavagem dos caminhões	Construção do pátio de lavagem dos caminhões.	54 m <sup>3</sup>
Destinação adequada das amostras de leite retiradas para análise	Destinação em um balde, para depois despejar na rede de esgotos.	60 Litros

Fonte: Autor, 2012.

Fazendo uma análise econômica geral para todo o programa de p+L, com uma taxa de depreciação anual de 10%, o investimento de R\$ 62.400,00 terá um período de retorno de pouco mais de 34 meses. Ou seja, em menos de três anos, espera-se que todo o investimento financeiro seja retornado para a empresa.

## 6 Conclusões

O programa de produção mais limpa desenvolvido para a indústria de laticínios Três Marias agregará mais qualidade e eficiência ao processo de produção. Alguns insumos passarão a ser racionalizados e a geração de efluentes será reduzida expressivamente, assim, a empresa fará uma significativa economia de custos.

Em relação aos objetivos iniciais propostos, espera-se que a empresa:

- reduza o uso da água em até 38%;
- reduza a geração de efluentes em até 38%;
- destine adequadamente todos os seus efluentes;
- reduza o uso da soda cáustica em 5 kg/dia;
- reduza o desperdício de soro e de creme;
- promova o treinamento dos funcionários;
- obtenha uma economia mensal de até R\$ 2.000,00;

- desenvolva uma cultura para a melhoria de seus processos ambientais e para a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental.

Calculou-se que através de um investimento de R\$ 62.400,00, a empresa passará a economizar até R\$ 2.000,00 mensais com água, produtos químicos, mão de obra, tratamento de efluentes e autossuficiência em alguns processos, como a limpeza dos caminhões. Em um panorama positivo, esse investimento será retornado em pouco menos de três anos.

Além dos benefícios econômicos e ambientais já mensurados, esse projeto ajuda a empresa a manter uma imagem positiva com a comunidade local e com os consumidores, dando um passo a frente para a obtenção de um certificado de gestão ambiental. Tal certificado será de bastante importância para a empresa em um futuro próximo, na medida em que o mercado estará cada vez mais exigente e a fiscalização ambiental, mais eficiente.

Esse trabalho também poderá servir de base para outros projetos de produção mais limpa, buscando sempre alternativas que reduzam os impactos ambientais e melhorem a eficiência dos processos produtivos. Ressaltam-se também os aspectos econômicos e os objetivos de marketing e imagem da empresa, pois esses elementos serão essenciais à viabilidade ou não do projeto.



## REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIA – Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. **O setor em números.** Disponível em: [http://www.abia.org.br/vst/o\\_setor\\_em\\_numeros.html](http://www.abia.org.br/vst/o_setor_em_numeros.html). Acesso em: 10 ago. 2012.

ABIQ – Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. Disponível em: <<http://abiq.com.br/>>. Acesso em: 05 out. 2012.

ABNT NBR ISO 14001. **Sistemas de gestão ambiental – especificações e diretrizes para uso.** Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ABNT NBR ISO 14004. **Sistemas de gestão ambiental – diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio.** Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias.** In: São Paulo: CETESB, 1979. 764p.

BRAUN, R., **Desenvolvimento ao ponto sustentável: Novos paradigmas ambientais.** Petrópolis, Editora Vozes: 2001.

CARVALHO, G. R. **A indústria de laticínios no Brasil: passado, presente e futuro.** Circular Técnica (INFOTECA-E). Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 12p.

CARVALHO, L. A. et al. (Ed.). **Sistema de Produção de Leite (Cerrado):** Importância Econômica. Embrapa Gado de Leite, 2008.

CASTRO, V. C. **Diagnóstico do consumo de água, da geração de efluentes e de resíduos sólidos em um laticínio de pequeno porte.** Dissertação (Mestrado) -Programa de Pós-graduação em Ciência e

Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007. 52p.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Produtos Lácteos**: Série P+L, 2008.

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas, **Série de Manuais de Produção Limpa**. Porto Alegre, 2000.

GARCIA, J. A., **Análise de perigos e pontos críticos de controle no processamento de leite pasteurizado em uma indústria de laticínios**; Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Centro de Ciências e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

LORA, E. E. S., **Prevenção e Controle da Poluição nos Setores Energético, Industrial e de Transporte**. Brasília, DF: ANEEL, 2000.

MACHADO, R. M. G. et al. **Controle ambiental em indústrias de laticínios**. Revista Brasil Alimentos - nº 7 - Março/Abril, 2001. Disponível em:  
<<http://www.signuseditora.com.br/ba/pdf/07/07%20-%20Gestao.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2013.

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

NETO, A. S.; CAMPOS, L. M. S.; SHIGUNOV, T., **Fundamentos da Gestão Ambiental**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

PAULI, G. A., **Emissão zero: a busca de novos paradigmas**. Porto Alegre: EDIPUCRS: 1996.

**SARAIVA, C. B. Potencial poluidor de um laticínio de pequeno porte: um estudo de caso.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. 63p.

THOMAS, J.M.; CALLAN, S. J., Economia ambiental: Fundamentos, Políticas, Aplicações. São Paulo: Cenege Learning, 2010.