

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PRODUÇÃO LIMPA EM UMA
PEQUENA EMPRESA DE LATICÍNIOS**

Martinho Lopes Nunes Junior

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Dachamir Hotza, Dr.

Coorientador: José Carlos Cunha Petrus, Dr

Florianópolis

2002

Martinho Lopes Nunes Junior

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PRODUÇÃO LIMPA EM UMA
PEQUENA EMPRESA DE LATICÍNIOS**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Alimentos no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, maio de 2002.

Prof. João Borges Laurindo, Dr

Coordenador do Curso de Pós-Graduação

Banca Examinadora:

Prof. Dachamir Hotza, Dr
Orientador

Prof. José Carlos Cunha Petrus, Dr
Coorientador

Prof. Alexandre de Ávila Lerípio, Dr

Prof. Gláucia M. Falcão de Aragão, Dr

Aos meus pais, Martinho e Haydeé.

Agradecimentos

Ao professor Dachamir Hotza pelo acolhimento e orientação.

Ao professor José Carlos Cunha Petrus pela coorientação.

Aos professores Alexandre Lerípio e Gláucia M. Falcão de Aragão, membros da banca.

A diretoria da Papemborg Comércio de Laticínios Ltda, pela oportunidade e apoio.

A Silvana Papemborg pelo apoio e confiança.

Aos funcionários da empresa Papemborg, pela colaboração.

Aos amigos da Associação Cultural Nova Acrópole.

A Atanábio Boell Júnior e Lídia Maria Spadotto pela dedicação e ensinamentos.

Aos amigos Fernando César Soares e Dimas Pincinato.

A Neusa Maria Burigo e família pelo acolhimento e carinho.

A todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para o desenvolvimento desta dissertação.

Aos meus avós Nicolau e Dulce.

A minha família pelo amor e incentivo.

A minha esposa Carolina Burigo Prazeres pelo amor, carinho, compreensão e companheirismo.

A Deus.

“Todo o caminho começa com o primeiro passo. Todo o caminho se inicia com uma pequena e consciente atividade. E também a ecologia do mundo parte da pureza pessoal que cada um de nós podemos colocar em nossas vidas”. (Délia Steinberg Gúsman)

Sumário

LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	1
1.1 INTRODUÇÃO	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 <i>Objetivo geral</i>	2
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 PRODUÇÃO LIMPA	4
2.1.1 <i>Histórico</i>	4
2.1.2 <i>Introdução à Produção Limpa</i>	6
2.1.3 <i>Implementação de produção limpa</i>	8
2.1.4 <i>Etapas de Implementação</i>	10
2.2 PRODUÇÃO LIMPA E APPCC.....	23
2.2.1 <i>Introdução ao APPCC</i>	23
2.2.2 <i>Desenvolvimento de um plano APPCC</i>	24
2.2.3 <i>Comparação entre produção limpa e APPCC</i>	27
2.3 SISTEMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL (SGA).....	30
2.3.1 <i>NBR ISO 14001 e 14004</i>	30
2.3.2 <i>Implementação de um sistema de gerenciamento ambiental</i>	31
2.3.3 <i>Sistemas Integrados de Gestão</i>	42
3 METODOLOGIA	43
3.1 SENSIBILIZAÇÃO.....	43
3.2 PRÉ-AVALIAÇÃO	43
3.3 BALANÇO DE MASSA	44
3.4 INDICADORES AMBIENTAIS E DE PROCESSO.....	45
3.5 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA	45
3.6 DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO	45
3.7 MONITORAMENTO	46
3.8 RESULTADOS GERAIS	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1 DADOS GERAIS DA EMPRESA	47
4.1.1 <i>Ecotime</i>	48
FONTE: DADOS PRIMÁRIOS.....	49
4.2 INFORMAÇÕES SOBRE O PROCESSO PRODUTIVO	49
4.2.1 <i>Consumo de água</i>	49
4.2.2 <i>Consumo de combustíveis</i>	49
4.2.3 <i>Principais equipamentos utilizados no processo produtivo</i>	49
4.2.4 <i>Fluxogramas</i>	51
4.2.5 <i>Planta baixa da indústria de laticínios Holandês</i>	57
4.2.6 <i>Monitoramento de resíduos</i>	58

4.2.7	<i>Análise comparativa de entradas e saídas do processo produtivo para 1 ano de produção.....</i>	59
4.2.8	<i>Levantamento de dados.....</i>	65
4.2.9	<i>Avaliação dos dados.....</i>	68
4.3	ESTUDOS DE CASO.....	70
4.3.1	<i>Estudo de caso 1 – Lavagem de latões na recepção.....</i>	70
4.3.2	<i>Estudo de Caso 2 – Lavagem do caminhão.....</i>	77
4.3.3	<i>Estudo de Caso 3 – Resíduos das embalagens queijo Minas e ricota.....</i>	82
4.3.4	<i>Estudo de Caso 4 - Caixas plásticas perdidas na distribuição dos produtos</i> <i>86</i>	
4.3.5	<i>Estudo de Caso 5 – Soro da ricota destinado ao tratamento de efluentes.....</i>	90
4.4	RESULTADOS GERAIS.....	93
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	95
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
7	ANEXOS.....	101
7.1	HIGIENIZAÇÃO DO CAMINHÃO.....	101
7.2	HIGIENIZAÇÃO DOS LATÕES DE LEITE.....	102
7.3	PLANILHA DE CONTROLE DE SORO DE RICOTA.....	103
7.4	CONTROLE RESÍDUOS DE EMBALAGENS DE QUEIJO MINAS E RICOTA.....	104
7.5	FICHA DE CONTROLE DE CAIXAS PLÁSTICAS.....	105
7.6	AVALIAÇÃO ECONÔMICA PARA O ESTUDO DE CASO 1.....	106
7.6.1	<i>Fluxo de caixa inicial – estudo de caso 1.....</i>	106
7.6.2	<i>Fluxo de caixa esperado – estudo de caso 1.....</i>	106
7.6.3	<i>Fluxo de caixa incremental – estudo de caso 1.....</i>	107
7.6.4	<i>Análise econômica estudo de caso 1 – Lavagem de latões.....</i>	107
7.7	AVALIAÇÃO ECONÔMICA PARA O ESTUDO DE CASO 2.....	108
7.7.1	<i>Fluxo de caixa inicial – estudo de caso 2.....</i>	108
7.7.2	<i>Fluxo de caixa esperado – estudo de caso 2.....</i>	108
7.7.3	<i>Fluxo de caixa incremental – estudo de caso 2.....</i>	109
7.7.4	<i>Análise econômica estudo de caso 2 – Lavagem de caminhão.....</i>	109

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MODELO DE GESTÃO AMBIENTAL PARA ISO 14001 [ABNT NBR ISO 14001,1996].....	31
FIGURA 2 – ESTRUTURA PARA OBJETIVOS E METAS AMBIENTAIS [CURSO ISO 14000, 1988].....	36
FIGURA 3 – ORGANOGRAMA DA EMPRESA LATICÍNIOS HOLANDÊS.....	48
FIGURA 4 – PLANTA BAIXA DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS HOLANDÊS.....	47
FIGURA 5 – LATÕES DE 50 LITROS UTILIZADOS NO TRANSPORTE DE LEITE.....	70
FIGURA 6 – CAMINHÃO TANQUE UTILIZADO NO TRANSPORTE DA MATÉRIA-PRIMA.....	77
FIGURA 7 – FUNCIONÁRIO DA EMPRESA CORTANDO AS REBARBAS DAS EMBALAGENS.....	82
FIGURA 8 – CAIXAS PLÁSTICAS UTILIZADAS NA DISTRIBUIÇÃO DOS PRODUTOS.....	86
FIGURA 9 – TANQUE UTILIZADO PARA A FABRICAÇÃO DA RICOTA.....	90

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DIFERENÇAS ENTRE TECNOLOGIAS DE FIM DE TUBO E PRODUÇÃO LIMPA.....	07
TABELA 2 - OITO ESTRATÉGIAS DO DESIGN DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO.....	21
TABELA 3 – ETAPAS DE APLICAÇÃO DE PRODUÇÃO LIMPA E APPCC.....	29
TABELA 4 – DADOS DA EMPRESA.....	47
TABELA 5 – COMPONENTES DO ECOTIME.....	49
TABELA 6 – COMBUSTÍVEIS UTILIZADOS.....	49
TABELA 7 – EQUIPAMENTOS DO PROCESSO PRODUTIVO.....	50
TABELA 8 – FLUXOGRAMA GERAL DO PROCESSO PRODUTIVO.....	51
TABELA 9 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO – QUEIJO MINAS.....	52
TABELA 10 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO – RICOTA.....	53
TABELA 11 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO – MUSSARELA.....	54
TABELA 12 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO – IOGURTE.....	55
TABELA 13 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO – LEITE C.....	56
TABELA 14 – VAZÃO TOTAL DE EFLUENTES, EM M ³	58
TABELA 15 – QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADA NOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	58
TABELA 16 – QUANTIDADE DE CAIXAS ADQUIRIDAS EM UM ANO.....	59
TABELA 17 – ENTRADAS E SAÍDAS DO PROCESSO PRODUTIVO (1 ANO).....	60
TABELA 18 – ENTRADAS E SAÍDAS DO PROCESSO PRODUTIVO DO QUEIJO MINAS (1 ANO).....	61
TABELA 19 – ENTRADAS E SAÍDAS DO PROCESSO PRODUTIVO DA RICOTA (1 ANO).....	62
TABELA 20 – ENTRADAS E SAÍDAS DO PROCESSO PRODUTIVO DA MUSSARELA (1 ANO).....	63
TABELA 21 – ENTRADAS E SAÍDAS DO PROCESSO PRODUTIVO DO IOGURTE (1 ANO).....	64
TABELA 22 – ENTRADAS E SAÍDAS DO PROCESSO PRODUTIVO DO LEITE C (1 ANO).....	65
TABELA 23 – PRINCIPAIS PRODUTOS.....	65
TABELA 24 – PRINCIPAIS SUBPRODUTOS, RESÍDUOS E EFLUENTES.....	66
TABELA 25 – PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS E AUXILIARES.....	67
TABELA 26 – PRINCIPAIS AUXILIARES TOXICOLÓGICAMENTE IMPORTANTES.....	68
TABELA 27 – OPORTUNIDADES DE APLICAÇÃO DE PRODUÇÃO LIMPA.....	68
TABELA 28 – IDENTIFICAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO.....	69
TABELA 29 – SETOR DE RECEPÇÃO ANTES DA IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 1.....	71
TABELA 30 – SETOR DE RECEPÇÃO APÓS A IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 1.....	72
TABELA 31 – PLANO DE MONITORAMENTO – ESTUDO DE CASO 1.....	72
TABELA 32 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA MEDIDA – ESTUDO DE CASO 1.....	73

TABELA 33 – INDICADORES AMBIENTAIS ESTUDO DE CASO 1.....	76
TABELA 34 – SETOR DE RECEPÇÃO ANTES DA IMPLANTAÇÃO –E STUDO DE CASO 2.....	77
TABELA 35 – SETOR DE RECEPÇÃO APÓS A IMPLANTAÇÃO –E STUDO DE CASO 2.....	78
TABELA 36 – PLANO DE MONITORAMENTO – ESTUDO DE CASO 2.....	78
TABELA 37 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA MEDIDA – ESTUDO DE CASO 2.....	79
TABELA 38 – INDICADORES AMBIENTAIS – ESTUDO DA CASO 2.....	81
TABELA 39 – SETOR DE EMBALAGEM ANTES DA IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 3.....	82
TABELA 40 – SETOR DE EMBALAGEM APÓS A IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 3.....	83
TABELA 41 – PLANO DE MONITORAMENTO – ESTUDO DE CASO 3.....	83
TABELA 42 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA MEDIDA – ESTUDO DE CASO 3.....	84
TABELA 43 – INDICADORES AMBIENTAIS – ESTUDO DE CASO 3.....	85
TABELA 44 – SETOR DE DISTRIBUIÇÃO ANTES DA IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 4.....	87
TABELA 45 – SETOR DE DISTRIBUIÇÃO APÓS A IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 4.....	87
TABELA 46 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA MEDIDA – ESTUDO DE CASO 4.....	88
TABELA 47 – INDICADORES AMBIENTAIS – ESTUDO DE CASO 4.....	89
TABELA 48 – SETOR DE ENFORMAGEM ANTES DA IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 5.....	90
TABELA 49 – SETOR DE ENFORMAGEM APÓS A IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 5.....	91
TABELA 50 – PLANO DE MONITORAMENTO – ESTUDO DE CASO 5.....	91
TABELA 51 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA MEDIDA – ESTUDO DE CASO 4.....	92
TABELA 52 – INDICADORES AMBIENTAIS – ESTUDO DE CASO 5.....	92
TABELA 53 – INVESTIMENTOS, BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS.....	93
TABELA 54 – BENEFÍCIOS AMBIENTAIS.....	93

Resumo

O presente trabalho apresenta uma aplicação da metodologia produção limpa em uma pequena empresa de laticínios. A metodologia baseia-se em uma análise ambiental inicial e em um estudo do balanço de massa do processo para determinar onde estão os desperdícios e como estes podem ser evitados.

Com a implementação dessa metodologia foram obtidos bons resultados relativos aos benefícios ambientais e econômicos. Foram constatados os seguintes aspectos: desperdício de água, de energia, de tempo dos funcionários e dos insumos, bem como a contaminação do meio ambiente. Esses foram analisados em 5 estudos de caso.

No primeiro estudo de caso, correspondente à lavagem de latões, conseguiu-se uma diminuição de 73% no consumo de água. No segundo estudo, lavagem do caminhão, obteve-se uma redução de 50% no consumo de água e de energia através da utilização de uma máquina de lavar de alta pressão. No terceiro foi analisado o desperdício de embalagens. Neste caso foi obtido um ganho econômico de 16,6 % a cada compra de embalagens de ricota e de queijo Minas e uma redução de 50% nos resíduos das embalagens. Já no quarto estudo de caso, ocorria um grande desperdício de caixas utilizadas na distribuição. Após a implementação da metodologia, obteve-se uma economia de cerca de R\$ 10.000,00 ao ano. No último estudo, conseguiu-se uma diminuição na quantidade de soro destinada ao tratamento de efluentes de 124 m³ por ano.

A produção limpa propõe a implementação de tecnologias ambientalmente menos poluentes, visando a uma ação preventiva mediante a redução significativa de emissões de efluentes, a utilização racional e eficiente dos insumos produtivos e a redução, reutilização e reciclagem de seus resíduos. É nesse contexto que foi desenvolvido o trabalho.

Abstract

A clean production methodology application in a small dairy is presented. The methodology is based on an initial environmental analysis and a study of the mass balance of the process involved, to determine in which stages wastes are produced and how to avoid them.

Good results were obtained with the implementation of the proposed methodology in relation to environmental and economical benefits. The following aspects were analysed: less of water, energy, time of labor, supplies as well as environment contamination. These aspects were analysed in five case studies.

In the first case study, related to washing milk cans, the use of water was reduced by 73%. In the second case, related to washing trucks, the use of water and energy was reduced by 50% and by using a machine that washes trucks. In the third case, packaging waste were analysed. In this event for each packaging bought to pack Minas cheese and ricota the profits were up by 16,6% and packaging waste was reduced by 50%. In the fourth case study, there were many lost boxes at distribution stage. After the use of this methodology the small dairy could cut costs by US\$ 5.000,00 in a year. In the last case, a reduction of 124 m³ per year of whey formerly conducted to effluents treatment was obtained.

Clean Production proposes the application of environmental technologies that produce less pollution by reducing expressively effluents and wastes, emission by using rationally and efficiently productive supplies, and by reduction, reutilization and recycling of wastes. In this context this study was developed.

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

1.1 Introdução

O crescente aumento da competitividade, a mudança de valores e crenças, a escassez de recursos naturais vem trazendo conseqüências para as empresas, estas estão percebendo a necessidade de utilizar seus recursos de maneira mais eficiente, tanto os humanos quanto os tecnológicos. Para melhorar a produtividade e a qualidade as empresas devem ter como enfoque o meio ambiente, a saúde e segurança e a qualificação do pessoal.

A preocupação com o meio ambiente vem mudando o estilo de administrar. Não basta apenas as empresas se preocuparem em melhoria contínua em seus produtos e serviços, elas devem tornar-se ambientalmente responsáveis [Lora, 2000].

Somente através da administração, aceitando a preocupação com o meio ambiente, uma parte integrante da estratégia e de todas as operações da empresa, é que os líderes das corporações manterão suas empresas competitivas. A empresa tem que enxergar o meio ambiente como seu mais indispensável fornecedor e seu mais valioso cliente.

Empresas já vem incorporando às metas de produção procedimentos para reciclagem de materiais, para redução na emissão de efluentes, redução na utilização de matérias primas análises nos ciclos de vida dos produtos, muitas dessas empresas utilizam estes procedimentos no marketing da empresa.

A seguir alguns exemplos dos benefícios gerados pelas empresas ecologicamente corretas [Kinlaw, 1998]:

- redução na quantidade de matéria-prima e insumos utilizados;
- redução no consumo de água e energia;
- evitar os custos com multas, despoluição e processos judiciais;
- redução nos custos com manuseio e descarte de resíduos;
- criação de novos mercados;

- criação de novos produtos;
- obtenção de maior credibilidade em bancos e outras instituições financeiras;
- desenvolvimento de novas tecnologias;
- melhor imagem pública da empresa.

Uma empresa ética é uma empresa que pensa nas conseqüências que cada uma das suas ações pode causar ao meio ambiente, a seus empregados, a comunidade, ao consumidor, aos fornecedores e a seus acionistas.

O presente estudo apresenta a metodologia produção limpa, aplicada a uma pequena empresa de laticínios.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Aplicação da metodologia produção limpa em uma pequena empresa de laticínios.

1.2.2 Objetivos específicos

- promover o treinamento de funcionários quanto aos princípios da produção limpa;
- oportunizar a introdução de melhorias nos processos industriais;
- proporcionar a redução da quantidade de resíduos;
- permitir a obtenção de um ganho econômico através da melhoria dos processos e a redução dos resíduos;
- proporcionar a redução da quantidade de água e energia utilizadas pela empresa;
- desenvolver estudos de caso para produção limpa.

1.3 Estrutura do trabalho

O **primeiro capítulo** contempla a introdução e os objetivos do trabalho.

O **segundo capítulo** apresenta uma revisão bibliográfica sobre metodologias de qualidade: a produção limpa, APPCC, ISO 14.000 e um comentário sobre sistemas integrados de gestão.

O **terceiro capítulo** apresenta a metodologia utilizada na pesquisa.

O **quarto capítulo** apresenta os resultados e discussão.

O **quinto capítulo** apresenta as conclusões e sugestões.

O **sexto capítulo** apresenta as referências bibliográficas e finalmente o **sétimo capítulo** apresenta os anexos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Produção Limpa*

2.1.1 Histórico

Após a segunda guerra mundial, a destruição do meio ambiente aumentou devido à intensificação dos processos produtivos. Os movimentos ambientalistas tem como marco histórico a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo no ano de 1972, com o lema “Uma Terra Só”.

A partir da década de 70 é que surgem os primeiros movimentos da ecologia profunda, pregando uma urgente adoção de novos paradigmas para o desenvolvimento socioeconômico fundamentados em uma visão de mundo holística e sistêmica. O pensamento ecológico profundo propõe a substituição do crescimento econômico pela idéia da sustentabilidade ecológica [Morin, 1994].

Em 1983, é constituída a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), conhecida como Comissão Brundtland, que tinha por objetivos propor estratégias de longo prazo para a conciliação entre crescimento econômico e conservação ambiental. Em 1987, foi apresentado um relatório final, tendo como núcleo a formulação de princípios para o desenvolvimento sustentável, definido como um processo de transformação no qual a exploração de recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas.

A Agenda 21 foi um dos documentos oficiais aprovados na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, CNUMAD, realizada no Rio de Janeiro em 1992. Tal documento recomenda a adoção de novas práticas sociais, econômicas e políticas, constituindo-se em um plano de ação para que se alcance os objetivos do desenvolvimento sustentável.

Surgem na década de 90 conceitos como responsabilidade social, gestão ambiental e gerenciamento integrado das organizações. Tais inovações, além de buscar a conciliação entre qualidade produtiva, ambiental e social, amplia a

responsabilidade da organização com a comunidade na qual está inserida e se relaciona.

Dentro deste contexto, em um curto espaço de tempo, as organizações tiveram que assimilar todas as transformações ocorridas na sociedade nos últimos trinta anos. Inicialmente, a situação era de total irresponsabilidade com o uso dos recursos naturais nos diferentes processos produtivos, falta de preocupação com o desperdício de matéria-prima, falta de qualidade nos produtos e processos, descaso com os efeitos da poluição, entre outros. As organizações foram obrigadas a investir grandes somas em equipamentos para o controle da poluição. Em muitos casos foi necessário, inclusive, modificar ou adequar os processos produtivos. Hoje, as empresas acreditam que é muito menos oneroso prevenir do que tratar problemas ambientais.

O Programa dos Centros Nacionais de Produção Limpa (NCPC) é uma iniciativa entre a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) e o Centro de Atividades do Programa de Meio Ambiente em Paris (IEPAC). A UNIDO é a agência executiva e a UNEP fornece guias estratégicos de meio ambiente e suporte profissional.

O NCPC foi iniciado em 1994, lançando oito centros: Brasil, China, República Tcheca, Índia, México, Eslováquia, Tanzânia e Zimbábue. O programa é financiado por diversas fontes. Os governos da Suíça, Holanda e Áustria financiam a maioria dos centros. A UNEP financia programas na primeira fase. No Brasil, o programa é patrocinado pelo SENAI.

No Brasil o programa 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). O objetivo do CNTL é formar uma rede de núcleos nos estados brasileiros para facilitar a transferência de informações e tecnologias às empresas. A ligação entre os estados é feita pelas Federações das Indústrias dos Estados através da Confederação Nacional de Indústrias (CNI). Em Santa Catarina o órgão responsável é o Instituto Euvaldo Lodi (IEL) da Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC).

2.1.2 Introdução à Produção Limpa

O objetivo das empresas é gerar valor, sendo esta uma missão para seus líderes e colaboradores. Estes tem que se desdobrar diariamente para manter suas empresas competitivas. O mercado está cada vez mais exigente, global e mutante, forçando as empresas a se adaptarem às transformações relacionadas ao seu entorno.

A responsabilidade social vem tornando-se indispensável para a sobrevivência das empresas. O meio ambiente é um dos fatores que englobam o bem estar social. Não basta mais às empresas se preocuparem apenas com a qualidade de seus processos e produtos, preço competitivo e bom serviço agregado.

Equilibrar as considerações ambientais e econômicas é um grande desafio para as organizações e tem um grande impacto nas suas operações. Uma empresa “ecologicamente correta” possui uma maior aceitação de seus produtos e serviços no mercado, gera uma maior facilidade para investimentos estrangeiros e tem um apoio do governo e da sociedade [Callenbach, 1995].

O desenvolvimento sustentável foi estabelecido pela Comissão Brundtland, em 1983 como: “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender as suas próprias necessidades”. As organizações devem ser economicamente rentáveis, ambientalmente compatíveis e socialmente justos. Cumprindo estes três requisitos, estarão sendo “eco-eficientes” e criando as condições básicas para sua permanência no mercado [Barbieri, 1997].

A produção limpa chega como uma inovação nas estratégias das empresas, mudando a maneira de pensar e agir, tendo como objetivo aumentar a eficiência na utilização de matérias-primas, água e energia e a minimização dos resíduos gerados, obtendo um ganho econômico e ambiental. As tecnologias ambientais normalmente atuam no tratamento dos resíduos e emissões, sendo os problemas atacados no final do processo de produção. Esta técnica é chamada de técnica de fim de tubo, acarretando despesas adicionais para a empresa e uma série de problemas, como a produção de lodo no tratamento de efluentes.

A tabela 1 mostra as diferenças entre tecnologias de fim de tubo e a produção limpa.

TABELA 1 – DIFERENÇAS ENTRE TECNOLOGIAS DE FIM DE TUBO E PRODUÇÃO LIMPA.

Tecnologia de fim de tubo	Produção Limpa
Como se podem 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 as emissões são limitados através de filtros e unidades de tratamento.	Prevenção de resíduos e emissões na fonte.
A proteção ambiental entra depois que os produtos e processos tenham sido desenvolvidos.	A proteção ambiental entra como uma parte integral do design do produto e da engenharia de processo.
Os problemas ambientais são resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico.	Tenta-se resolver os problemas ambientais em todos os níveis e em todos os campos.
Proteção ambiental é um assunto para especialistas.	Proteção ambiental é tarefa de todos.
É trazida de fora.	É desenvolvida dentro da empresa.
Aumenta o consumo de material e energia.	Diminui o consumo de material e energia.

Fonte: Adaptado de CNTL (2000)

A produção limpa integra ao processo produtivo os objetivos ambientais, com o objetivo de reduzir os resíduos e as emissões quantitativamente e em sua toxicidade, conseqüentemente reduzindo custos.

Normalmente nos processos e desafios trazidos pela gestão ambiental, pergunta-se o que faremos com os resíduos e emissões, a produção limpa pergunta:

de onde vem os resíduos e emissões e porque se tornam resíduos, com o objetivo de atuar na causa do problema e não na consequência. A produção limpa atua em todos os níveis da organização, como na compra de matéria-prima e no design do produto.

Pode-se dividir a implementação da produção limpa em três níveis, o primeiro evita a geração de resíduos e ou emissões, o segundo nível compreende os resíduos que não podem ser evitados, sendo reintegrados ao processo produtivo e o terceiro nível é a reciclagem fora da empresa.

Existem diversas maneiras de atacar o problema na origem (nível um) tais como:

- modificações no produto, podendo utilizar outro material, com maior durabilidade ou menor toxicidade, ou então, modificar o desenho do produto, obtendo um “design ecológico”, com menos desperdício;
- modificações no processo, com treinamento e motivação do pessoal;
- substituição de matérias-primas e auxiliares de processo por materiais recicláveis, menos tóxicos, ou biodegradáveis;
- modificações tecnológicas.

A produção limpa também abrange a questão da saúde e segurança do trabalhador.

2.1.3 Implementação de produção limpa

A metodologia utilizada neste trabalho é a metodologia do CNTL (Centro Nacional de Tecnologias Limpas).

A implantação começa com a sensibilização e comprometimento da gerência e ou diretores, apresentando as vantagens da implementação de um programa de produção limpa através dos seguintes fatores:

- atuar na prevenção como etapa anterior à etapa de fim-de-tubo;
- cumprir padrões ambientais;
- custos de tratamento de fim-de-tubo;

- produção limpa como metodologia de melhoria contínua em sistemas de gestão ambiental;
- sensibilização através de exemplos setoriais semelhantes;
- benefícios econômicos e ambientais.

Sensibilizada e comprometida a alta gerência e esta estando de acordo com a implementação da metodologia, é importante o seu envolvimento no grupo de trabalho, mantendo-a informada. Inicia-se, então, a sensibilização dos funcionários envolvidos no processo.

Após a fase da sensibilização, a implementação da Produção Limpa passará pelas seguintes fases:

- visita técnica para avaliação das atividades e identificar as possibilidades de implementação do programa e sua duração;
- formação de um grupo de trabalho chamada de “ecotime”, que será capacitado para desenvolver o trabalho da empresa, realizando os balanços de massa e energia;
- avaliação dos dados obtidos, identificando oportunidades de Produção Limpa;
- realização de visitas para discussão das possibilidades de Produção Limpa com as pessoas responsáveis pelo grupo de trabalho;
- estudo de viabilidade econômica das oportunidades identificadas e priorizadas, avaliando os benefícios econômicos, ambientais e técnicos obtidos após a implementação da Produção Limpa;
- obtenção de um relatório com todas as informações obtidas durante a implementação da metodologia.

2.1.4 Etapas de Implementação

A) PRÉ – AVALIAÇÃO

A etapa de pré-avaliação é feita através de visitas técnicas, onde são identificadas as possíveis barreiras, estas são relacionadas à organização da empresa, às tecnologias, ao nível de instrução dos funcionários entre outras [Lee, 1999]. Na visita é estabelecida a amplitude do programa na planta industrial, estabelecendo claramente as metas de longo e curto prazo. Nesta etapa é feito um diagnóstico ambiental e de processo da empresa.

No diagnóstico são obtidos os dados referentes a:

- identificação da empresa;
- informações gerais;
- informações sobre o processo produtivo;
- fluxograma do processo produtivo;
- resumo da situação ambiental da empresa.

Outro objetivo da pré-avaliação é a formação do grupo de trabalho, denominado “ecotime”, que será responsável pela obtenção e monitoramento dos dados. O ecotime é composto por um líder, chamado de líder do ecotime, este pode ser o responsável pela área do meio ambiente ou responsável pela produção, por técnicos de manutenção, técnicos de fábrica, supervisores e operadores, técnicos da área contábil e de compras.

Após a pré-avaliação inicia-se a fase do balanço de massa e energia.

B) ELABORAÇÃO DO BALANÇO DE MASSA E ENERGIA

Nesta etapa é realizado o balanço global de material e de energia, para detectar as medidas apropriadas para a produção limpa, determinar as áreas da empresa onde serão coletados os dados. Depois de definidas a área de trabalho, é determinado o limite do balanço de massa e energia [Gunningham, 1997].

Após o balanço de massa e energia devemos saber:

- quantidade de matéria-prima, auxiliares de processo e energia utilizados;

- quantidade de resíduos e emissões produzidos;
- origem dos resíduos e emissões.

No final desta etapa são determinados os pontos da empresa onde serão analisados os resíduos com maior profundidade, através da implementação dos indicadores ambientais e de processo.

C) INDICADORES AMBIENTAIS E DE PROCESSO

A produção limpa está relacionada diretamente com a eficiência do processo produtivo. Os indicadores ambientais medem o desempenho ambiental e o ganho econômico, relacionando-os, quantificando e mensurando os benefícios alcançados com a implementação de produção limpa ou qualquer outro tipo de sistema de qualidade [Federal Environment Ministry, 1997].

Os indicadores ambientais apresentam informações importantes, de fácil leitura, proporcionando a empresa dados importantes para apoiar decisões e definir metas. Os principais objetivos dos indicadores ambientais e de processo são [Federal Environment Ministry, 1997]:

- mostrar as melhorias ambientais ao longo do tempo;
- detectar possíveis melhorias no processo produtivo;
- definir objetivos e metas de performance ambiental;
- monitorar a performance ambiental;
- identificar oportunidades para produção limpa;
- fornecer dados para relatórios ambientais;
- promover a motivação do público interno;
- proporcionar uma base para implantação de sistemas de Gestão Ambiental.

Os indicadores ambientais podem ser expressos em valores absolutos, como a quantidade de poluentes emitidas por ano, ou em valores relativos, onde o valor absoluto pode ser expresso em uma escala relativa a um outro parâmetro, como a

quantidade de poluentes emitida por quantidade de matéria-prima ou de produto fabricado [Federal Environment Ministry, 1997].

Antes de selecionar os indicadores, a empresa deve identificar seus aspectos ambientais mais relevantes, tendo em vista os efeitos de suas atividades, produtos e serviços sobre o meio ambiente.

Após a análise dos indicadores, é feito o estudo de viabilidade econômica.

D) ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

O estudo de viabilidade econômica pode ser dividido em três etapas, avaliação preliminar, avaliação técnica e avaliação econômica, nem todas as opções vão necessitar de uma análise tão abrangente [Buarque, 1984].

A avaliação preliminar tem como objetivo determinar o nível de detalhamento para cada opção e obter as informações necessárias para esta avaliação. Determina o nível de avaliação técnica, econômica e ambiental que as opções necessitam.

A avaliação técnica avalia o impacto da medida e a viabilidade técnica das opções de produção limpa, é utilizada para casos de grande investimento econômico. O impacto da medida é avaliado sobre o processo, a produtividade e a segurança e determina se a opção requererá mudança e treinamento no pessoal [Hess, 1992].

A seguir, alguns itens para avaliação técnica:

- descrição da opção de produção limpa;
- natureza da opção:
 - mudanças de equipamento;
 - no processo;
 - matérias primas, etc.
- natureza da mudança:
 - especificação geral do equipamento;
 - fluxograma simples do processo;
 - balanço de massa e energia;

- instalações e serviços requeridos.
- efeitos sobre a produção:
 - efeitos sobre a qualidade do produto;
 - efeitos sobre a capacidade de produção.
- efeitos sobre o número de empregados;
- treinamento extra requerido;
- licenças exigidas.

A avaliação econômica determina a viabilidade econômica de uma opção de produção limpa, normalmente é o que determina se a opção vai ser implantada ou não. Começar com as opções economicamente atraentes aumenta o interesse da empresa com a produção limpa.

A avaliação econômica é feita utilizando medidas padrão de lucratividade. São utilizados: Período de Recuperação do Capital (Payback), o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

D.1) Coleta de dados para montagem do fluxo de caixa, investimentos, receitas e custos operacionais

O investimento total é a soma dos custos de capital para a compra e instalação de equipamento, treinamentos, etc. A quantificação dos investimentos necessários vai definir se a alternativa é viável ou não. Os dados dos investimentos são obtidos na fase da avaliação técnica [Zdanowicz, 1995].

O objetivo da etapa de investimentos é determinar as necessidades de recursos financeiros para executar o projeto, colocá-lo em andamento e garantir seu funcionamento inicial.

Devem ser quantificados os custos e as receitas que serão modificados pela implementação da produção limpa, depois deve ser feita uma estimativa das receitas e custos do novo processo que será implementado.

As receitas originam-se principalmente das vendas dos produtos e subprodutos. Para o cálculo da receita deve-se multiplicar a quantidade esperada de venda de cada ano, de cada produto, pelo preço correspondente [Zdanowicz, 1995].

O custo operacional corresponde ao total de recursos necessários para comprar e pagar os diversos componentes do processo de produção e vendas durante um certo período, normalmente um ano.

Para estimar o valor do custo é necessário obter a quantidade anual utilizada de matérias-primas, materiais auxiliares e insumos, e os preços correspondentes.

D.2) Montagem do fluxo de caixa

Os fluxos de caixa são orçamentos de receitas e despesas com suas evoluções, ano a ano, durante toda a vida útil do projeto.

Os itens para elaborar um fluxo de caixa podem ser resumidos a seguir [Zdanowicz, 1995]:

- o nível de investimento a ser realizado, durante a fase de execução do projeto;
- a vida útil do projeto;
- a vida útil de cada componente dos investimentos, e seus períodos de reposição de equipamentos e partes;
- a evolução da receita, ano a ano, esperada para o projeto, durante toda a sua vida útil;
- a evolução dos custos fixos e variáveis em função da produção prevista para cada ano;
- o valor da recuperação que se espera obter graças à venda da sucata, ao final da vida útil do projeto.

Com base nesses dados, elabora-se um quadro representando todas as entradas de recursos financeiros e todas as saídas.

Para avaliar a implementação da produção limpa será necessário reformulá-la em termos de seu impacto líquido sobre os ingressos e os desembolsos de caixa da empresa, isso será feito através do fluxo de caixa incremental, isto é, a diferença entre a opção em análise e o processo inicial.

Inicialmente são estimados os fluxos de caixa a serem utilizados, do processo a ser modificado e da produção limpa, e posteriormente é calculado o fluxo de caixa incremental resultante [Zdanowicz, 1995].

O fluxo de caixa incremental é obtido acrescentando-se a depreciação ao lucro líquido, sendo a depreciação o valor contábil acrescentado ao custo de produção para compensar o desgaste de máquinas e instalações. É um percentual obtido através da divisão do investimento pela vida útil do projeto.

A vida útil dos equipamentos pode ser obtida nas informações dos fornecedores e na experiência dos técnicos. Para evitar erros, as autoridades dispõem de períodos legais de depreciação, estes são fixados em: 25 anos para construções, 10 anos para máquinas e 5 anos para veículos, móveis e utensílios. Estes valores representam por ano uma depreciação equivalente a: 4%, 10% e 20% do investimento destes itens [Casarotto, 1996].

D.3) Análise da lucratividade

A lucratividade de um projeto de produção limpa é medida utilizando os fluxos de caixa incrementais (entradas de caixa menos saída de caixa) para cada ano de duração do projeto.

Os três métodos para a medição da lucratividade são [Casarotto, 1996]:

- período de Recuperação do Capital (payback);
- Taxa Interna de Retorno (TIR);
- Valor Presente Líquido (VPL).

O Período de Recuperação de Capital é o tempo que leva para recuperar o investimento utilizado para iniciar o projeto, também conhecido como Período de Retorno [Casarotto, 1996].

A fórmula utilizada para o cálculo do Período de Recuperação de Capital é a seguinte:

$$\text{Período Recuperação de Capital (anos)} = \frac{\text{Investimento de capital}}{\text{Fluxo incremental anual}}$$

O método é indicado para avaliações rápidas de lucratividade.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL) são técnicas para determinação de rentabilidade na qual os fluxos de caixa são tidos como constantes. Tanto a TIR quanto o VPL levam em consideração o valor do dinheiro no tempo descontado o fluxo líquido de caixa projetado do fluxo de caixa atual [Casarotto, 1996].

No VPL calcula-se o valor atual do fluxo de caixa incremental da opção da produção limpa em perspectiva, utilizando uma Taxa Mínima de Atratividade, ou seja, através de uma taxa de juros. Se o valor do VPL for positivo, maior que zero, a proposta de investimento é atrativa.

A fórmula para o VPL é a seguinte:

$$\text{VPL} = \sum_{j=0}^n \frac{\text{fluxo de caixa incremental}}{(1+i)^j} - I$$

Onde:

n = vida útil do projeto (anos).

i = taxa de juros.

$1/(1+i)^j$ = fator de desconto a ser calculado por ano a uma taxa de juros i.

I = investimento.

Para determinar o valor do lucro líquido atualizado, somam-se todos os termos do fluxo de caixa incremental divide por $1/(1+i)^j$, para cada ano de vida útil do projeto, subtraindo o valor do investimento [Zdanowicz, 1995].

O VPL representa o total de recursos que permanecem em mãos da empresa ao final de toda a vida útil, representando o retorno líquido atualizado gerado pelo projeto.

Para atualizar os fluxos do projeto, o investidor deve utilizar como taxa de juros a Taxa Mínima de Atratividade (taxa de rentabilidade de melhor alternativa de investimento possível), sendo uma dificuldade na utilização do VPL a determinação desta taxa. Para evitar essa dificuldade utiliza-se a Taxa Interna de Retorno (TIR), que tem a característica de ser determinada somente através dos dados próprios [Buarque, 1984].

A TIR pode ser definida como a taxa de juros que torna o VPL igual a zero.

Então a fórmula transforma-se em:

$$\sum_{j=0}^n \frac{\text{fluxo de caixa incremental}}{(1+i)^j} = I$$

A taxa interna de retorno é uma demonstração da rentabilidade do projeto. Quanto maior for a TIR, mais vantagens apresenta o projeto em termos atuais. Na produção limpa a TIR nunca deve ser inferior à taxa mínima de atratividade.

Para análise de alternativas de um mesmo projeto e entre projetos sem grandes diferenças de investimento, a TIR é geralmente aceita como melhor instrumento na determinação do mérito de projetos.

E) MONITORAMENTO DOS INDICADORES

O monitoramento pode ser dividido em quatro estágios: planejamento, preparação, implementação, análise e relatório de dados. O monitoramento pode ser simples como uma medição de efluentes ou completo para realização de um balanço de massa por etapa de processo [Federal Environment Ministry, 1997].

No programa de produção limpa, o monitoramento pode ser em nível macro e mais específico, com o monitoramento dos estudos de caso. É importante o monitoramento antes e depois da implementação das oportunidades encontradas.

O primeiro estágio, o planejamento está dividido em sete passos [Federal Environment Ministry, 1997].:

- formulação do programa de monitoramento – os objetivos devem ser definidos e colocados em ordem de prioridade;
- familiarizar-se com o processo e com a planta – as pessoas responsáveis pelo monitoramento devem estar familiarizados com o processo, obter ou preparar os fluxogramas e identificar as entradas e as saídas;
- condições ecológicas e ambientais – verificar as legislações ambientais, observando os limites e condições de emissão permitidas;
- processo a ser monitorado – o local onde serão feitos os monitoramentos devem estar especificados no fluxograma do processo;
- parâmetros a serem medidos – os parâmetros podem requerer equipamentos específicos, procedimentos e técnicas;
- âmbito do programa – os parâmetros devem abranger todo ciclo de operação do processo, proporcionando resultados confiáveis;
- preparação da proposta para avaliação final – deve estar incluso o tempo necessário para preparação, implementação e relatório.

O segundo estágio, a preparação está dividida em seis passos:

- documentação – é requerido um sistema de registros;
- instrumentos – os instrumentos devem ser instalados e calibrados sempre que necessário;
- procedimentos para coleta de amostra – os procedimentos devem estar de acordo com procedimento laboratorial correto;
- substâncias para calibração – devem ser preparados padrões para análises químicas e outras medidas;
- exigências de segurança e saúde;

- coordenação do programa de monitoramento e processo e operação – os operadores devem receber instruções para o programa ser coordenado.

A fase de implementação está dividida em seis passos:

- instruções para o pessoal do programa de monitoramentos – o líder do monitoramento é responsável por todo o pessoal envolvido no processo de monitoramento;
- coordenação do monitoramento e processo de operação – deve ser fornecido para o pessoal procedimentos operacionais;
- amostragem e verificação de instrumentos – as amostragens e instrumentos devem estar prontos para operação;
- processo de amostragem e medida – devem ser iniciados assim que possível;
- registro de resultados e observações – um diário de registro deve ser mantido para registrar observações durante o programa;
- análises químicas de amostras coletadas.

O quarto estágio é o registro e análises de dados e está dividido em três passos:

- verificação dos dados – os dados devem ser colocados em tabelas e devem ser analisados, as anomalias devem ser justificadas;
- análise dos dados – os dados devem ser formatados para possibilitar o gerenciamento da planta para atingir os objetivos, as análises dos dados variam conforme os objetivos;
- relatório/monitoramento – o relatório deve dar uma visão geral dos objetivos, conclusões e recomendações. As opções de operação, de melhoria de processo com custos estimados, das vantagens e desvantagens devem ser apresentados de forma que a gerência tome as melhores decisões a respeito das ações futuras.

F) “ECODESIGN”

O “ecodesign” é visto por muitas empresas como uma oportunidade tanto econômica quanto ambientalmente correta. Um design de um produto “pensado” ecologicamente obtém resultados imediatos para as empresas, diminuindo a necessidade de compra de materiais, diminuindo a quantidade de resíduos. Outra vantagem é o poder de inovação, ou seja, a combinação do produto, mercado e tecnologia.

O “ecodesign” tem uma ligação fundamental com a produção limpa, pois resíduos e emissões não produzidos não precisam ser eliminados. O “ecodesign” tem como objetivo obter alternativas ambientalmente corretas para os produtos, isto em combinação com as melhorias de processo resulta em uma prevenção mais abrangente dentro da indústria. O “ecodesign” tem como foco três termos [Hoo, 1996]:

- desenvolvimento sustentável;
- prevenção de resíduos e emissões;
- enfoque e gerenciamento do ciclo de vida.

O “ecodesign” abrange muito mais que a escolha de materiais específicos ou produtos recicláveis. Na tabela 2 estão oito estratégias do design do ciclo de vida do produto.

TABELA 2 - OITO ESTRATÉGIAS DO DESIGN DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO

Estratégias	Princípios
1. Desenvolvimento de novo conceito	Diminuição ou substituição do produto Uso compartilhado do produto Integração de funções Otimização funcional do produto
2. Seleção de materiais de baixo impacto	Materiais não agressivos Materiais não exauríveis Materiais de baixo conteúdo energético Materiais reciclados Materiais recicláveis
3. Redução de materiais	Redução de peso Redução de volume
4. Otimização de técnicas de produção	Técnicas de produção alternativas, com baixo impacto ambiental. Menos processos de produção Baixo consumo de energia Baixa geração de refugos Insumos de produção não poluentes
5. Sistema de distribuição eficiente	Embalagem menor e mais “limpa” Modo de transporte eficiente Logística eficiente
6. Redução de impacto ambiental no estágio do usuário	Baixo consumo energético no uso Fonte de energia “limpa” Poucos insumos necessários durante o uso Insumos “limpos” durante o uso Não desperdiçar energia e materiais auxiliares

7. Otimizar o tempo de vida inicial do produto	Confiabilidade e durabilidade Fácil manutenção e reparo Estrutura modular do produto Design clássico Zelo do usuário com o produto
8. Otimizar sistema de fim de vida:	Reutilização do produto Remanufatura e reutilização Reciclagem de materiais Incineração limpa

Fonte: Adaptado de Hoo (1996)

2.2 Produção limpa e APPCC

As duas metodologias tem caráter preventivo, a Produção Limpa foca os resíduos e desperdícios e o APPCC a prevenção da contaminação dos alimentos. A primeira monitora os perigos que saem da empresa e podem contaminar o meio ambiente, já a segunda monitora o produto com objetivo de dar segurança aos consumidores. As metodologias além de serem preventivas também tem muitas etapas em comum. A seguir podem ser constatadas as semelhanças entre as metodologias.

2.2.1 Introdução ao APPCC

A produção de alimentos inócuos é um avanço tecnológico da última década do século 20, que inclui aspectos que vão desde fazendas e oceanos, onde crescem os animais, os grãos, etc., até chegar a mesa do consumidor [Haberstroh, 1998]. Nessa cadeia vários elementos desempenham um papel fundamental: autoridades governamentais, produtores agropecuários, transportadores de matéria prima e produtos industrializados, indústrias processadoras, atacadistas, varejistas, universidades, empresas de comunicação comercial e o consumidor.

Com o aumento das doenças relacionadas com a contaminação de alimentos, em especial a E. coli, o grau de preocupação em relação à segurança dos alimentos tem aumentado. O governo da Inglaterra, por exemplo, vem requerendo um maior controle e uma maior eficácia dos sistemas operacionais de controle de qualidade dos fornecedores de alimentos. Há um interesse em particular pela adoção do sistema APPCC [Henson, 1998].

O sistema APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) ou HACCP (sigla em inglês para Hazard Analysis Critical Control Points) é um sistema preventivo de controle, que tem como finalidade construir a inocuidade nos processos de produção, manipulação, transporte, distribuição e consumo dos alimentos. O conceito básico do APPCC é a prevenção e não a inspeção do produto acabado [Easter, 1994].

O objetivo vai além da elaboração de um alimento seguro. É preciso comprovar, através de documentação técnica apropriada, esta segurança.

2.2.2 Desenvolvimento de um plano APPCC

O treinamento é essencial para o desenvolvimento do plano APPCC. A equipe responsável pela implementação deve ser treinada adequadamente em relação aos seus princípios, aplicação e implementação [Garcia, 1998].

A formação da equipe é o primeiro passo para o desenvolvimento de um plano APPCC, que deve ser multidisciplinar, com especialistas nas áreas de engenharia, produção, saúde, química e microbiologia de alimentos. As pessoas que estão diretamente relacionadas com as atividades diárias do estabelecimento devem ser incluídas, pois estas conhecem os detalhes e as limitações do processo [Karine, 1998].

Algumas informações devem ser coletadas inicialmente, antes de se aplicar o APPCC:

A) Descrição do alimento

O APPCC é específico para cada alimento, e primeiro deve descrever detalhadamente o alimento, incluindo ingredientes ou fórmula do produto.

B) Identificação do uso específico e dos consumidores

Um alimento pode ter uso específico, como alimentos especiais para pessoas idosas, para crianças, etc.

C) Desenvolvimento de um diagrama de fluxo

É a descrição simples e clara de todas as etapas relacionadas com o processamento do produto. Esse diagrama deverá ser útil para a equipe APPCC. Pode servir para orientação de outras pessoas, como os inspetores oficiais e clientes, que necessitem entender o processo para poder verificá-lo [IANFES, 1997].

D) Verificação do fluxograma de produção

A equipe APPCC deve visitar o local de processamento, a fim de verificar a exatidão do diagrama de fluxo. Deve ser modificado sempre que necessário, para refletir a situação real.

O sistema APPCC tem sua aplicação baseada em sete princípios básicos que devem necessariamente ser seguidos.

Princípio 1 – Efetuar uma análise de perigos e identificar as medidas preventivas respectivas

Deve se fazer uma análise dos perigos potenciais e identificar as etapas do processo onde os perigos significativos podem ocorrer. O critério para a inclusão de perigos na lista dos PCCs deve exigir que os mesmos sejam de tal natureza que sua prevenção, eliminação ou redução a níveis aceitáveis seja essencial para a produção de alimentos inócuos. Deve-se analisar se as medidas corretivas, se existentes, devem ser aplicadas a cada um destes perigos [Stevenson, 1995].

Ao terminar a análise, todos os perigos significativos que podem ocorrer em cada etapa do processo, devem ser identificados no diagrama de fluxo e listados juntamente com as medidas preventivas que foram identificadas [Savage, 1995]. Essa tabulação será útil para aplicação do princípio dois, para determinar os PCCs.

Princípio 2 – Identificar os pontos críticos de controle (PCCs)

Um ponto crítico de controle pode ser definido como um ponto, etapa ou procedimento onde se possa aplicar medidas de controle para prevenir, eliminar ou reduzir um perigo a níveis aceitáveis [Stevenson, 1995]. Os PCCs devem ser descritos e documentados em todos os seus detalhes.

Princípio 3 – Estabelecer limites críticos para as medidas preventivas associadas a cada PCC

Limite crítico pode ser definido como um critério a ser seguido para cada medida preventiva associada com um PCC. Cada PCC contará com uma ou mais medidas preventivas que devem ser apropriadamente implementadas para assegurar a prevenção, eliminação ou redução dos perigos a níveis aceitáveis [Stevenson, 1995].

Existem limites críticos para medidas preventivas como: temperatura, tempo, atividade de água, pH, acidez, concentração de sal, viscosidade, ou informações sensoriais, como textura, aroma e aparência visual [Snyder, 1992].

Princípio 4 – Estabelecer os requisitos de controle (monitoramento) dos PCCs. Estabelecer procedimentos para utilização dos resultados do monitoramento para ajustar o processo e manter o controle

Seqüência planejada de observações e medidas para avaliar se um PCC está sobre controle, o monitoramento é empregado com três propósitos. Primeiro, o monitoramento é essencial para a inocuidade dos alimentos, através dele é possível seguir todos os passos das operações. Se um limite operacional é excedido, deve-se tomar uma ação corretiva imediata para que o processo retorne aos níveis aceitáveis. Segundo, o monitoramento é utilizado para determinar quando há perda de controle e ocorrem desvios em um PCC, quando se excede o limite crítico. Em terceiro lugar, o monitoramento proporciona documentação escrita que vai ser utilizada durante a verificação do plano APPCC [Stevenson, 1995].

As pessoas que realizam o monitoramento dos PCCs devem ser treinadas para monitorar cada medida preventiva, de modo que possam compreender totalmente o propósito e a importância de seu trabalho, serem honestas no desempenho de suas funções e no preenchimento dos registros, informando de forma precisa as atividades do monitoramento. Acontecimentos que fujam da rotina deverão ser informados imediatamente, a fim de que os ajustes necessários sejam feitos a tempo de assegurar que o processo continuará sob controle.

Sempre que não é possível monitorar um limite crítico de maneira contínua, é necessário certificar-se que o intervalo entre as observações é suficientemente confiável, assegurando o controle do perigo.

Princípio 5 – Estabelecer ações corretivas para o caso de desvio dos limites críticos

É necessário estabelecer planos com ações corretivas para os casos que ocorrer este desvio. As ações deverão assegurar que o PCC voltará ao controle efetivo [Stevenson, 1995]. Os procedimentos a serem adotados como ações corretivas devem estar documentados no plano APPCC.

Princípio 6 – Estabelecer procedimentos de verificação para verificar se o sistema está funcionando adequadamente

Existem quatro processos envolvidos na verificação do sistema:

- o primeiro é o processo científico ou técnico, para verificar se os limites críticos estabelecidos para os PCCs são satisfatórios;

- o segundo processo de verificação assegura que o plano APPCC que foi estabelecido está funcionando adequadamente. Um sistema da APPCC que está funcionando adequadamente requer a coleta de poucas amostras do produto final, já que os dispositivos de segurança funcionam a tempo, durante as diversas etapas do processo [Stevenson, 1995];
- o terceiro processo consiste em validações periódicas documentadas, independentes de auditorias ou outros processos de verificação, que devem ser realizados para a eficácia do plano [Stevenson, 1995];
- o quarto processo de verificação trata da responsabilidade do governo como órgão regulador e das suas ações, para garantir o bom funcionamento do APPCC.

Princípio 7 – Estabelecer um sistema para registro de todos os controles

O plano APPCC aprovado pelas mais altas autoridade do estabelecimento, bem como seus registros, deverão estar arquivados em local de fácil acesso, preferencialmente no próprio estabelecimento.

2.2.3 Comparação entre produção limpa e APPCC

Após um estudo das metodologias produção limpa e APPCC, e das dissertações de mestrado realizadas na Indústria Holandês por Karine (1998) e Garcia (1998), elaborou-se uma comparação entre as metodologias produção limpa e APPCC. A Tabela 3 mostra as etapas em comum entre a produção limpa e o APPCC.

Ambas iniciam a implementação com a conscientização da gerência. Depois inicia-se a formação da equipe responsável pela implementação. Na produção limpa, esta é chamada de ecotime. Nas duas metodologias as equipes são multidisciplinares.

A próxima etapa equivalente é o fluxograma de produção. Depois de pronto o fluxograma ocorre um maior detalhamento. No APPCC é feita uma análise dos perigos e a determinação destes, depois é avaliada a probabilidade de ocorrência e a severidade do perigo, definindo sua importância. A análise do perigo envolve várias informações, abrange o histórico do produto, pesquisas bibliográficas e análise microbiológica do processo.

Na produção limpa, com o fluxograma pronto, é feita uma análise de todas as entradas e saídas do processo, ou seja, um balanço de massa, com objetivo de identificar as oportunidades de produção limpa. Nas duas metodologias é nessa etapa que são determinados os pontos de controle e monitoramento.

Outra etapa em comum é o monitoramento. Na produção limpa o monitoramento facilita a identificação dos benefícios ambientais, técnicos e econômicos, e serve para complementar as informações no balanço de massa e identificar os estudos de caso. Depois de implementados os estudos de caso, o monitoramento garante a continuidade da metodologia monitorando os indicadores. No APPCC, o monitoramento avalia se o processo está sob controle.

Na produção limpa o monitoramento é feito antes e depois da implementação dos estudos de caso e no APPCC para monitorar os pontos críticos de controles já determinados. Para os dois casos deve ser especificado o responsável pelo monitoramento e a frequência que deve ser feito. Os resultados dos monitoramentos determinam se os indicadores estão de acordo com o pré-estabelecido ou, no caso do APPCC, se estão dentro dos limites críticos. Formulários para controlar o monitoramento são utilizados nas duas metodologias.

O que define os pontos a serem monitorados na produção limpa é o balanço de massa. Serão monitorados preferencialmente as etapas que geram:

- desperdícios;
- resíduos sólidos;
- efluentes líquidos;
- emissões.

Os pontos monitorados no APPCC são aqueles determinados através de análises microbiológicas e visuais e que possam causar uma contaminação nos alimentos e, conseqüentemente, uma possível contaminação alimentar.

Os indicadores ambientais (produção limpa) indicam a situação ambiental da empresa e os limites críticos (APPCC) definem se o perigos estão sob controle.

Os resultados dos monitoramentos determinam se as metodologias estão dentro dos padrões pré-determinados e se ações corretivas devem ser tomadas ou não.

As ações corretivas devem ser imediatas para os dois casos e as pessoas responsáveis devem estar preparadas para tomar as devidas providências.

Na tabela a seguir as etapas similares entre produção limpa e o appcc.

TABELA 3 – ETAPAS DE APLICAÇÃO DE PRODUÇÃO LIMPA E APPCC.

PRODUÇÃO LIMPA	APPCC
1. Conscientização	1. Conscientização
2. Comprometimento da gerência	2. Comprometimento da gerência
3. Programa de treinamento	3. Programa de treinamento
4. Abrangência de todo o processo produtivo	4. Abrangência de todo o processo produtivo
5. Elaboração de um sistema de Produção Limpa para cada processo	5. Elaboração de um sistema APPCC para cada processo
6. Formação do ecotime	6. Formação da equipe APPCC
7. Descrição do produto	7. Descrição do produto
8. Fluxograma de processo	8. Fluxograma de processo
9. Análise de resíduos	9. Análise de perigos
10. Determinação dos locais com resíduos	10. Determinação dos Pontos Críticos de Controle (PCC)
11. Estabelecimento de indicadores ambientais	11. Estabelecimento dos limites críticos
12. Monitoramento	12. Monitoramento
13. Ações corretivas	13. Ações corretivas
14. Procedimentos de verificação	14. Procedimentos de verificação
15. Sistema de registro	15. Sistema de registro

Fonte: dados primários.

2.3 Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA)

A Produção Limpa é uma ferramenta que pode ser utilizada na implementação de um sistema de gerenciamento ambiental. A seguir pode-se constatar que etapas da implementação de um sistema de gestão ambiental de acordo com a NBR ISO 14001 e 14004 são compatíveis com as etapas da produção limpa.

2.3.1 NBR ISO 14001 e 14004

Atingir um desempenho ambiental correto, controlar os impactos de suas atividades, serviços e produtos no meio ambiente são preocupações de empresas de todos os setores.

Muitas empresas fazem auditorias ambientais com o objetivo de avaliar seu comportamento ambiental, mas as auditorias não garantem que seu desempenho atenda aos requisitos legais e aos de sua própria política. Para atingir o desempenho desejado é necessário a condução dos procedimentos dentro de um sistema de gestão estruturado e integrado ao conjunto das atividades de gestão [NBR ISO 14001, 1996].

Um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é uma forma de uma empresa estabelecer e avaliar os procedimentos que definem uma política e os objetivos ambientais e atingir a conformidade com eles, identifica oportunidades de melhoria para redução de impactos ambientais gerados dentro da empresa.

A NBR ISO 14001 é uma norma que certifica um SGA, especifica os requisitos do sistema de gestão ambiental, e pode ser aplicada a todos tipos de organizações. A orientação sobre técnicas de apoio à gestão faz parte de outras normas. Na NBR ISO 14001 estão apenas os requisitos que podem ser auditados com objetivos de certificação, registro e ou autodeclaração. Às empresas que precisem de orientações relacionadas a sistemas de gestão ambiental recomenda-se a NBR ISO 14004 [NBR ISO 14001, 1996].

A NBR ISO 14001 estabelece apenas o comprometimento da organização ao cumprimento da política ambiental, atendimento da legislação e melhoria contínua, não garante um ótimo desempenho ambiental. Este desempenho depende da política ambiental da empresa, do sistema de gestão ambiental e das tecnologias aplicadas.

A NBR ISO 14001 estabelece os requisitos para a implementação de um sistema de gestão ambiental, permitindo a formulação de uma política e objetivos, considerando os requisitos legais e os impactos ambientais significativos. A Figura 1 ilustra o modelo de implementação de um sistema de gestão ambiental.

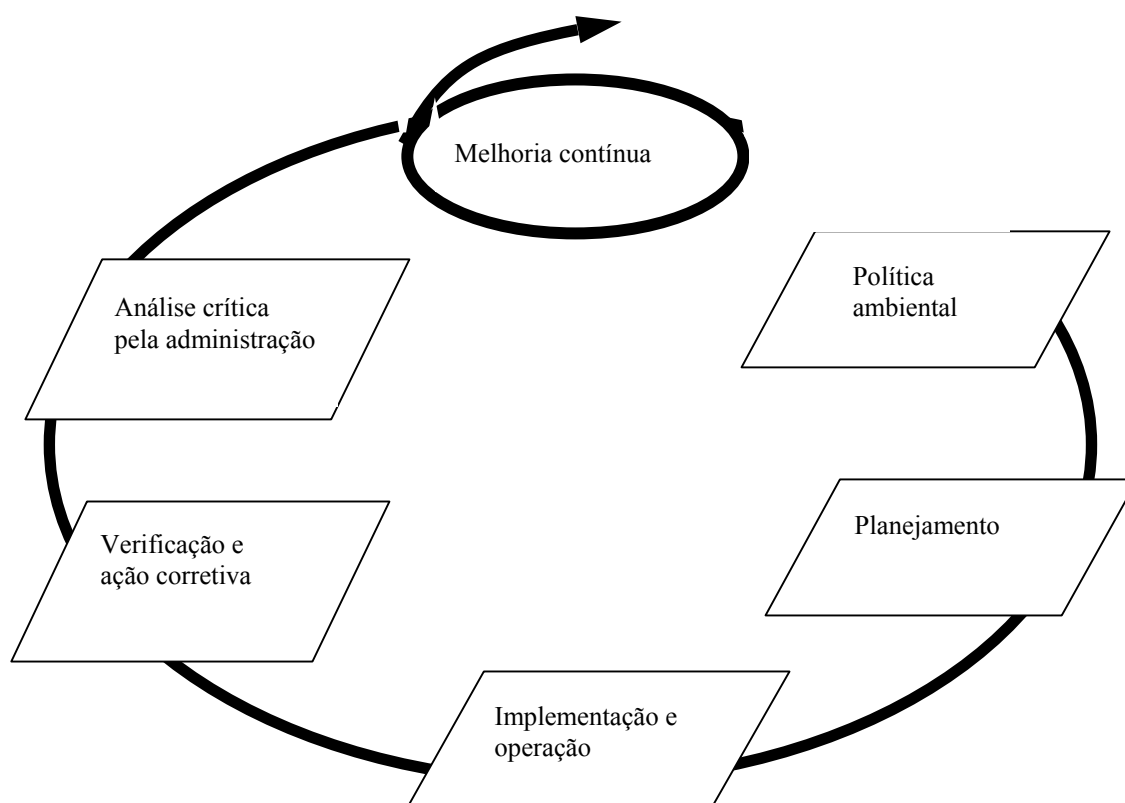


Figura 1 – Modelo de gestão ambiental para ISO 14001 [ABNT NBR ISO 14001, 1996].

2.3.2 Implementação de um sistema de gerenciamento ambiental

Um modelo básico para implementação de um sistema de gestão ambiental está descrito na NBR ISO 14004, consistindo nos cinco princípios da figura anterior:

- princípio 1 - política ambiental : a empresa define uma política ambiental e se compromete com seu sistema de gestão ambiental;
- princípio 2 - planejamento: a empresa formula um plano para cumprir sua política ambiental;

- princípio 3 - implementação e operação: a empresa coloca o plano em ação e fornece os recursos e mecanismos de apoio necessários para atender sua política, seus objetivos e suas metas;
- princípio 4 - verificação e ação corretiva: a empresa deve mensurar, monitorar e avaliar seu desempenho ambiental;
- princípio 5 - análise crítica pela administração: a empresa deve analisar criticamente e aperfeiçoar constantemente seu SGA.

A) REQUISITOS GERAIS

Segundo o item 4.1 da NBR ISO 14001 a organização deve estabelecer e manter um sistema de gestão ambiental. Este sistema deve ser avaliado e analisado periodicamente para identificar possíveis melhorias, sendo este estruturado para atingir a melhoria contínua [Valle, 1996].

Um sistema de gestão ambiental é uma ferramenta sistemática que permite a empresa controlar e atingir o nível de desempenho ambiental pré-determinado por ela. A complexidade do programa, a amplitude e os recursos que serão utilizados dependem do seu porte e da natureza de suas atividades [Fibor, 1996].

B) POLÍTICA AMBIENTAL

O comprometimento gerencial é um dos fatores importantes no sucesso de um programa de gerenciamento ambiental. Este comprometimento é expresso por meio de uma política ambiental escrita de forma clara, na forma de planos de ação. A política ambiental deve ser reavaliada e revisada periodicamente.

A NBR ISO 14004 indica para as empresas, que não tenham uma política ambiental definida, comecem pelos benefícios óbvios, identificando formas mais eficientes de utilizar materiais e energia, cumprir as regulamentações e identificar e limitar fontes de risco [Reis, 1996].

O item 4.2 da NBR ISO 14001 estabelece que a alta administração deve definir a política ambiental e assegurar que ela:

- seja apropriada à natureza, escala e impactos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços.

- inclua o comprometimento com a melhoria contínua e com a prevenção de poluição.
- inclua o comprometimento com o atendimento à legislação e normas ambientais aplicáveis, e demais requisitos subscritos pela organização.
- forneça a estrutura para o estabelecimento e revisão dos objetivos e metas ambientais;
- seja documentada, implementada, mantida e comunicada a todos os empregados.
- esteja disponível para o público.

C) PLANEJAMENTO

Aspectos e impactos ambientais

Nos itens 3.3 e 3.4 da NBR ISO 14001 estão definidos aspecto ambiental e impacto ambiental:

- aspecto ambiental - elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente;
- impacto ambiental - qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos e serviços de uma organização.

A relação entre aspecto ambiental e impacto ambiental é de causa e efeito, conforme citado no item 4.2.2 da NBR ISO 14004.

São objetivos dos aspectos ambientais:

- determinar as entradas e saídas associadas às suas atividades, produtos e serviços atuais e passados, se pertinentes;
- estabelecer uma avaliação ambiental inicial;
- considerar as operações normais e anormais da empresa e emergência;

- considerar áreas ambientais sensíveis próximo das instalações (monumentos, parques ecológicos, etc).

Para a identificação dos aspectos ambientais e avaliação dos impactos ambientais associados, a norma de orientação NBR 14004, item 4.2.2, sugere um procedimento de quatro etapas:

- seleção de uma atividade e ou produto;
- identificação do maior número de aspectos ambientais da atividade, produto ou serviço;
- identificação de impactos ambientais associados a cada aspecto ambiental;
- avaliação da importância dos impactos.

A avaliação da importância dos impactos pode ser determinada através de algumas considerações ambientais como:

- escala do impacto;
- severidade do impacto;
- probabilidade de ocorrência;
- duração do impacto.

Depois de determinado os impactos que são ou possam ser significativos sobre o meio ambiente, a organização deve assegurar que estes impactos sejam considerados na definição de seus objetivos ambientais.

Requisitos legais e outros requisitos

Neste item a empresa deve, através de procedimentos, identificar e acessar a legislação e demais requisitos ambientais que se apliquem aos aspectos ambientais de suas atividades, produtos e serviços [Reis, 1996].

A legislação deve ser mantida atualizada e deve ser criado um sistema de atualização entre os parâmetros legislativos e os procedimentos internos.

Aos demais requisitos podem incluir acordos internacionais, diretrizes corporativas, condicionantes de licenças e normas aplicadas (ABNT, Internas, etc).

Objetivos e Metas

A empresa deve transformar em objetivos e metas a política ambiental e os aspectos ambientais das atividades, produtos e processos que tenham impacto ambiental significativo.

Uma vez definidos os objetivos e metas, é recomendado que a organização considere o estabelecimento de indicadores de desempenho ambiental mensuráveis. Tais indicadores podem ser utilizados como base para um sistema de avaliação do desempenho ambiental, podendo oferecer informações tanto da gestão ambiental quanto sobre sistemas operacionais [Valle, 1996].

Um objetivo ambiental é definido no item 3.7 da norma NBR ISO 14000 como “propósito ambiental global, decorrente da política ambiental, que uma organização se propõe a atingir, sendo quantificado sempre que exeqüível”.

A partir da Política Ambiental recomenda-se traçar objetivos macros, detalhando-os na forma de uma ou mais metas. Para cada meta um ou mais programas de gerenciamento ambiental.

Na Figura 2 está um resumo de uma estrutura de objetivos e metas ambientais.

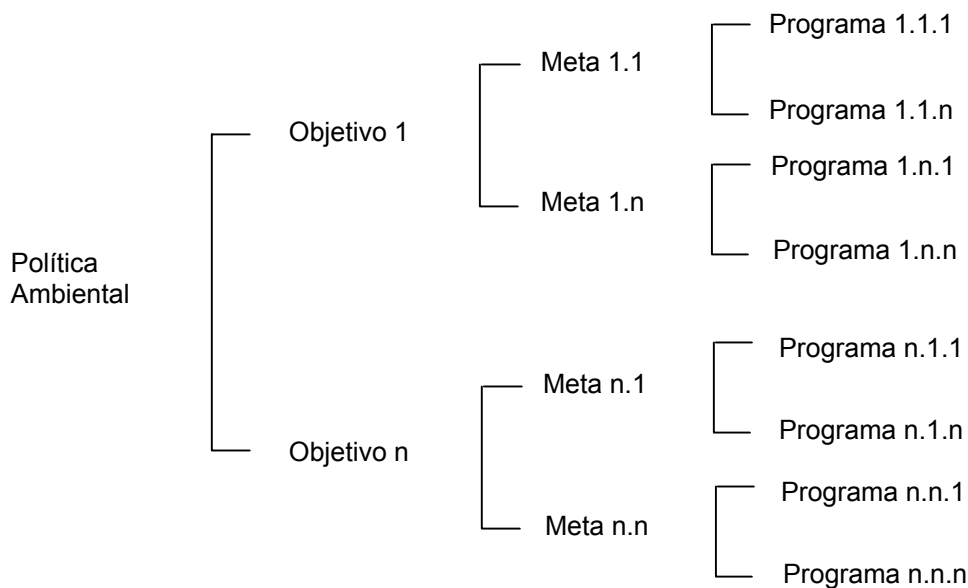


Figura 2 – Estrutura para objetivos e metas ambientais [Curso ISO 14000, 1988].

Os objetivos e as metas devem ser estabelecidos com base na política ambiental e nas avaliações dos impactos ambientais.

Programa(s) de gestão ambiental

Os programas de gestão ambiental (PGA) tem como finalidade atingir os objetivos e as metas da empresa, incluindo cronograma e atribuição de responsabilidades em cada função ou nível relevante, e os recursos, incluindo o custo e o prazo.

D) IMPLEMENTAÇÃO E OPERAÇÃO

A implementação e a operação de um sistema de gestão ambiental (SGA) depende do comprometimento de toda a empresa e no anexo A.4.1 da NBR ISO 14000 é recomendado que as responsabilidades ambientais não fiquem apenas na função ambiental, deve incluir outras área da empresa.

Estrutura e responsabilidade

A norma sugere que definam todas as responsabilidades, funções e autoridades para uma gestão ambiental eficaz.

Os recursos para implementação e o controle do sistema deve ser fornecido pela administração. Estes recursos abrangem recursos humanos e financeiros bem como tecnologia específica.

Um representante da gerência deve ser nomeado para assegurar que o programa esteja sendo mantido e implementado e deve relatar o desempenho do SGA à alta administração. Em uma empresa muito pequena o proprietário pode ser a pessoa responsável pelo SGA, a norma é flexível.

Treinamento, conscientização e competência subcontratados

A norma determina que todas as pessoas que possam causar um impacto significativo sobre o meio ambiente recebam treinamento adequado.

Segundo o item 4.4.2 da NBR ISO 14000, a organização deve estabelecer e manter procedimentos que façam com que membros e empregados, em cada nível ou função estejam conscientes:

- da importância da conformidade com a política ambiental, procedimentos e requisitos do sistema de gestão ambiental;
- dos impactos ambientais significativos, reais ou potenciais, de suas atividades e dos benefícios ao meio ambiente resultantes da melhoria do seu desempenho pessoal;
- de suas funções e responsabilidades em atingir a conformidade com a política ambiental, procedimentos e requisitos do sistema de gestão ambiental. Inclusive os requisitos de preparação e atendimento a emergências;
- das potenciais consequências da inobservância de procedimentos operacionais especificados.

É preciso identificar as necessidades de treinamento e garantir que todo o pessoal cujas tarefas possam criar um impacto significativo sobre o meio ambiente receba treinamento apropriado [Fibor, 1996].

Comunicação

É recomendado pela norma criar um procedimento de comunicação interna e externa sobre as questões ambientais.

Na comunicação interna estão incluídos a comunicação entre departamentos, resultados de monitoramento, auditorias e análises gerenciais. A comunicação interna motiva os funcionários, soluciona problemas e aumenta o nível de conscientização [Valle, 1996].

As comunicações ou reclamações externas devem receber tratamento especial, pois pode levar a problemas de responsabilidade contra terceiros. A comunicação pode ser utilizada para disponibilizar a política ambiental ao público.

No item 4.3.3 a norma diz que é preciso:

- estabelecer e manter procedimentos para a comunicação interna entre os vários níveis organizacionais;
- receber, tratar e responder a comunicações das partes interessadas externas.

Documentação do sistema de gestão ambiental

A documentação deve descrever os principais elementos do sistema de gestão ambiental, não precisa conter todos os procedimentos e instruções operacionais, e orientar o usuário onde encontrar estas informações. Não precisa ser feito um único manual para esta documentação, esta pode estar integrada com outros sistemas implementados [Valle, 1996].

Normalmente as políticas, os objetivos e as metas básicas e outras informações sobre o programa SGA estão no manual ambiental.

Controle de documentos

O item A.4.5 da norma recomenda que as empresas criem e mantenham documentos de forma adequada a implementação do sistema de gestão ambiental.

É preciso estabelecer e manter procedimentos para o controle de todos os documentos exigidos pela norma, para que sejam localizados, analisados, revisados e removidos quando obsoletos.

Controle operacional

Após a identificação das atividades ligadas aos aspectos ambientais significativos identificados no item 4.3.1, a empresa deverá planejar estas atividades garantindo que sejam executadas em condições específicas. As condições específicas são as seguintes:

- procedimentos documentados para as atividades e operações a fim de assegurar que não se desviem de políticas, objetivos e metas;
- especificação de critérios operacionais;
- estabelecer e comunicar aos fornecedores e subcontratados procedimentos relevantes que se relacionem com os aspectos ambientais significativos das mercadorias e serviços utilizados pela organização.

Não é necessário a documentação de todos as operações, e sim para situações na qual sua ausência poderia provocar desvios das políticas , objetivos e metas ambientais.

Preparação e atendimento a urgências

Este requisito fala em identificar, prevenir e mitigar impactos ambientais relativos a potenciais acidentes e situações de emergência.

O objetivo básico deste item é estabelecer e manter procedimentos para identificar a possibilidade de ocorrência de acidentes e emergências e a resposta a essas situações. A empresa deve estar preparada para prevenir e minimizar os impactos ambientais associados.

O requisito exige simulações de combate a situações de combate a emergência periódicos.

E) VERIFICAÇÃO E AÇÃO CORRETIVA

Monitoramento e medição

Deve-se estabelecer e manter procedimentos documentados para monitoração e medição regulares das operações e atividades da empresa que possam exercer um impacto significativo ao meio ambiente.

Os indicadores de desempenho devem ser objetivos, verificáveis e reproduzíveis.

Não-conformidade e ações corretiva e preventiva

A não-conformidade deve ser identificada e tratada para corrigir seu impacto e prevenir sua repetição. No caso de não-conformidades que possam vir a ocorrer, o objetivo é prevenir para que não ocorra [Reis,1996].

O importante é identificar as causas das não-conformidades, agir através das ações corretivas ou ações preventivas.

Registros

Os registros constituem a evidência da operação contínua do SGA, devem demonstrar conformidade com as exigências da norma. Isso significa desenvolver procedimentos para identificar, manter e fazer uso dos registros ambientais.

Os registros mínimos são:

- treinamento;
- resultados de auditorias;
- análise crítica.

É preciso criar e manter registros que comprovem a efetiva execução dos procedimentos.

Auditoria do sistema de gestão ambiental

No item 4.5.4, a ISO 14001 requer que a empresa realize auditorias do sistema de gestão ambiental com o objetivo de:

- determinar se o SGA está em conformidade com as disposições planejadas para a gestão ambiental e se está devidamente implementado;

- fornecer informações para a administração sobre os resultados das auditorias.

A norma também enfatiza que o programa de auditoria e a frequência com que é programado devem-se basear na “importância ambiental da atividade em questão e nos resultados de auditorias anteriores”.

F) ANÁLISE CRÍTICA PELA ADMINISTRAÇÃO

A etapa final no processo básico do sistema de gestão ambiental é a análise crítica do próprio SGA. Este deve ser analisado criticamente pela administração em intervalos regulares, para assegurar a sua contínua adequação e eficácia [Cazazeira, 1997].

A análise deve focalizar eventuais necessidades de mudanças na política, objetivos e outros itens do SGA. Outro aspecto abordado na análise crítica é o compromisso da empresa com a melhoria contínua.

A empresa deve planejar ações corretivas e preventivas com o objetivo de melhorar o SGA e acompanhar as ações para assegurar que foram tomadas. As avaliações podem provocar mudanças no sistema de gestão ambiental.

2.3.3 Sistemas Integrados de Gestão

Desde a década de 80, a ISO 9000 vem sendo utilizada com sucesso pelas organizações, com objetivo de comprovar a eficiência de seu sistema da qualidade. Na década de 90 o mercado consumidor passou a fazer pressões para outros requisitos específicos de qualidade, como meio ambiente, segurança e saúde ocupacional.

Combinando todos os conceitos de sistemas de gestão, principalmente em função do caráter complementar destas normas entre si, ocorrem processos de certificações integradas, com atividades otimizadas entre elas, tais como [Medeiros, 2000]:

- auditorias conjuntas;
- otimização da equipe auditora e dos dias de trabalho inerente ao processo;
- relatórios distintos e abrangentes;
- redução dos custos globais envolvidos nas certificações.

Todos envolvidos no processo ganham com a integração de sistemas, os funcionários ganham com a melhoria de condição de trabalho, o consumidor ganha com a garantia de um produto bom e ecologicamente “correto” e o maior ganho é o da própria empresa, que controla a qualidade de seus produtos e serviços e atuando de forma a melhorar continuamente seu desempenho ambiental e em saúde ocupacional e segurança.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho foi recomendada pelo CNTL (Centro Nacional de Tecnologias Limpas), e inclui as etapas descritas a seguir.

3.1 Sensibilização

A implementação iniciou com a conscientização dos proprietários e a gerência, enfatizando-se as vantagens e melhorias que a metodologia proporcionaria à empresa. Utilizaram-se exemplos de produção limpa já implementados em outras empresas.

Após sensibilizada a gerência, foi apresentada uma palestra para os funcionários envolvidos no processo, com o objetivo de divulgar a metodologia.

3.2 Pré-avaliação

Iniciou-se a pré-avaliação com visitas técnicas na empresa. Acompanhou-se o processo produtivo, com o objetivo de avaliar a amplitude do programa e a possibilidade de implementação da metodologia.

Através do estudo dos fluxogramas dos processos produtivos foram identificados alguns pontos de atuação, como o desperdício de água e o soro da ricota que é destinado ao tratamento de efluentes.

Nas visitas seguintes, iniciou-se o diagnóstico ambiental da empresa. Realizaram-se entrevistas com o sócio-gerente responsável pelo setor de compras, com a gerente de produção e com os funcionários, com o objetivo de obter informações gerais, tais como:

- data de instalação da empresa;
- numero de funcionários;
- áreas da empresa;
- principais matérias-primas e insumos;
- consumo de água;
- quantidade de resíduos.

O ecotime formado por 6 integrantes foi estabelecido após uma análise ambiental inicial da empresa e da determinação dos pontos que seriam monitorados. Os pontos determinados foram: higienização do caminhão tanque, higienização dos latões de leite, soro da ricota destinado ao tratamento de efluentes, e resíduos de embalagens plásticas da ricota e queijo Minas.

3.3 Balanço de massa

Após a identificação dos pontos de resíduos iniciou-se a fase de implementação de planilhas de controle de resíduos e efluentes. Os componentes do ecotime responsáveis pelo preenchimento das planilhas receberam treinamentos específicos para cada setor.

Conhecendo-se o total de água utilizada no processo, passou-se a monitorar os pontos de desperdício de água:

- lavagem do caminhão (Anexo 7.1, página 101);
- lavagem dos latões de leite (Anexo 7.2, página 102).

A planilha da higienização do caminhão foi preenchida pelo motorista durante 15 dias. O objetivo desta planilha era obter o tempo médio gasto em cada higienização. A vazão de água da mangueira utilizada foi determinada com um cronômetro e um latão de 50 L. Foram feitas 15 medidas e obteve-se a vazão média de água. Com a vazão e o tempo gasto obteve-se o volume de água utilizado na higienização do caminhão.

A planilha referente à higienização dos latões de leite foi preenchida pelo funcionário responsável pelo setor da recepção. Na planilha foram anotadas quantas horas de lavagem e quantos latões eram lavados durante 15 dias. Determinou-se o tempo gasto para lavar cada latão e multiplicou-se pelo número de latões que são utilizados por ano. Determinou-se a vazão da mesma forma que a vazão da água para higienização do caminhão. Com a vazão e o tempo gasto na higienização dos latões, determinou-se o volume de água utilizado.

Outro efluente monitorado foi o soro, destinado ao tratamento de efluentes, que é resultante do processo produtivo da ricota e queijo Minas. Uma média deste volume de soro foi determinada após o monitoramento por uma semana no setor de produção (Anexo 7.3, página 103). Para medir o volume que sobrava no fundo do taxo.

Bombeava-se o soro para latões de 50 L e com auxílio de uma régua graduada, para volume, conseguiu-se realizar a medida.

Uma planilha de monitoramento foi implementada por 15 dias no setor de embalagem (Anexo 7.4, página 104) para determinar a quantidade de resíduos plásticos. As planilhas foram preenchidas por dois funcionários responsáveis pelo setor de embalagens e, ao final de cada expediente, eram pesados os resíduos plásticos das embalagens.

Uma média de resíduo por embalagem foi determinada por dia de produção. Esta média foi multiplicada pela produção de 1 ano, fornecendo desta forma a quantidade anual de resíduos.

3.4 Indicadores ambientais e de processo

Os indicadores ambientais servem de parâmetro para as alterações realizadas na empresa, medem as melhorias ambientais e econômicas. [National cleaner production centres, 1995]. Para cada estudo de caso, foram determinados indicadores comparativos entre o processo antes e depois da implementação da produção limpa.

3.5 Estudo de viabilidade econômica

O estudo de viabilidade econômica normalmente é o que determina se a opção de produção limpa vai ser implementada ou não. Os estudos de viabilidade econômica estão descritos detalhadamente em 5 estudos de caso:

- 1 – lavagem de latões na recepção;
- 2 – lavagem do caminhão;
- 3 – resíduos das embalagens de queijo Minas e ricota;
- 4 – caixas plásticas utilizadas na distribuição perdidas;
- 5 – soro da ricota que vai para o tratamento de efluentes.

3.6 Descrição dos estudos de caso

Foram desenvolvidos 5 estudos de caso, que estão descritos detalhadamente no item 4.3.

3.7 Monitoramento

O monitoramento começou em nível macro e depois mais especificamente para os estudos de caso. A última etapa do monitoramento foi garantir a continuação da metodologia e verificar se os estudos de caso estão dentro dos padrões pré-estabelecidos. Ações corretivas foram determinadas no caso de desvio dos padrões.

Os planos de monitoramento estão descritos no capítulo 4.

3.8 Resultados gerais

O resumo dos resultados, benefícios e investimentos estão no item 4.4.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados gerais da empresa

Os primeiros passos foram: obter dados da empresa, fazer um diagnóstico ambiental e obter dados referentes à quantidade da matéria-prima e insumos e produtos de higienização utilizados na produção. Estes dados foram obtidos no setor de compras e diretamente na produção com os funcionários. Na tabela 4 estão resumidos os dados da empresa.

TABELA 4 – DADOS DA EMPRESA.

Nome fantasia:	Laticínios Holandês
Razão social:	Papenberg Comércio de Laticínios Ltda
Ramo de Atividade:	Indústria alimentícia
Endereço:	Av. Papenberg, 505
Bairro / distrito:	Areias
Município:	Governador Celso Ramos
Telefone:	(048) 243 – 8784/243 – 8682
Cnpj:	880067382/0001 - 01
Inscrição Estadual:	251.536.440
Contato:	Paulo Papenberg
Cargo:	Sócio-gerente
Data de instalação no local:	12/05/1987
Regime de funcionamento da empresa:	8 a 10 horas por dia/26 dias por mês/ 12 meses por ano
Número total de funcionários por área:	Produção - 12 Administração – 4 vendedores Serviços gerais – 4 motoristas Outras áreas – 2 escritório
Áreas físicas da empresa:	Área construída total atual – 400 m ² Área total do terreno – 60.000 m ²

Fonte: dados primários.

A figura 3 apresenta um organograma simplificado da empresa.

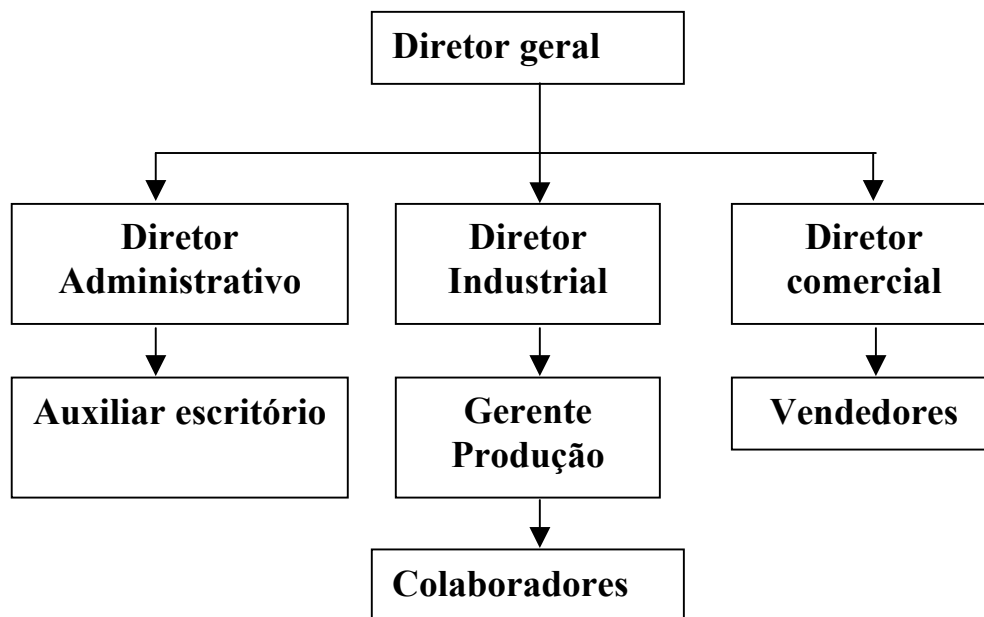


Figura 3 – Organograma da empresa Laticínios Holandês.

4.1.1 Ecotime

O ecotime foi formado após a análise inicial da empresa e após a definição de alguns locais que, seriam monitorados:

- recepção da matéria prima (lavagem dos galões onde chegavam o leite, e lavagem do caminhão);
- preparo da ricota e do queijo Minas (soro);
- setor de embalagem.

Os locais foram determinados pela grande quantidade de resíduos e efluentes.

Formavam o “ecotime” 6 funcionários, 5 da produção e 1 laboratorista. Por estar envolvido diariamente na produção, escolheu-se o gerente de produção como líder do ecotime. Na tabela 5 é apresentado o ecotime.

TABELA 5 – COMPONENTES DO ECOTIME.

Cargo	Formação
Gerente produção	Ciências Contábeis
Responsável Pasteurização	1º grau incompleto
Queijeiro	1º grau incompleto
Embalador (queijo)	1º grau incompleto
Embalador (iogurte, leite C)	1º grau incompleto
Técnica de Laboratório	2º grau

Fonte: dados primários.

4.2 Informações sobre o processo produtivo

4.2.1 Consumo de água

A água utilizada na indústria vem de um poço que fica próximo da empresa. São utilizados em média 60 m³ por dia.

4.2.2 Consumo de combustíveis

Óleo diesel e gasolina são utilizados nos veículos de distribuição dos produtos e a lenha é utilizada na caldeira. As quantidades utilizadas estão na Tabela 6.

TABELA 6 – COMBUSTÍVEIS UTILIZADOS.

Combustível	Consumo mensal
Óleo combustível	Óleo Diesel - 3.230 L Gasolina - 429 L
Lenha	130 m ³

Fonte: dados primários.

4.2.3 Principais equipamentos utilizados no processo produtivo

O pasteurizador é utilizado para o tratamento térmico do leite. Este opera no binômio tempo temperatura 75°C/15s e depois é resfriado a 4°C. A fabricação do iogurte é toda feita em tanques encamisados. O produto recebe o tratamento térmico no próprio tanque. Na Tabela 7, têm-se os principais equipamentos utilizados na produção.

TABELA 7 – EQUIPAMENTOS DO PROCESSO PRODUTIVO.

Equipamento	Capacidade Nominal	Quantidade
Pasteurizador a placas	3.000 L/h	1
Tanque queijo	3.000 L	1
Tanques iogurte	500 L (2), 1000 L, 2000 L	4
Enscadeira de leite	2.000 L/h	1
Enscadeira de iogurte	860 L/h	1
Embaladeira a vácuo queijo	180 queijos/h	1
Tanque isotérmico	10.000 L	1
Desnatadeira	-	1
Bombas	-	7

Fonte: dados primários.

O leite pasteurizado era armazenado no tanque isotérmico antes de ser distribuído para a produção, outra função do tanque era armazenar o leite não utilizado na produção para o dia seguinte.

4.2.4 Fluxogramas

Os fluxogramas foram obtidos através do acompanhamento do processo produtivo e complementado posteriormente com o gerente de produção. O fluxograma da Tabela 8 exemplifica as etapas em comum para todos os processos.

TABELA 8 – FLUXOGRAMA GERAL DO PROCESSO PRODUTIVO.

Entradas	Operações – Etapas	Saídas
Leite Água lavagem vapor Detergente Soda Iodo	Recepção do leite	Leite Água de lavagem (soda, detergente, iodo, material orgânico) Esponjas
	Padronização	
Água lavagem Açúcar Detergente Soda Ácido Iodo Vapor	Pasteurização	Água de lavagem (detergente, soda, ácido, iodo, material orgânico) Leite cai no chão Embalagem do açúcar (plástico e papel)
Água lavagem Soda Ácido Vapor	Armazenamento silo isotérmico	Água lavagem (soda, ácido, matéria orgânica)
	Processamento (Leite tipo C, Iogurte, Ricota, Queijo Minas, Mussarela, Prato)	

Fonte: dados primários.

O queijo Minas é produzido em um tanque encamisado, são enformados em formas plásticas e embalados em embaladeiras à vácuo. A estocagem é feita em uma câmara frigorífica. Na Tabela 9 é mostrado o fluxograma do processo produtivo do queijo Minas.

TABELA 9 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO – QUEIJO MINAS.

Entradas	Etapas	Saídas
Vapor	Aquecimento leite	
Ingredientes: ácido láctico cloreto cálcio coalho	Preparo da massa	Embalagens dos ingredientes Soro (vai para a ricota e Minas light)
	Enformagem	Soro (trata-mento de efluentes)
Sal, água	Salga	Sal, matéria orgânica, água
Embalagem, soda, iodo, detergente, água lavagem	Embalagem	Embalagem, água lavagem (matéria orgânica, soda, iodo, detergente)
Caixas plásticas	Estocagem	Caixas plásticas
Óleo combustível, gasolina	Venda	

Fonte: dados primários.

A matéria-prima utilizada na produção da ricota é o soro resultante do processo do queijo Minas e da mussarela. O aquecimento do soro é feito por injeção direta de vapor. Na Tabela 10 tem-se o fluxograma do processo de fabricação da ricota.

TABELA 10 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO – RICOTA.

Entradas	Etapas	Saídas
Leite	Aquecimento do soro (queijo Minas)	
Vapor	Pasteurização da mistura (soro + leite)	
Vinagre	Preparo da massa	Embalagem vinagre
	Enformagem	Soro (uma parte tratamento de efluentes outra suínos)
Água lavagem, soda, iodo, detergente	Moldagem em câmara frigorífica	Água lavagem, soda, iodo, detergente, resíduos orgânicos.
Plástico embalagem	Embalagem	Resíduo Plástico
	Estocagem	
Caixas plásticas	Venda	Caixas plásticas

Fonte: dados primários.

O processo produtivo da mussarela tem algumas etapas a mais que no queijo Minas, como a adição de água e prensagem da massa, a seguir o fluxograma de fabricação da mussarela.

TABELA 11 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO – MUSSARELA.

Entradas	Etapas	Saídas
	Aquecimento do leite	
Fermento Coalho Cloreto cálcio	Adição de ingredientes	
	Preparo da massa(1)	
	Dessoragem	Soro (ricota)
Água	Adição de água(75oC)	
	Preparo da massa(2)	
	Dessoragem total	Soro (ricota)
	Prensagem da massa	Soro (efluentes)
	Filagem da massa	Água com matéria orgânica
Água lavagem, soda, iodo, detergente.	Enformagem	Soro (efluentes)
	Resfriamento câmara	
	Salga(24h)	
	Cura(2 – 3 dias)	
Embalagem plástica	Embalagem	Resíduo plástico
	Estocagem câmara	
Gasolina	Venda	

Fonte: dados primários.

Na Tabela 12, tem-se o fluxograma do iogurte que é produzido em quatro tanques, 2 de 500 L, 1 de 1000 L e 1 de 2000 L. A maior parte do processo produtivo ocorre nos tanques.

TABELA 12 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO – IOGURTE.

Entradas	Etapas	Saídas
	Padronização	
Embalagens	Adição de açúcar	Embalagens
	Bombeamento até tanque preparo	
Vapor	Pasteurização lenta	
	Resfriamento	
Fermento	Inoculação	
	Preparo	
	Adição de polpas	
Água lavagem, soda, iodo, detergente. Embalagens plásticas.	Envase	Resíduos plásticos
	Estocagem	

Fonte: dados primários.

A produção do leite C tem menos etapas. O leite recebe o tratamento térmico, vai para o tanque de armazenamento e em seguida é embalado, estando pronto para o consumo. Na Tabela 13, tem-se o fluxograma produtivo do leite C.

TABELA 13 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO – LEITE C.

Entradas	Etapas	Saídas
	Armazenamento silo	
Embalagem plástica	Envase	Resíduo plástico
	Estocagem	
	Venda	

Fonte: dados primários.

4.2.5 Planta baixa da indústria de laticínios Holandês

Na figura 4, apresenta-se a planta baixa com os setores produtivos. Pode-se observar os locais onde ocorreram os estudos de caso, como exemplo, a plataforma de recepção, local de recepção da matéria-prima e lavagem dos latões de leite.

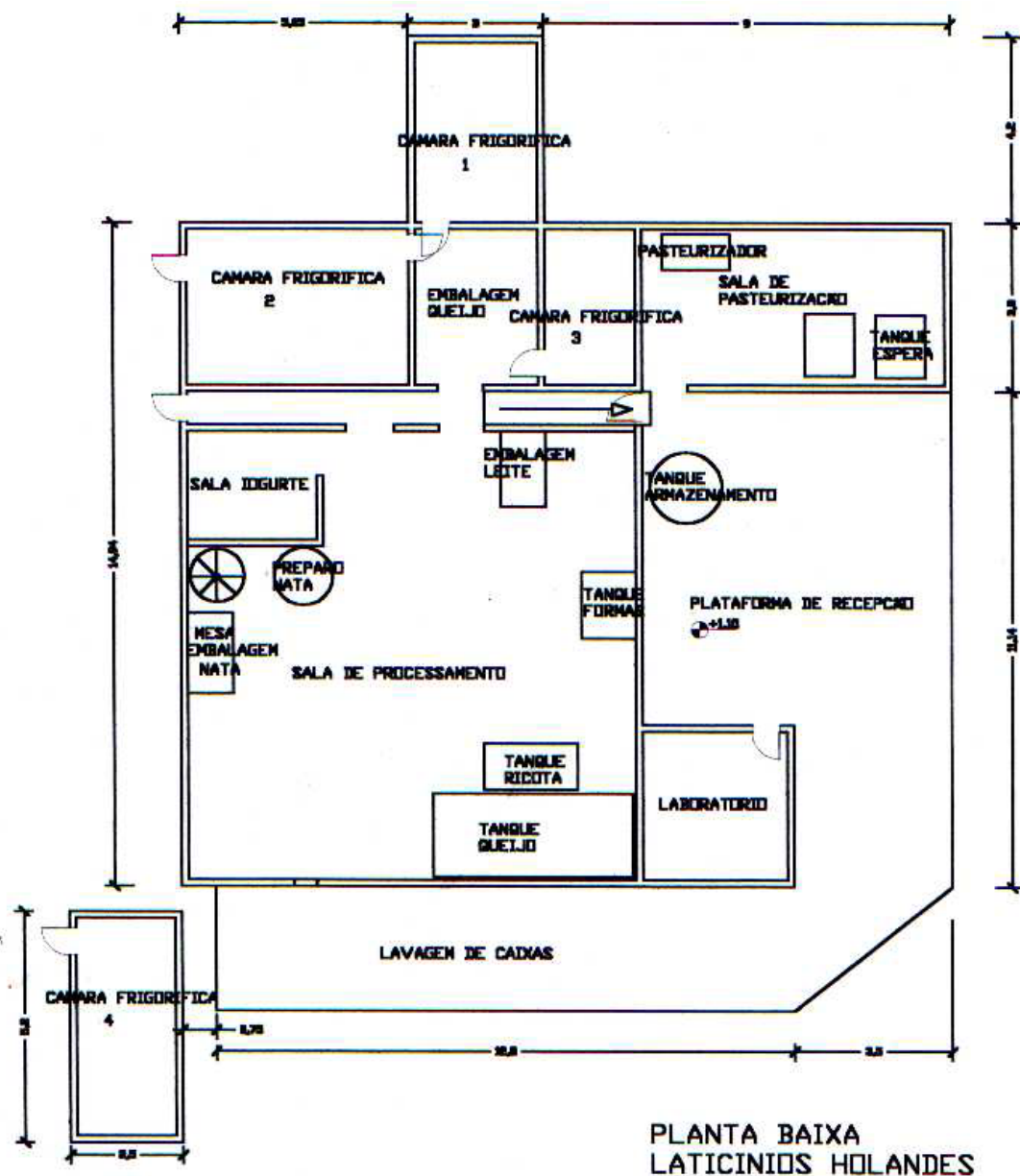


Figura 4 – Planta baixa da indústria de laticínios Holandês

4.2.6 Monitoramento de resíduos

Com o ecotime formado, iniciou-se o processo de implementação das planilhas de monitoramento dos resíduos, as quais foram preparadas com auxílio dos funcionários.

Adquiriu-se um hidrômetro com o objetivo de obter informações reais do consumo de água total utilizado na produção e higienização da indústria calculada em 60 m³/dia. Desta maneira, foi estimada a quantidade de efluentes, como mostrado na Tabela 14.

TABELA 14 – VAZÃO TOTAL DE EFLUENTES, EM M³.

Vazão	Vazão Diária	Vazão Mensal	Dias/Mês
Atual	60 m ³	1.560 M ³	26

Fonte: dados primários.

Simultaneamente aos efluentes líquidos, monitoravam-se e quantificavam-se os resíduos sólidos. Pesaram-se as embalagens dos insumos utilizados na produção e os resíduos das embalagens dos queijos. Multiplicou-se esta quantidade pela produção de um ano. Na Tabela 15, é apresentada a quantidade de resíduos gerada em um ano de processo.

TABELA 15 – QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADA NOS PROCESSOS PRODUTIVOS.

Tipo de Resíduo	Pontos de geração	Quantidade
Sacos plásticos açúcar	Sala pasteurização	148,8 kg/ano
Sacos de papel do açúcar	Sala pasteurização	201,6 kg/aano
Retalhos plásticos	Sala embalagem queijo	2280 kg/ano

Fonte: dados primários.

Durante o trabalho, percebeu-se uma grande perda de caixas plásticas utilizadas na distribuição dos produtos prontos. As caixas plásticas, utilizadas para distribuição dos produtos da empresa, vão para os distribuidores (supermercados, padarias, etc) e algumas delas não retornam. A Tabela 16 fornece a quantidade de caixas adquiridas no período de um ano.

TABELA 16 – QUANTIDADE DE CAIXAS ADQUIRIDAS EM UM ANO.

Data compra	Caixas (unidades)	Valor compra (R\$)
27/05/1999	401	1433,45
06/08/1999	300	1085,00
27/09/1999	300	1085,00
21/10/1999	300	1085,00
14/01/2000	500	1775,00
14/02/2000	500	1775,00
07/04/2000	500	1775,00
30/05/2000	800	2810,00
Total – 1 ano	3601	12.823,45
1 mês (média)	300	1068,62

Fonte: dados primários.

Adotou-se um controle (Anexo 7.5, página 105) de entrada e saída de caixas utilizadas na distribuição. Os responsáveis pelo preenchimento eram os motoristas.

4.2.7 Análise comparativa de entradas e saídas do processo produtivo para 1 ano de produção.

Com a obtenção de todos os dados, comparou-se as entradas e saídas do processo produtivo referente a 1 ano para os principais produtos: queijo Minas, ricota, mussarela, iogurte e o leite C.

Na Tabela 17 pode-se notar uma grande quantidade de resíduos, principalmente água com resíduos químicos e orgânicos utilizada na higienização dos materiais e equipamentos.

TABELA 17 – ENTRADAS E SAÍDAS DO PROCESSO PRODUTIVO (1 ANO).

Processo produtivo (1 ano)				
Entradas		Processo produtivo	Saidas	
Matérias-primas	Água	Etapas	Efluentes Líquidos	Resíduos Sólidos
Leite – 2.340 m ³ . Detergente Soda 36 kg	Água lavar latão 780 m ³	Recepção do leite	Água de lavagem (soda, detergente, iodo, material orgânico) 780 m ³	
		Padronização		
Açúcar 56.400 Kg Detergente Soda 36 Kg Ácido 36 L Iodo 78 L	Água Lavagem 558 m ³ .	Pasteurização	Água de lavagem (detergente, soda, ácido, iodo, material orgânico) Leite cai no chão 558 m ³	Embalagem açúcar plástico 174 kg papel 236,4 kg
Soda 36kg Ácido 36 L	Água 7,2 m ³	Armazenamento silo isotérmico	Água lavagem (Soda, Ácido, matéria orgânica) 7,2 m ³	
		Processamento (Leite tipo C, Iogurte, Ricota, Queijo Minas, Minas light, Mussarela, Prato)		

Fonte: dados primários.

Na Tabela 18, observa-se na etapa de embalagem uma grande quantidade de resíduos plásticos, a partir da análise desta tabela e da Tabela 19 iniciou-se o estudo de caso 3 (resíduos de embalagens).

TABELA 18 – ENTRADAS E SAÍDAS DO PROCESSO PRODUTIVO DO QUEIJO MINAS (1 ANO).

Processo produtivo queijo Minas				
Entradas		Processo produtivo	Saidas	
Matérias-primas	Água	Etapas	Efluentes Líquidos	Resíduos Sólidos
Leite 924 m ³		Aquecimento leite		
Ácido láctico 231 L Cloreto cálcio 370 L Coalho 163,8 L Detergente	Água lavagem 1248 m ³	Preparo da massa	Água lavagem + detergente 1.248 m ³ Soro (destinado a ricota e Minas light) 813,6 m ³ .	
Detergente 78 L		Enformagem		
Sal 1.200 kg		Salga	Sal, matéria orgânica, água 1.200 L	Embalagem sal 4,2 kg
Embalagem 1.740 Kg Iodo 24 L Detergente	Água 156 m ³	Embalagem	Água lavagem (matéria orgânica, iodo, detergente) 156 m ³	Resíduo embalagem 552 kg
		Estocagem		
Caixas plásticas		Venda		Caixas plásticas perdidas 3.600

Fonte: dados primários.

Pode-se observar na Tabela 19 que, após a enformagem, uma porcentagem do soro resultante vai para os criadores de suínos e o restante para o tratamento de efluentes. Os criadores de suínos diariamente levam o soro, que fica estocado em um tanque externo a empresa. Outro fator que chama atenção na Tabela 19 é a quantidade de resíduos de embalagem.

TABELA 19 – ENTRADAS E SAÍDAS DO PROCESSO PRODUTIVO DA RICOTA (1 ANO).

Processo produtivo ricota				
Entradas		Processo produtivo	Saídas	
Matérias-primas	Água	Etapas	Efluentes Líquidos	Resíduos Sólidos
Soro 756 m ³ Leite 105 m ³ Vinagre 7,74 m ³		Aquecimento do soro (queijo Minas)		Embalagem vinagre 7.740 unidades
		Pasteurização da mistura (soro + leite)		
Soda 312 kg Detergente	Água de lavagem 1248 m ³	Preparo da massa	Água de lavagem (H ₂ O+ detergente + soda + resíduo orgânico) 1.248 m ³	
		Enformagem	Soro tratamento de efluentes 126 m ³ Soro suínos 720 m ³	
		Moldagem em câmara frigorífica		
Embalagem 540 kg		Embalagem		Resíduo embalagem 135 kg
		Estocagem		
		Venda		

Fonte: dados primários.

A Tabela 20 apresenta as entradas e saídas do processo produtivo da mussarela. A quantidade de soro resultante do processo da mussarela não foi determinado, pois era produzida ocasionalmente, quando havia sobra de leite.

TABELA 20 – ENTRADAS E SAÍDAS DO PROCESSO PRODUTIVO DA MUSSARELA (1 ANO).

Processo produtivo mussarela				
Entradas		Processo produtivo	Saídas	
Matérias-primas	Água	Etapas	Efluentes Líquidos	Resíduos Sólidos
Leite 108 m ³		Aquecimento do leite		
Iogurte natural 3.000 L Coalho 18 L Cloreto cálcio 8,4 L		Adição de ingredientes		
		Preparo da massa (1)		
		Dessoragem	Soro (ricota)	
	Água 3.600 L	Adição de água (75°C)		
		Dessoragem total	Soro (efluentes)	
		Prensagem da massa	Soro (efluentes.)	
		Filagem da massa	Água com matéria orgânica	
		Enformagem	Água com matéria orgânica	
		Resfriamento câmara		
Sal 1.200 kg		Salga(24h)		Embalagens sal 4,2 kg
		Cura(2 – 3 dias)		
Plástico		Embalagem		Plástico
		Estocagem câmara		
		Venda		

Fonte: dados primários.

O processo produtivo do iogurte praticamente não tem resíduos orgânicos. O maior resíduo é a água de lavagem dos equipamentos. Na Tabela 21 tem-se as estradas e saídas do processo produtivo do iogurte.

TABELA 21 – ENTRADAS E SAÍDAS DO PROCESSO PRODUTIVO DO IOGURTE (1 ANO).

Processo produtivo iogurte				
Entradas		Processo produtivo	Saídas	
Matérias-primas	Água	Etapas	Efluentes Líquidos	Resíduos Sólidos
Leite 552 m ³		Padronização		
Açúcar 56.400 kg		Adição de açúcar		Embalagem açúcar Saco plástico 174 kg Saco papel 236,4 kg
		Pasteurização lenta		
		Resfriamento		
fermento		Inoculação		Embalagem fermento
		Preparo		
Polpas Coco 600 L Morango 1020 kg Maracujá 300 kg ameixa 360 kg Sabão 6 kg		Adição de polpas		Embalagens polpas (retornável)
Embalagem lodo 31,2 L Soda 156 kg ácido 312 L	Água lavagem Ensacadeira 312 m ³ tanque 624 m ³	Envase	Água lavagem (lodo, Soda, ácido) 936 m ³	Resíduos plásticos
		Estocagem		
		Venda		

Fonte: dados primários.

Da mesma forma que o processo do iogurte, o maior resíduo do processo do leite C é a água de lavagem. A quantidade de resíduos plásticos não foi especificada por ser desprezível. Na Tabela 22 apresenta-se o processo produtivo do leite C.

TABELA 22 – ENTRADAS E SAÍDAS DO PROCESSO PRODUTIVO DO LEITE C (1 ANO).

Processo produtivo leite C				
Entradas		Processo produtivo	Saídas	
Matérias-primas	Água	Etapas	Efluentes Líquidos	Resíduos Sólidos
Leite 486 m ³ Embalagem Detergente Soda 36 kg Ácido 36 L	Água lavagem 312 m ³	Envase	Água lavagem Detergente, soda, ácido 312 m ³	Resíduo Plástico
		Estocagem		
		Venda		

Fonte: dados primários.

4.2.8 Levantamento de dados

O principal produto da empresa é o iogurte, com uma produção anual de 565.000 litros. Na Tabela 23 estão os produtos e suas quantidades anuais.

TABELA 23 – PRINCIPAIS PRODUTOS.

Nº	Produto	Quantidade Anual	Unidade
1.	iogurte	565.000	L
2.	Leite C	485.400	L
3.	Queijo Minas	96.600	kg
4.	Ricota	31.500	kg
5.	Mussarela	10.800	kg

Fonte: dados primários.

Na Tabela 24 tem-se um resumo dos principais resíduos, efluentes, e seus custos. Pode-se verificar a quantidade de caixas plásticas que são perdidas por ano e o custo associado a elas, quase R\$ 12.500,00*. Outro dado que chama a atenção é a quantidade de água utilizada na lavagem dos latões de leite.

*O dólar na época do estudo (fevereiro de 2001) estava cotado em R\$2,05.

TABELA 24 – PRINCIPAIS SUBPRODUTOS, RESÍDUOS E EFLUENTES.

Nº	Quantidade Anual*	Subprodutos, resíduos, efluentes e emissões	Custo Tratamento	Custo Transporte	Destino	Custo Total (R\$)
1	126 m ³	Soro ricota tratamento	R\$ 94,50 *	-	Rio Camarão	94,50
2	720 m ³	Soro ricota porcos	-	R\$ 97,00**	suínos	97,00
3	846 m ³	Água lavar caminhão	-	R\$ 155,00**	Rio Camarão	-
4	135	Resíduo plástico ricota	-	-	Lixão	-
5	552 kg	Resíduo plástico Minas	-	-	Lixão	-
6	174 kg 236,4 kg	Embalagens de açúcar - plástico - papel	-	-	Lixão	-
7	8,4 kg	Embalagem sal	-	-	Lixão	-
8	3.600 caixas	Caixas plásticas	-	-	Perdidas	12.420,00
9	780 m ³ .	Água lavagem latões	R\$ 585,00*	-	Tratamento efluentes	585,00

Fonte: dados primários.

*Custo do tratamento de efluentes de laticínios: 0,75 R\$/m³ (valor obtido no CNTL).

** Custo referente a energia gasta pela bomba que transporta o soro para a área externa da empresa, e pela bomba que transporta a água.

O custo referente ao tratamento de efluentes foi obtido no CNTL (Centro Nacional de Tecnologias Limpas).

Estes custos de energia foram calculados de acordo com o valor da energia elétrica em fevereiro de 2001 Os cálculos estão descritos nos estudos de caso 5 e estudo de caso 2.

Na Tabela 25 são apresentados os custos e finalidade de utilização dos principais insumos e matérias-primas. A empresa processava em média 7,5 m³ de leite por dia. O valor da matéria-prima era de R\$ 350,00/m³.

TABELA 25 – PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS E AUXILIARES.

Nº	Matérias-primas e insumos	Quantidade anual	Custo Unitário (R\$)	Custo Total Anual (R\$)	Finalidade da utilização	Tipo de embalagem
1	Leite	2.340 m ³	350/m ³	819.000	Matéria-prima	Caminhão tanque Tarras de 50 L
2	Água	18.720 m ³	-	-	Higienização	-
3	Açúcar	56.400 kg	0,60/kg	33.840	Matéria-prima	Sacos de papel e plástico
4	Polpa Morango Maracujá Ameixa Coco	1020 kg 300 kg 360 kg 600 L	3,33/Kg 2,12/Kg 3/kg 2/L	3.397 6.36 1.080 1.200	Matéria-prima	Baldes
5	Caixas plásticas	3.600 caixas	3,45/caixa	12.420	Transporte de produtos	Plástico rígido
6	Sal	2.400 kg	0,132/kg	316,8	Insumo	Saco plástico 1 kg
7	Embalagem queijo Minas	1.740 kg	13,65/kg	23.751	Embalar	-
8	Embalagem ricota	540 kg	12,83/kg	6.930	Embalar	-
9	Vinagre	7.740 L	0,4/L	3.096	Insumo	Garrafa plástica 1 L
10	Ácido láctico	231 L	3,95/L	912,5	Insumo	Bombona 50 L
11	Cloreto cálcio	378 L	2/L	756	Insumo	Balde 25 L
12	Coalho	181,12 L	6,2/L	1.123	Insumo	Balde 25 L
13	logurte natural	3.000 L	-	-	Insumo	-

Fonte: dados primários.

Todos os produtos toxicologicamente importantes são utilizados para limpeza da fábrica e higienização de equipamentos e materiais. A soda e o ácido são utilizados nos equipamentos para lavagem CIP (Cleaning in Place), o iodo para higienização de materiais e mãos dos funcionários, e o detergente e o cloro para limpeza das formas plásticas utilizadas na enformagem do queijo. Na Tabela 26, são listados os materiais utilizados, seus custos e suas quantidades anuais.

TABELA 26 – PRINCIPAIS AUXILIARES TOXICOLÓGICAMENTE IMPORTANTES.

Nº	Insumos	Quantidade anual	Custo Unitário (R\$)	Custo Total Anual (R\$)	Finalidade da utilização	Tipo de embalagem
1	Soda	1.200 kg	1,10	1.320,00	Higienização	Saco 20 kg
2	Iodo	240 L	11,00	2.640,00	Higienização	Bombona 10 L
3	Cloro	1.248 L	0,35	436,80	Higienização	Bombona 40 L
4	Ácido	420 L	3,00	1.260,00	Higienização	Bombona 50 L
5	Detergente	900 L	3,00	2.700,00	Higienização	Bombona 50 L

Fonte: dados primários.

4.2.9 Avaliação dos dados.

Após a análise dos resíduos, dos efluentes, subprodutos e matérias primas foram determinados as oportunidades de produção limpa, que estão descritas na Tabela 27.

TABELA 27 – OPORTUNIDADES DE APLICAÇÃO DE PRODUÇÃO LIMPA.

Área da Empresa	Oportunidades e ou problemas	Plano de ação, estratégias ou opções	Barreiras e necessidades
Recepção do leite	A empresa gasta uma grande quantidade de água e ocupa muito tempo dos funcionários da recepção para lavagem dos latões de leite.	Reduzir a quantidade de água utilizada para lavagem de latões e o tempo gasto pelo funcionário adquirindo uma máquina de lavagem.	Custo da Máquina para lavar latões
Transporte	A empresa gasta uma grande quantidade de água para a lavagem do caminhão.	Reduzir a quantidade de água utilizada para lavar o caminhão da empresa, comprando uma máquina de lavar com pressão.	Máquina de lavagem. Custo da máquina.
Embalagem	Após embalar os queijos sobram rebarbas da embalagem do queijo Minas e da ricota, estas poderiam ser evitadas.	Discutir com o fornecedor de embalagens a possibilidade de redução do tamanho da embalagem.	Testes com embalagens para chegar ao tamanho ideal.
Lixo	Vender os resíduos plásticos gerados na empresa.	Implementar uma coleta seletiva na empresa.	Compra de latões.
Expedição	Diminuir a quantidade de caixas perdidas durante a distribuição dos produtos.	Implementar uma planilha de monitoramento, fazendo um controle rígido das saídas e entradas das caixas.	Treinamento de funcionários.
Soro destinado ao tratamento de efluentes.	Depois da elaboração da ricota, o soro resultante é bombeado para um tanque externo onde, diariamente produtores de suínos vem coletá-lo. Sobre ainda no tanque uma certa quantidade de soro.	Inclinar o tanque para diminuir a quantidade de soro que fica no mesmo e mudar a forma de processamento para na enformagem o soro cair dentro do tanque. Este será bombeado para o tanque externo dos porcos.	Desprezível.

Fonte: dados primários.

Neste trabalho foram analisados 5 casos, descritos na Tabela 28.

TABELA 28 – IDENTIFICAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO.

Estudo de Caso	Nome do estudo	Motivo da escolha
1.	Lavagem de latões	Grande quantidade de água desperdiçada e muito tempo gasto para a lavagem dos latões.
2.	Lavagem do caminhão	Grande quantidade de água desperdiçada.
3.	Resíduos de embalagens	Grande quantidade de resíduos de embalagens são geradas todos os dias.
4.	Caixas perdidas	Durante a distribuição dos produtos aos clientes muitas caixas plásticas não retornam a empresa.
5.	Soro destinado ao tratamento de efluentes	O soro é um resíduo com grande quantidade de matéria orgânica, além de poluir é um desperdício jogá-lo fora, pois serve de alimento para suínos ou para incorporação em outros produtos.

Fonte: dados primários.

4.3 Estudos de caso

4.3.1 Estudo de caso 1 – Lavagem de latões na recepção.

O primeiro estudo foi realizado no setor de recepção da empresa. Uma porcentagem do leite chegava na empresa em latões de 50 litros (Figura 5) Após o uso eram higienizados manualmente com mangueira e sabão antes de retornarem para o caminhão.



Figura 5 – Latões de 50 litros utilizados no transporte de leite.

A) Estudo da etapa de recepção da matéria prima

Na tabela 29 são apresentadas as entradas e saídas na etapa da recepção do leite antes da implementação do estudo de caso.

TABELA 29 –SETOR DE RECEPÇÃO ANTES DA IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 1.

Processo produtivo				
Entradas			Processo produtivo	Saídas
Matérias-primas	Água	Energia	Etapa	Efluentes Líquidos
Leite 195 m ³ . Detergente Soda 3 kg	Água Lavar latão 780 m ³ / ano	1.170 kWh/ ano	Recepção leite	Água de lavagem (soda, detergente, iodo, material orgânico) 780 m ³ /ano

Fonte: dados primários.

B) Descrição da medida e operações unitárias envolvidas

A água utilizada para lavagem dos latões vem de um poço artesiano localizado próximo a indústria. Esta água é recalçada por uma bomba de 2 hp (1,5 kW) para uma caixa de água e depois é distribuída pela indústria.

O funcionário responsável pela lavagem deixa o registro aberto, enquanto faz a limpeza dos latões. A limpeza tem uma duração média 2,5 h para cerca de 80 latões. A vazão da água é de 1000 L/h.

Uma opção para otimização do tempo e menor consumo de água é a utilização de uma máquina lavadora de latões. Esta máquina possui jatos de água que limpam os latões à medida que estes vão passando através da máquina. Os latões se movimentam através de uma corrente giratória. A máquina possui um sistema de recirculação de água. O consumo de energia é de 2,5 kWh e o consumo de água é de 1.000 L/h.

Determinou-se a quantidade de água e energia utilizados na operação e o tempo de lavagem, e fez-se um orçamento da máquina de lavagem. Com esses dados mais as especificações da máquina iniciou-se a análise econômica da implementação.

C) Análise comparativa de entradas e saídas, após a implementação do estudo de caso.

Na Tabela 30 estão descritas as quantidades estimadas de entradas e saídas após a implementação do estudo de caso. Pode-se notar uma redução no consumo de água e energia.

TABELA 30 –SETOR DE RECEPÇÃO APÓS A IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 1.

Processo produtivo				
Entradas			Processo produtivo	Saídas
Matérias-primas	Água	Energia	Etapa	Efluentes Líquidos
Leite 195m ³ . Detergente Soda 3 kg	Água Lavar latão 205,9 m ³ /ano	803,6 kWh/ano	Recepção leite	Água de lavagem (soda, detergente, iodo, material orgânico) 205,9 m ³ /ano

Fonte: dados primários.

D) Plano de monitoramento

Na Tabela 31 está especificado o plano de monitoramento do estudo de caso 1.

TABELA 31 – PLANO DE MONITORAMENTO – ESTUDO DE CASO 1.

O que?	Tempo de limpeza dos latões
Quando?	Cada lavagem
Quem?	Funcionário da recepção

Fonte: dados primários.

O tempo gasto para lavar os latões deve ser monitorado, especificando-se um tempo máximo suficiente para uma ótima limpeza.

Na tabela 32 está a Memória de Cálculo da Medida adotada no estudo de caso

1.

TABELA 32 – Memória de cálculo da medida – ESTUDO DE CASO 1.

Custo da Modificação	
máquina lavar latões	R\$12.000,00
Total	R\$12.000,00
– Situação atual	
Mão-de-obra	780 h/ano
custo unitário mão de obra	4,62 R\$/h
custo total mão-de-obra	3.603,60 R\$/ano
consumo de energia (bomba do poço)	1.170 kWh/ano
custo unitário energia	0,09 R\$/kWh
custo total energia	R\$ 105,30
Geração de efluente	780m ³
custo unitário de tratamento do efluente	0,75 R\$/m ³
custo total de tratamento do efluente	R\$ 585,00
Total	4.293,90 R\$/ano
– Situação esperada	
Mão-de-obra	205,9 h/ano
custo unitário mão-de- obra	4,62 R\$/hora
custo total mão-de-obra	951,25 R\$/ano
consumo de energia	308,8 kWh/ano
custo unitário energia	0,09 R\$/kWh
custo total energia	R\$ 27,80
Consumo energia da máquina	514,8 kWh/ano
Custo unitário energia	0,09 R\$/KWh
Custo total energia	R\$ 46,33
Geração de efluente	205,9 m ³ /ano
custo unitário de tratamento do efluente	0,75 R\$/m ³
custo total de tratamento do efluente	R\$ 153,75
custo unitário de tratamento do efluente	0,75 R\$/m ³
Total	1.179,13 R\$/ano
Benefício econômico	
Mão de obra	R\$ 2.667,20
Energia	R\$ 31,17
tratamento efluentes	R\$ 365,70
Total	3.133,30 R\$/ano
– Benefício ambiental	
Energia	346,4 kWh/ano
Efluentes	574,1 m³/ano

Fonte: dados primários.

Os dados referentes á máquina de lavar latões foram obtidos com o sócio-gerente da empresa. A Laticínios Holandês possui uma máquina de lavar latões em um entreposto no interior de Santa Catarina.

O custo da mão-de-obra foi fornecido pela gerente de produção. Este custo está relacionado com o funcionário que trabalha no setor da recepção da matéria-prima.

F) Análise econômica

Inclui:

- custo da mão-de-obra;
- custo da energia da bomba;
- custo de tratamento de efluentes.

Posteriormente fez-se uma estimativa para a situação esperada com a implementação da máquina de lavar e determinaram-se os novos custos.

Com uma planilha eletrônica fornecida pelos consultores do CNTL (Centro Nacional de Tecnologias Limpas) foram determinados:

- fluxo de caixa inicial;
- fluxo de caixa esperado;
- fluxo de caixa incremental.

Com um investimento de R\$12.000,00, com uma taxa de depreciação de 10% ao ano, taxa mínima de atratividade 18%, obteve-se um período de retorno de capital de aproximadamente 4 anos.

Neste estudo obteve-se ganho ambiental, diminuindo o consumo de água e energia e um ganho econômico com a diminuição do tempo gasto para lavagem dos latões.

Neste primeiro estudo, os indicadores foram desenvolvidos para verificar a diminuição na utilização de água, energia e de tempo de lavagem por latão. Verificou-

se que o consumo de água foi reduzido de 30 litros por latão para aproximadamente 8 litros.

Situação atual

Custo da mão de obra – 4,62 R\$/h

Horas gastas para limpeza dos latões – 2,5 h/dia X 26 dias/mês X 12 meses/ano = 780 h/ano

Custo total mão de obra – 3.603,60 R\$/ano

Consumo energia bomba – 780 h/ano X 1,5 kWh = 1.170 kWh/ano

Custo energia bomba – 1.170 kWh/ano x 0,09 R\$/kWh = 105,3 R\$/ano

Volume efluentes que vai para o tratamento – 2,216 m³/dia x 26 dias X 12 meses = 780,0 m³/ano

Custo tratamento efluentes – 0,75 R\$/m³.

Custo total tratamento efluentes – 585,00 R\$/ano

Situação esperada

Custo da máquina de lavagem – R\$12.000,00

custo unitário mão-de-obra – 4,62 R\$/h

horas gastas para limpeza dos latões – 0,66 h/dia X 12 meses X 26 dias = 205,9 h/ano

custo total mão-de-obra - 951,25 R\$/ano

Consumo energia da máquina - 0,66 h/dia X 2,5 kWh X 12 meses X 26 dias = 514,8 kWh/ano

Custo unitário energia - 0,09 R\$/kWh

Custo total energia da máquina – 46,33 R\$/ano

Consumo energia da bomba de água - 0,66 h/dia X 1,5 kWh/hora X 12 meses X 26 dias = 308,88 kWh/ano

Custo unitário energia - 0,09 R\$/kWh

Custo total energia da bomba de água – 27,8 R\$/ano

Volume de efluentes – vazão 1000 L/h X 0,66 h/dia X 26 dias X 12 h = 205,9 m³/ano

A avaliação econômica com as tabelas dos cálculos dos fluxos de caixa, inicial, incremental e esperado e o estudo econômico estão em anexos 7.6, na página 106.

G) Indicadores ambientais

Através dos indicadores ambientais, pode-se verificar as diferenças entre o consumo de água, energia e tempo de lavagem antes e depois da implementação do estudo de caso. Na Tabela 33 estão especificados os indicadores ambientais. A diferença entre a quantidade de água antes e depois da implementação deveu-se ao grande desperdício na lavagem dos latões. A mangueira da água utilizada na lavagem ficava aberta todo o tempo. Outro motivo da economia é que a máquina de lavagem possui um sistema de recirculação de água.

TABELA 33 – INDICADORES AMBIENTAIS ESTUDO DE CASO 1.

Indicadores Ambientais	Antes da implantação do estudo de caso	Após a implantação do estudo de caso
Consumo de água por latão	30,12 L/latão	7,95 L/latão
Consumo de energia por latão	45 wh/latão	31,8 wh/latão
Tempo lavagem por latão	1,8 min/latão	0,47 min/latão

Fonte: dados primários.

H) Conclusões

Benefícios ambientais

A lavagem de latões está sendo feita manualmente, enquanto o funcionário lava os latões, o registro da água fica aberto, consumindo uma grande quantidade de água. A implementação vai diminuir a quantidade de água e energia utilizada no processo.

Benefícios econômicos

A lavagem manual faz com que o processo fique muito lento.

A compra de uma lavadora de latões diminuiria o consumo de água e também o tempo gasto pelo funcionário, acarretando um ganho ambiental e econômico.

4.3.2 Estudo de Caso 2 – Lavagem do caminhão

O segundo estudo também foi realizado no setor da recepção da matéria-prima. Metade do leite chega na empresa em um caminhão tanque (Figura 6), que é higienizado diariamente. A outra metade em latões, como descrito no estudo de caso 1. A compra de uma hidrooperadora de alta pressão diminuiria o tempo de lavagem e a quantidade de água e energia utilizados no processo. A análise econômica foi feita da mesma maneira do estudo anterior. Após determinar a quantidade de água, energia, tempo de lavagem e mão de obra, foi desenvolvida a análise econômica.



Figura 6 – Caminhão tanque utilizado no transporte da matéria-prima.

A) Estudo da etapa de recepção da matéria prima

Na Tabela 34 são apresentadas as entradas e saídas na etapa da recepção do leite antes da implementação do estudo de caso.

TABELA 34 – SETOR DE RECEPÇÃO ANTES DA IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 2.

Processo produtivo				
Entradas			Processo produtivo	Saídas
Matérias-primas	Água	Energia	Etapa	Efluentes Líquidos
Leite 195m ³ . Detergente Soda 3 kg	846 m ³ / ano	1.741 kWh/ ano	limpeza do caminhão	846 m ³ / ano

Fonte: dados primários.

B) Descrição da medida e operações unitárias envolvidas

Todo dia, após o esvaziamento do tanque, o caminhão é lavado, gastando-se em média 1,5 h/dia. Para dar pressão na água é utilizada uma bomba de 5 hp (3,7 kW). A utilização de uma hidrooperadora de alta pressão diminuirá o tempo de lavagem e a quantidade de água e energia gastas na limpeza. A hidrooperadora possui 2,2 hp (1,65 kW) de potência e custa R\$650,00.

C) Análise comparativa de entradas e saídas, após a implementação do estudo de caso.

Na Tabela 35 estão descritas as quantidades estimadas de entradas e saídas após a implementação do estudo de caso 2.

TABELA 35 – SETOR DE RECEPÇÃO APÓS A IMPLANTAÇÃO –E STUDO DE CASO 2.

Processo produtivo				
Entradas			Processo produtivo	Saídas
Matérias-primas	Água	Energia	Etapa	Efluentes Líquidos
Leite 195m ³ . Detergente Soda 3 kg	423 m ³ / ano	767,5 kWh/ano	limpeza do caminhão	423 m ³ / ano

Fonte: dados primários.

D) Plano de monitoramento

Na Tabela 36 está especificado o plano de monitoramento do estudo de caso 2.

TABELA 36 – PLANO DE MONITORAMENTO – ESTUDO DE CASO 2.

O que?	Tempo de limpeza do caminhão
Quando?	Cada lavagem
Quem?	Motorista

Fonte: dados primários.

O tempo de limpeza do caminhão deve ser monitorado, especificando um tempo máximo suficiente para uma ótima higienização.

E) Memória de Cálculo da Medida

Na tabela 37 está a Memória de Cálculo da Medida adotada no estudo de caso 2.

TABELA 37 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA MEDIDA – ESTUDO DE CASO 2.

Custo da Modificação	
Máquina alta pressão	R\$650,00
Total	R\$650,00
– Situação atual	
Água	846 m ³ /ano
Energia(bomba da mangueira)	1.741 kWh/ano
Tempo lavagem	468 h/ano
Custo energia	0,09 R\$/kW
Custo total energia	157,05 R\$/ano
Custo unitário mão de obra	4,27 R\$/hora
Custo total mão de obra	1.998,23 R\$/ano
Total	2.155,41 R\$/ano
– Situação esperada	
Água	423 m ³ /ano
Energia	767,5 kWh/ano
Tempo lavagem	312 h/ano
Custo energia	0,09 R\$/KW
Custo total energia	69,00 R\$/ano
Custo unitário mão de obra	4,27 R\$/hora
Custo total mão de obra	1332,24 R\$/ano
Total	1401,32 R\$/ano
Benefício econômico	
Energia	88,05 R\$/ano
Mão de obra	666 R\$/ano
Total	754,05 R\$/ano
– Benefício ambiental	
Água	423 m³/ano
Energia	977,5 kWh/ano

Fonte: dados primários.

F) Análise Econômica

Determinaram-se os fluxos de caixa inicial, esperado e incremental da mesma maneira que no primeiro caso. Com um investimento inicial de R\$650,00, uma depreciação de 15% ao ano, obteve-se a recuperação do investimento em 1 ano.

Da mesma forma que no estudo anterior, obtiveram-se ganhos ambientais e econômicos com a redução no consumo de energia e água e no tempo de lavagem do caminhão. A minimização na utilização de energia é um fator importante na produção limpa [Parker, 1999].

Situação atual

Consumo de energia – 1,5 h/dia X 12 meses/ano x 26 dias/mês X 3,72 kWh = **1.741 kWh/ano**

Custo energia – 0,09 R\$/kWh

Custo total energia - **R\$ 157,05**

Mão de obra –

Custo unitário da mão de obra – **4,27 R\$/hora**

Horas gastas para limpeza dos caminhões – 1,5 h/dia X 26 dias/mês X 12 meses/ano = **468 h/ano**

Custo total mão de obra – **1.998,36 R\$/ano**

Situação esperada

Consumo de energia – 1,5 h/dia X 12 meses/ano x 26 dias/mês X 1,64 kWh = **767,52 kWh/ano**

Custo energia – 0,09 R\$/kWh

Custo total energia - **R\$69,00**

Mão de obra –

Custo unitário da mão de obra – **4,27 R\$/h**

Horas gastas para limpeza dos caminhões – 1,0 h/dia X 26 dias/mês X 12 meses/ano = **312 h/ano**

Custo total mão de obra – **1.332,24 R\$/ano**

A avaliação econômica do estudo de caso 2 com as tabelas dos cálculos dos fluxos de caixa, inicial, incremental e esperado e o estudo econômico estão em anexos 7.7, na página 108.

G) Indicadores ambientais

O indicador ambiental do segundo estudo foi desenvolvido para determinar a quantidade de água e energia utilizados na lavagem do caminhão. Verificou-se que o consumo de água caiu pela metade, como mostrado na Tabela 38.

TABELA 38 – INDICADORES AMBIENTAIS – ESTUDO DA CASO 2.

Indicadores Ambientais	Antes da implantação do estudo de caso	Após a implantação do estudo de caso
Consumo de água por lavagem caminhão	2,7 m ³ /lavagem	1,35 m ³ /lavagem
Consumo de energia por lavagem	5,58 kWh/lavagem	2,46 kWh/lavagem

Fonte: dados primários.

H) Conclusões

Benefícios ambientais

O consumo de água e energia para lavagem do caminhão terão uma redução de aproximadamente 50% para a quantidade de água e 56% para energia, através da utilização de uma hidrooperadora de alta pressão.

Benefícios econômicos

Haverá uma redução no consumo de energia e conseqüentemente, no custo e também uma redução no tempo de lavagem. O funcionário poderá desenvolver outras atividades neste período.

4.3.3 Estudo de Caso 3 – Resíduos das embalagens queijo Minas e ricota.

O terceiro estudo de caso foi realizado no setor de embalagem da empresa, onde os queijos eram embalados em embalagens plásticas. Após embalados, sempre sobravam rebarbas plásticas que eram cortadas pelos funcionários (Figura 7) e descartadas. Uma alternativa encontrada foi diminuir o comprimento da embalagem. Realizou-se uma reunião com o fornecedor das embalagens para verificar a possibilidade de diminuí-las. Vários testes durante a produção foram desenvolvidos, com diferentes comprimentos para determinar o tamanho ideal.



Figura 7 – Funcionário da empresa cortando as rebarbas das embalagens.

A) Estudo da etapa de embalagem

A Tabela 39 fornece os dados referentes as entradas e saídas na etapa da embalagem. Pode-se notar a grande quantidade de resíduos plásticos.

TABELA 39 – SETOR DE EMBALAGEM ANTES DA IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 3.

Processo produtivo		
Entradas	Processo produtivo	Saidas
Matérias-primas	Etapa	Efluentes Líquidos
Embalagem ricota 540 kg/ano Minas 1.740 kg/ano	Embalagem ricota + queijo Minas	Embalagem ricota 135 kg/ano Minas 552 kg/ano

Fonte: dados primários.

B) Descrição da medida e operações unitárias envolvidas

As medidas do comprimento das embalagens estão maiores que o necessário, sempre sobrando rebarbas. Com uma diminuição na comprimento da embalagem tem-se uma redução nos resíduos plásticos e também um ganho econômico. Com uma discussão com fornecedor e testes foi obtido um ganho econômico e um ganho ambiental, sem precisar de um investimento inicial ou mesmo treinamento para os funcionários.

C) Análise comparativa de entradas e saídas, após a implantação do estudo de caso (1 ano).

Comparando a Tabela 39 com a Tabela 40 pode-se notar uma diminuição na quantidade de embalagens que entra no processo e uma diminuição nos resíduos plásticos.

TABELA 40 – SETOR DE EMBALAGEM APÓS A IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 3.

Processo produtivo		
Entradas	Processo produtivo	Saídas
Matérias-primas	Etapa	Efluentes Líquidos
Embalagem ricota 466,5 kg/ano Minas 1451 kg/ano	Embalagem ricota + queijo Minas	Embalagem ricota 61,5 kg/ano Minas 263 kg/ano

Fonte: dados primários.

D) Plano de monitoramento

No plano de monitoramento é importante que se defina um responsável pela verificação na chegada das embalagens. Na Tabela 41 está o plano de monitoramento para o terceiro estudo de caso.

TABELA 41 – PLANO DE MONITORAMENTO – ESTUDO DE CASO 3.

O que?	O comprimento das embalagens
Quando?	Toda vez que chegar na empresa
Quem?	Responsável pelo recebimento de insumos

Fonte: dados primários.

Na tabela 42 está a Memória de Cálculo da Medida adotada no estudo de caso

3.

TABELA 42 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA MEDIDA – ESTUDO DE CASO 3.

– Situação anterior	
Resíduos embalagem queijo Minas	552 kg
Resíduos embalagem ricota	135 kg
Total	687 kg/ano
– Situação prevista	
Resíduos embalagem queijo Minas	263 kg
Resíduos embalagem ricota	61,5 kg
Total	269,5 kg/ano
Benefício econômico	
Embalagem ricota	R\$ 1.260,00
Embalagem queijo Minas	R\$ 4.000,00
Total	5.260,00 R\$/ano
– Benefício ambiental	
Resíduos Embalagem queijo Minas	289 kg
Resíduos Embalagem ricota	73,5 kg
Total	362,5 kg/ano

Fonte: dados primários.

F) Análise Econômica

No terceiro estudo de caso com a análise econômica foram obtidos os seguintes resultados: benefício econômico de 5.260 R\$/ano e diminuição de resíduos de 362,5 kg/ano.

Queijo Minas

1 embalagem – 6,3 g X 23.000 embalagens/mês X 12 meses/ano = **1.740 kg/ano**

Antes (queijo Minas)

R\$ 86,00 – 1.000 embalagens

R\$ x – 23.000 embalagens x = 1.978 R\$/mês = **23.736 R\$/ano**

Depois (queijo Minas)

R\$71,50 – 1.000 embalagens

R\$ x – 23.000 embalagens x = 1.644,5 R\$/mês = **19.734 R\$/ano**

Economia(queijo-Minas)

4.000 R\$/ano

Ricota

1 embalagem – 6,0 g X 7.500/mês X 12 meses/ano = **540 Kg/ano**

Antes(ricota)

77 R\$ – 1.000 embalagens

x R\$ – 7.500 embalagens x = 577,50 R\$/mês = **6.930 R\$/ano**

Depois (ricota)

R\$63,00 – 1.000 embalagens

R\$ x– 7.500 embalagens x = 472,50 R\$/mês = **5.670 R\$/ano**

Economia (ricota)

6.930 R\$/ano - 5.670 R\$/ano = **1.260 R\$/ano**

G) Indicadores ambientais

Nos indicadores correspondentes às embalagens fez-se uma relação entre a quantidade de resíduos plásticos pela quantidade de produção de queijo e verificou-se uma diminuição de mais de 50% nos resíduos do queijo Minas frescal e da ricota e um ganho econômico de 16,6% na compra das embalagens. Na Tabela 43 estão os indicadores ambientais para o estudo de caso 3.

TABELA 43 – INDICADORES AMBIENTAIS – ESTUDO DE CASO 3.

Indicadores Ambientais	Antes da implantação do estudo de caso	Após a implantação do estudo de caso
Quantidade de embalagem(entrada) por produto(queijo-Minas)	18,01 kg/T(queijo-Minas)	15,02 kg/T(queijo-Minas)
Quantidade de embalagem(entrada) por produto(ricota)	17,14 kg/T(ricota)	14,80 kg/T(ricota)
Geração de resíduos sólidos por produto(queijo-Minas)	5,71 kg/T	2,72 kg/T
Geração de resíduos sólidos por produto(ricota)	4,28 kg/T	1,95 kg/T

Fonte: dados primários.

H) Conclusões

Benefícios ambientais

Este estudo de caso não necessitou de nenhum investimento. Apenas uma conversa com o fornecedor de embalagens e alguns testes feitos com novas embalagens, foram suficientes. Obteve-se um ganho ambiental significativo, com uma redução de 55,5% nos resíduos das embalagens da ricota e do queijo Minas.

Benefícios econômicos

Obeve-se um ganho econômico de 16,6% em cada compra das embalagens para o queijo Minas e a ricota.

4.3.4 Estudo de Caso 4 - Caixas plásticas perdidas na distribuição dos produtos

Após uma conversa com o sócio-gerente descobriu-se que havia uma grande perda de caixas plásticas utilizadas na distribuição dos produtos (Figura 8). Após o levantamento do estudo, iniciou-se um monitoramento das caixas que saiam e entravam na empresa (Anexo 7.5, página 105).



Figura 8 – Caixas plásticas utilizadas na distribuição dos produtos.

A) Estudo da etapa de distribuição

A Tabela 44 fornece os dados referentes às entradas e saídas na etapa de distribuição.

TABELA 44 – SETOR DE DISTRIBUIÇÃO ANTES DA IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 4.

Processo produtivo		
Entradas	Processo produtivo	Saidas
Matérias-primas	Etapa	Resíduos sólidos
Caixas plásticas 3.600/ano	Distribuição de produtos para clientes	Caixas plásticas 3.600/ano

Fonte: dados primários.

B) Análise comparativa de entradas e saídas, após a implantação do estudo de caso

Comparando as figuras 44 e 45, nota-se uma grande diminuição na compra das caixas plásticas utilizadas na distribuição dos produtos.

TABELA 45 – SETOR DE DISTRIBUIÇÃO APÓS A IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 4.

Processo produtivo		
Entradas	Processo produtivo	Saidas
Matérias-primas	Etapa	Resíduos sólidos
Caixas plásticas 720/ano	Distribuição de produtos para clientes	Caixas plásticas 720/ano

Fonte: dados primários.

C) Plano de monitoramento

O monitoramento será feito através de uma ficha de controle para cada vendedor. Nesta ficha serão anotados o número de caixas de saída, o número de caixas que retornaram, o número de caixas quebradas, o cliente e o saldo de caixas. Esta ficha será analisada semanalmente por um responsável na empresa.

Na tabela 46 têm-se a memória de cálculo referente ao estudo de caso 4.

D) Memória de Cálculo da Medida

TABELA 46 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA MEDIDA – ESTUDO DE CASO 4.

– Custo da Modificação	
– Sem custo	
– Situação anterior	
Caixas plásticas perdidas (3600 unidades)	R\$ 12.420,00
Total	R\$12.420,00/ano
– Situação prevista	
Caixas plásticas utilizadas (720 unidades)	R\$ 2.484
Total	R\$ 2.484,00/ano
Benefício econômico	
2880 Caixas plásticas a menos por ano	R\$ 9.936,00/ano
Total	R\$ 9.936,00/ano
– Benefício ambiental	
Caixas plásticas	2.880
Total	2.880 caixas/ano

E) Análise Econômica

A análise econômica revelou que a empresa desperdiçava R\$12.420,00/ano, num total de 3.600 caixas. Foi feita uma estimativa para diminuir essa perda para 720 caixas por ano.

Com a redução nas perdas das caixas em 80%, a empresa deixará de gastar R\$9.936,00/ano.

F) Indicadores ambientais

No quarto estudo de caso os indicadores ambientais medem a porcentagem de caixas perdidas em relação ao total de caixas na empresa antes e depois da implementação do estudo de caso. Antes da implementação a empresa tinha uma perda de 15% em relação ao total de caixas da empresa, depois passou para 3% de perda.

Esse foi outro estudo sem investimento e através de um simples controle foi obtido um ganho econômico significativo, e uma grande diminuição na perda de caixas plásticas conforme mostra a Tabela 47.

TABELA 47 – INDICADORES AMBIENTAIS – ESTUDO DE CASO 4.

Indicadores Ambientais	Antes da implantação do estudo de caso	Após a implantação do estudo de caso
Caixas perdidas/total de caixas (%mensal)	300/2.000 = 15%	60/2.000 = 3%

Fonte: dados primários.

G) Conclusões

Benefícios econômicos

Com a redução nas perdas das caixas em 80%, a empresa deixará de gastar R\$9.936,007/ano.

4.3.5 Estudo de Caso 5 – Soro da ricota destinado ao tratamento de efluentes.

O quinto e último estudo de caso ocorreu na produção da ricota. A ricota é feita com o soro originado da produção do queijo Minas e mais uma pequena quantidade de leite. Como no queijo Minas, na ricota também se obtém soro no tanque de preparo (Figura 9). A porcentagem maior do soro é bombeada para um tanque externo, onde é recolhido diariamente por produtores de suínos. A menor parte do soro fica retida no tanque.



Figura 9 – Tanque utilizado para a fabricação da ricota.

A) Estudo da etapa da enformagem da ricota

O fluxograma da Tabela 48 mostra a quantidade de soro que entra para a produção de ricota e a quantidade que vai para o tratamento de efluentes. Para determinar a quantidade de soro, foi feita uma média da quantidade que sobrava no tanque.

TABELA 48 – SETOR DE ENFORMAGEM ANTES DA IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 5.

Processo produtivo		
Entradas	Processo produtivo	Saídas
Matérias-primas	Etapa	Efluentes líquidos
Soro 756 m ³ /ano	Enformagem da ricota	Soro 126 m ³ /ano

Fonte: dados primários.

B) Descrição da medida e operações unitárias envolvidas

Foi feita uma alteração no equipamento. Este foi inclinado para facilitar o trabalho da bomba, reduzindo em 50% a quantidade de soro retida no tanque. Os 50% restantes são retirados pelos funcionários com caixas plásticas, eliminando em 100% do soro que sobrava no tanque. Outra parte do soro, que ia para o tratamento de efluentes, vinha da enformagem, que era feita em uma mesa plana sem bordas onde o soro escorria para o chão. Para eliminar este soro a enformagem passou a ser realizada em uma mesa com bordas e com uma abertura onde o soro podia escorrer para o tanque de ricota onde é bombeado para o tanque externo.

C) Análise comparativa de entradas e saídas, após a implantação do estudo de caso

Na Tabela 49 pode-se verificar uma diminuição na quantidade de soro destinado ao tratamento de efluentes.

TABELA 49 – SETOR DE ENFORMAGEM APÓS A IMPLANTAÇÃO – ESTUDO DE CASO 5.

Processo produtivo		
Entradas	Processo produtivo	Saídas
Matérias-primas	Etapa	Efluentes líquidos
Soro 756 m ³ /ano	Enformagem da ricota	Soro 2 m ³ /ano

Fonte: dados primários.

D) Plano de monitoramento

O monitoramento do estudo de caso 5 é efetuado pelo próprio funcionário responsável pela produção da ricota. A Tabela 50 apresenta o plano de monitoramento do estudo de caso 5.

TABELA 50 – PLANO DE MONITORAMENTO – ESTUDO DE CASO 5.

O que?	Monitorar se todo soro foi bombeado para o tanque externo
Quando ?	A cada taxada de ricota
Quem ?	Queijeiro

Fonte: dados primários.

Na tabela a seguir tem-se a memória de cálculo do estudo de caso 5.

TABELA 51 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA MEDIDA – ESTUDO DE CASO 4.

– Custo da Modificação	
– Sem custo	
– Situação anterior	
Soro tratamento efluentes (126 m ³)	R\$94,50.
Total	R\$94,50.
– Situação prevista	
Soro tratamento de efluentes (2 m ³)	R\$1,50.
Total	R\$1,50.
Benefício econômico	
Tratamento efluentes(94,5 – 1,5)	R\$ 93,00
Total	93,00 R\$/ano
– Benefício ambiental	
Volume de soro que deixou de ser jogado no tratamento de efluentes	124 m ³

Fonte: dados primários.

F) Análise econômica

As modificações tiveram custo desprezíveis. Foram feitas algumas modificações simples no maquinário.

G) Indicadores ambientais

Na Tabela 52, pode-se verificar a diminuição significativa da quantidade de efluentes gerada por quantidade de produto antes e depois da implementação do estudo de caso 5.

TABELA 52 – INDICADORES AMBIENTAIS – ESTUDO DE CASO 5.

Indicadores Ambientais	Antes da implantação do estudo de caso	Após a implantação do estudo de caso
Geração de efluentes por produto	4 m ³ /t	0,063 m ³ /t

Fonte: dados primários.

H) Conclusões

Benefícios ambientais

Deixou-se de ser jogados no tratamento de efluentes 124 m³ de soro, que tem alta carga orgânica.

Benefícios econômicos

A empresa obteve um ganho de R\$93,00 por ano, relativo ao tratamento de efluentes.

4.4 Resultados gerais

As Tabelas 53 e 54 trazem um resumo dos resultados gerais dos investimentos, benefícios ambientais e econômicos obtidos com a implementação da Produção Limpa na indústria Laticínios Holandês.

TABELA 53 – INVESTIMENTOS, BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS.

Estudo de Caso	Investimento (R\$)	Recuperação do Investimento	Benefícios econômicos	Benefícios ambientais
1 – Lavagem latões	12.000	4,2 anos	3.114,77 R\$/ano	Energia 346,4 kWh/ano Efluentes 574,1 m ³ /ano
2 – Lavagem caminhão	650	0,99 anos	754,05 R\$/ano	Energia 973,5 kWh/ano Água 423 m ³ /ano
3 – Resíduos embalagem	-	-	5.260 R\$/ano	362,5 kg/ano
4 – Caixas plásticas	-	-	9.936 R\$/ano	2.880 caixas
5 - Soro	-	-	93 R\$/ano	124 m ³ soro/ano

Fonte: dados primários.

Os principais benefícios ambientais obtidos foram: redução no consumo de água e energia, redução nos resíduos plásticos e na carga orgânica despejada no tratamento de efluentes. Na Tabela 54 têm-se os resultados obtidos referentes aos benefícios ambientais.

TABELA 54 – BENEFÍCIOS AMBIENTAIS.

Benefícios ambientais	Valores	Unidade
Redução no consumo de água	997,1	m ³ /ano
Redução no consumo de energia	1.319,9	kWh/ano
Redução dos resíduos de embalagens plásticas	362,5	kg/ano
Redução no desperdício de caixas plásticas	2.880	caixas plásticas/ano
Redução de carga orgânica jogada no tratamento efluentes	124	m ³ de soro/ano

Fonte: dados primários.

As indústrias de laticínios utilizam uma grande quantidade de água. Segundo Parker (1999) um gerenciamento no ciclo da água é uma opção na implementação da produção limpa. No primeiro estudo de caso, foi obtida uma redução de 73% no consumo de água para lavar os latões de leite, através da compra de uma máquina de lavar latões. A indústria de laticínios Bonlac Foods, por exemplo, adotou a medida de separar a água residual de cada parte do processo para tratá-las separadamente, com objetivo de minimizar a utilização e aumentar a reutilização [Parker, 1999].

Na lavagem do caminhão (segundo estudo de caso), reduziu-se 50% no consumo de água e energia. Segundo Parker (1999) a minimização no consumo de energia é uma outra grande oportunidade de produção limpa.

Obeve-se um bom resultado econômico e ambiental no terceiro estudo. Resíduos de embalagem de queijo Minas e ricota deixaram de ser descartados, com a diminuição do tamanho das embalagens. A cada compra de embalagem a empresa economiza 16,6% e tem uma redução de 50,5% nos resíduos das embalagens.

No caso das caixas plásticas utilizadas na distribuição de produtos prontos, há uma estimativa de redução na perda de 2.280 caixas por ano, através do monitoramento junto aos distribuidores.

Segundo Giacomo (1998) e Pratima (2000), a disposição dos resíduos muito poluentes devido à alta carga orgânica, como o soro de leite no tratamento de efluentes, é um grande problema na indústria de laticínios. No estudo de caso 5, o maior ganho foi ambiental, pois ocorreu uma redução de 124m³ de soro, que eram destinados ao tratamento de efluentes. Uma solução para este problema é a utilização de soro na incorporação de produtos alimentícios, aumentando sua qualidade nutricional. Uma maneira de concentrar o soro é através da utilização de membranas de ultrafiltração [Pratima, 2000].

Outro ponto que poderia ser focado na produção limpa é a recuperação e reutilização de produtos químicos, incluindo os produtos utilizados no CIP (cleaning in place). Modernos sistemas de membranas podem recuperar cerca de 80% dos ácidos e álcalis utilizados para limpeza [Parker, 1999].

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Para as empresas que buscam melhorias no seu processo objetivando obter um melhor desempenho ambiental, uma melhor imagem com os consumidores e comunidade local, a produção limpa é uma ferramenta de grande utilidade. É uma metodologia que pode ser aplicada de acordo com as possibilidades e disponibilidades de recursos da empresa e ser implementada em diferentes níveis.

A produção limpa aplicada na indústria de laticínios Holandês visou inicialmente os impactos mais visíveis e mais fáceis de detectar. Com maior aprofundamento a produção limpa atua na aplicação de novas tecnologias, na mudança do processo e substituição de matéria-prima e insumos.

No presente trabalho comprovou-se que a aplicação da produção limpa não requer grandes investimentos e obtém ganhos ambientais e econômicos significativos. Inicialmente, fez-se um diagnóstico ambiental para identificar os pontos a serem trabalhados, depois de analisados os pontos, a metodologia atuou na causa dos problemas, obtiveram-se resultados expressivos com relação à redução de resíduos e desperdícios e conseqüentemente, um ganho econômico. Pode-se concluir que o apoio do proprietário foi fundamental para o sucesso da implementação da metodologia.

Em relação aos objetivos iniciais propostos, podem ser resumidas as seguintes conclusões:

- promoveu-se o treinamento de funcionários quanto aos princípios da produção limpa e foram introduzidas melhorias nos processos industriais;
- a quantidade de resíduos foi diminuída, por exemplo, nas embalagens de queijo Minas e ricota, e no soro de ricota destinado a estação de tratamento de efluentes;
- ganhos econômicos foram obtidos, principalmente, no estudo de caso referente às caixas plásticas perdidas, equivalente a cerca de R\$10.000,00/ano;
- a quantidade de água e energia utilizadas pela empresa foi minimizada, na lavagem dos latões e do caminhão.

Como sugestões para futuros trabalhos, pode-se citar aplicação da metodologia produção limpa por um período mais longo. Por ser muito abrangente, só foram elaborados os estudos de caso de aplicação rápida. O último estudo de caso, por exemplo, poderia avançar mais, através da utilização de tecnologias para o aproveitamento do soro.

Aplicação simultânea da metodologia produção limpa e APPCC. Ambas as metodologias, como comentado anteriormente, apresentam pontos em comum e são, sob outros aspectos, complementares. Uma visa a qualidade do ambiente e a outra a qualidade do produto. O uso eficiente de recursos humanos e materiais poderia levar à obtenção destes dois objetivos.

Estudando a Produção Limpa e a ISO 14000 verificou-se que a primeira se adapta perfeitamente para empresas que queiram implementar Sistemas de Gestão Ambiental e futuramente se certificarem em um sistema de qualidade. A produção limpa pode servir como instrumento da busca da melhoria contínua nos sistemas de gestão ambiental. Esta interação pode ser objeto de futuras pesquisas

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e meio ambiente: as estratégias de mudança da agenda 21**. Petrópolis: Editora Vozes, 1997.
- BUARQUE, C., **Avaliação Econômica de Projetos**. Rio de Janeiro, Campus, 1984.
- CALLENBACH, E. **Gerenciamento ecológico. guia do instituto elmwood de auditoria ecológica e negócios sustentáveis..** São Paulo: Editora Cultrix, 1995.
- CASAROTTO Filho, N., **Análise de investimentos**. São Paulo: Editora Atlas, 1996.
- CAZAZEIRA, J. **ISO 14001 - Manual de implantação**. São Paulo: CNI –Confederação Nacional da Indústria:, 1997.
- CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas, **Série de Manuais de Produção Limpa**. Porto Alegre, 2000.
- CURSO. ISO 14000 – “Auditor ambiental“. Lorien P-E Batalas e MCG Consultoria: Rio de Janeiro, 1998.
- DYRSET, N, **Suplemento alimentar recuperado de efluentes de indústrias de laticínios por pré-tratamentos biológicos e químicos**; Journal of Chemical Technology and Biotechnology, v.73, n.3, p 195-182, 1998.
- EASTER, M.C.; MORTIMORE, S.E.; SPERBER, W.H., **The role of HACCP in the management of food safety and quality**. Journal of Dairy Technology, v.47, n.2, p 42-43, maio. 1994.
- FEDERAL ENVIRONMENT MINISTRY. **A guide to corporate environmental indicators**. Bonn: Druckhaus Deutsch, 1997.

FIBOR, T.; **ISO 14000 – Um guia para as normas de Gestão Ambiental**. Futura, 1996.

GARCIA, J. A., **Análise de perigos e pontos críticos de controle no processamento do 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.

Di GIACOMO, G., **RO treatment of waste waters from dairy industry**. Italy: Universita di L' Áquila, 1998.

GUNNINGHAM, S., **Barriers and motivators to the adoption of cleaner production practices**, Australia: Environment, 1997.

HABERSTROH C., **HACCP: Making the system work**. Food Engineering, p 70-80, 1998.

HAMILTON, S., **Strategies for promoting cleaner production in the food industry**, Environment Protection Authority: Australia, Victoria, 1999.

HENSON, S. **Costs and benefits of implementing HACCP in the UK dairy processing sector**. Centre for Food Economics Research, Department of Agricultural and Food Economics, UK: The University of Reading, 1998.

HESS, G., **Engenharia Econômica**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1992.

HOO, S. et all. **“ecodesign”: Promise manual – concept**. UNEP – United Nations Environment Program, 1996.

IAMFES – International association of milk, food and environmental sanitarians. **Guia de procedimentos para implantação do método de análises de perigo de controle**. Trad. Gillian Alonso Arruda e cols. São Paulo: Ponto Crítico Consultoria em Alimentação, 1997.

INTERNATIONAL LIFE SCIENCE INSTITUTE. **A simple guide to understanding and applying the hazard analysis critical control point concept**. 2.ed. Bélgica: ILSI, 1997.

KARINE, Â. F; **Análise de perigo e ponto crítico de controle aplicada ao processamento de queijo Minas frescal**. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Centro de Ciências e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

KINLAW, D. **Empresa competitiva e ecológica**. São Paulo: Editora Makron, 1998.

LEE, C. **Cleaner production option in a food (Kimchi) industry**. College of Engineering, Department of Chemical Thecnology, Seoul National University, KWanak-Gu, Shinlin – Dong 56-1, Seoul 151-742, South Korea, 1999.

LORA, E. **Eficiência e meio ambiente**. International Sugar Journal, v.102, p343 – 351, 2000.

MEDEIROS, J. S. **Metodologia para gestão integrada da qualidade, meio ambiente, saúde e segurança no trabalho**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2000.

MORIN, E. **O método: A natureza da natureza**. Portugal: Publicações Europa - América, 1994.

NATIONAL CLEANER PRODUCTION CENTRES. **Guidance materials for the UNIDO / UNEP**: Paris, 1995.

PARKER, J. **Cleaner production in the australian dairy processing industry**. Australia: WSL Consultants Pty Ltd, 1999.

PRATIMA, A. **Efeito de incorporação de líquidos de produtos de laticínios nas características químicas de biscoitos de soja fortificados**. Journal of Food Science and Technology, India; v.37,n.2, p 158-161, 2000.

REIS, M.; **ISO 14000 – Gerenciamento Ambiental – Um novo desafio para a competitividade**. Editora Qualitymark, 1996.

SAVAGE, R.A., **Hazard analysis critical control point: a review**. Food Rev. Int., v.11, n.4, p575-595, 1995.

SNYDER, O.P. **HACCP – An industry food safety self-control program.** Dairy, food and Environmental Sanitation, p.26-27, 1992.

STEVENTON, K.E. **HACCP. Establishing hazard analysis critical control programs: A workshop manual.** 2. ed. Washington, D.C: The Food Processors Institute, 1995.

VALLE, C.; **Como se preparar para as normas ISO 14000 – Qualidade Ambiental.** Editora Pioneira, 1996.

ZDANOWICZ, J., **Fluxo de Caixa: uma decisão de planejamento e controle financeiros.** Porto Alegre, 1995.

7 ANEXOS

7.1 Higienização do Caminhão

Data	Início(abertura da água)	Fim(fechamento da água)

Responsável: _____.

Líder do ecotime: _____.

7.2 Higienização dos latões de leite.

Data	Início(abertura da água)	Fim(fechamento da água)	Número de tarros

Responsável: _____.

Líder do ecotime: _____.

7.3 Planilha de controle de soro de ricota

Data	Produto (litros)	Soro (litros)

Responsável: _____.

Líder do ecotime: _____.

7.4 Controle resíduos de embalagens de queijo Minas e ricota

Data	Produtos	Quantidade(unidades)	Peso resíduos plásticos
	Queijo Minas light		
	Queijo Minas frescal		
	Queijo prato		
	Mussarela		
	Ricota		
	Queijo Minas light		
	Queijo Minas frescal		
	Queijo prato		
	Mussarela		
	Ricota		
	Queijo Minas light		
	Queijo Minas frescal		
	Queijo prato		
	Mussarela		
	Ricota		
	Queijo Minas light		
	Queijo Minas frescal		
	Queijo prato		
	Mussarela		
	Ricota		
	Queijo Minas light		
	Queijo Minas frescal		
	Queijo prato		
	Mussarela		
	Ricota		
	Queijo Minas light		
	Queijo Minas frescal		
	Queijo prato		
	Mussarela		
	Ricota		

Responsável:_____.

Líder do ecotime:_____.

7.5 Ficha de controle de caixas plásticas

Vendedor:

Mês:

Dia	Quantidade de Caixas plásticas				Local de Entrega (cidade, bairro e cliente)	Responsável verificação
	saída	retorno	quebradas	Saldo		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						

Obs: _____

_____.

7.6.3 Fluxo de caixa incremental – estudo de caso 1

Discriminação	Ano										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fluxo de caixa esperado	(12.000,00)	(1.179,13)	(1.179,13)	(1.179,13)	(1.179,13)	(1.179,13)	(1.179,13)	(1.179,13)	(1.179,13)	(1.179,13)	(1.179,13)
Fluxo de caixa inicial		(4.293,90)	(4.293,90)	(4.293,90)	(4.293,90)	(4.293,90)	(4.293,90)	(4.293,90)	(4.293,90)	(4.293,90)	(4.293,90)
Diferença Líquida	(12.000,00)	3.114,77	3.114,77	3.114,77	3.114,77	3.114,77	3.114,77	3.114,77	3.114,77	3.114,77	3.114,77
Depreciação (-)	-	(1.200,00)	(1.200,00)	(1.200,00)	(1.200,00)	(1.200,00)	(1.200,00)	(1.200,00)	(1.200,00)	(1.200,00)	(1.200,00)
Lucro Tributável	-	1.914,77	1.914,77	1.914,77	1.914,77	1.914,77	1.914,77	1.914,77	1.914,77	1.914,77	1.914,77
IRPJ	-	(287,22)	(287,22)	(287,22)	(287,22)	(287,22)	(287,22)	(287,22)	(287,22)	(287,22)	(287,22)
Lucro Líquido	-	1.627,55	1.627,55	1.627,55	1.627,55	1.627,55	1.627,55	1.627,55	1.627,55	1.627,55	1.627,55
Depreciação (+)	-	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00
Fluxo de Caixa Incremental	(12.000,00)	2.827,55	2.827,55	2.827,55	2.827,55	2.827,55	2.827,55	2.827,55	2.827,55	2.827,55	2.827,55

7.6.4 Análise econômica estudo de caso 1 – Lavagem de latões.

INVESTIMENTO	R\$ 12.000,00
DEPRECIÇÃO	10% Ao Ano
TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE	18%
IRPJ	15% Sobre o lucro real
PERÍODO DE RECUPERAÇÃO DO CAPITAL (EM ANOS)	4,24
VALOR PRESENTE LÍQUIDO	R\$ 707,00
TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)	19,6%

7.7.3 Fluxo de caixa incremental – estudo de caso 2

Discriminação	Ano										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fluxo de caixa esperado	(650,00)	(1.401,32)	(1.401,32)	1.401,32)	(1.401,32)	(1.401,32)	(1.401,32)	(1.401,32)	(1.401,32)	(1.401,32)	(1.401,32)
Fluxo de caixa inicial	-	(2.155,41)	(2.155,41)	(2.155,41)	(2.155,41)	(2.155,41)	(2.155,41)	(2.155,41)	(2.155,41)	(2.155,41)	(2.155,41)
Diferença Líquida	(650,00)	754,10	754,10	754,10	754,10	754,10	754,10	754,10	754,10	754,10	754,10
Depreciação (-)	-	(97,50)	(97,50)	(97,50)	(97,50)	(97,50)	(97,50)	(97,50)	(97,50)	(97,50)	(97,50)
Lucro Tributável	-	656,60	656,60	656,60	656,60	656,60	656,60	656,60	656,60	656,60	656,60
IRPJ	-	(98,49)	(98,49)	(98,49)	(98,49)	(98,49)	(98,49)	(98,49)	(98,49)	(98,49)	(98,49)
Lucro Líquido	-	558,11	558,11	558,11	558,11	558,11	558,11	558,11	558,11	558,11	558,11
Depreciação (+)	-	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50
Fluxo de Caixa Incremental	(650,00)	655,61	655,61	655,61	655,61	655,61	655,61	655,61	655,61	655,61	655,61

7.7.4 Análise econômica estudo de caso 2 – Lavagem de caminhão.

INVESTIMENTO	R\$ 650,00
DEPRECIÇÃO	15% ao ano
TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE	18%
IRPJ	15% sobre o lucro real
PERÍODO DE RECUPERAÇÃO DO CAPITAL (EM ANOS)	0,99
VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)	R\$ 2.296,00
TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)	100,8%