

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**O USO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA COMO FERRAMENTA DE
GESTÃO AMBIENTAL DE MELHORIA CONTÍNUA: ESTUDO DE
CASO EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE EMBALAGEM DE
PAPEL NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
MODALIDADE MESTRADO PROFISSIONALIZANTE
POR

JULIO CESAR GOMES DA SILVA FILHO

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Denise Dumke de Medeiros

RECIFE, JULHO/ 2003



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE

JULIO CESAR GOMES DA SILVA FILHO

"O USO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA COMO FERRAMENTA DE GESTÃO
AMBIENTAL DE MELHORIA CONTÍNUA: ESTUDO DE CASO EM UMA
EMPRESA FABRICANTE DE EMBALAGEM DE
PAPEL NO ESTADO DE PERNAMBUCO "

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DA PRODUÇÃO

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o candidato JULIO CESAR GOMES DA SILVA FILHO **APROVADO**.

Recife, 22 de julho de 2003.



Profa. DENISE DUMKE DE MEDEIROS, Doutor (UFPE)



Profa. VILMA MARIA VILLAROUCO SANTOS, Doutor (UFPE)



Profa. MARIA DO CARMO MARTINS SOBRAL, PhD (UFPE)

“A atividade industrial do homem não deve se opor à natureza, pois dela é parte integrante, ela a molda desde o começo e desde o começo é por ela moldada.”

Paul de Backer, 1995

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho é fruto da dedicação e da perseverança obtidas de apoios e incentivos de diversas estimáveis pessoas.

Primeiramente, agradeço a Deus, por guiar-me e dar-me força em todos os momentos de minha caminhada.

Agradeço aos meus queridos pais, Julio Cesar e Eliane Aguiar, pelo suporte e atenção dados no decorrer de meus estudos.

À Professora Denise Dumke de Medeiros, por aceitar ser minha orientadora e acreditar no meu potencial, e que muito contribuiu para a finalização deste trabalho.

À minha amiga, que será sempre lembrada, Eliane Pontual (*in memorium*), por crer em mim e ter sido um apoio fundamental que contribuiu para a estruturação da minha vida profissional.

Aos meus avós, Adalberto Queiroz (*in memorium*) e Rachel Aguiar, pela educação que me deram. Foram importantes para o desenvolvimento de minha formação ética, que me permite superar obstáculos de modo honrado.

Ao corpo docente do Departamento de Pós-Graduação de Engenharia de Produção, que me proveram de conhecimentos que compuseram a base da minha formação acadêmica.

À professora Maria do Carmo Martins Sobral e à professora Vilma Maria Villarouco Santos, pelo tempo, experiência e atenção dispensados à leitura desta dissertação e pelo aceite ao convite de participação da banca examinadora.

Ao Banco do Nordeste, por ter me envolvido no Projeto de Capacitação de Consultores de Produção Mais Limpa no Estado de Pernambuco.

Ao professor Ivan Melo, pelo auxílio na seleção dos candidatos para constituir o Núcleo de Tecnologias Limpas de Pernambuco.

À minha irmã, Juliane Aguiar, que me trouxe momentos de alegria no decurso dos meus estudos.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia de Produção, que me auxiliaram na resolução de questões administrativas.

A todos os amigos que me ajudaram e apoiaram, de forma direta ou indireta, na consecução dos meus objetivos.

E, por fim, mas não menos importante, agradeço à Mariana Vasconcelos, minha adorada namorada, pela compreensão, companheirismo e estímulo para vencer mais este desafio.

RESUMO

Este trabalho objetiva apresentar o desenvolvimento de um programa ambiental na resolução dos problemas existentes em uma empresa fabricante de embalagens de papel localizada no Estado de Pernambuco, Brasil. O estudo foi conduzido na empresa no período de novembro de 2001 a novembro de 2002, quando foram abordadas todas as fases referentes ao Programa de Produção Mais Limpa. A implementação do Programa na empresa apoiou-se na fundamentação teórica do autor do estudo e na boa vontade dos funcionários sensibilizados.

Os resultados alcançados superaram as expectativas iniciais, apesar de algumas oportunidades identificadas não terem sido introduzidas nos processos. O Programa enraizou alguns de seus princípios na mentalidade dos funcionários, que passaram a enxergar suas atividades de um outro ângulo. A inércia da rotina de trabalho para alguns dos empregados transformou-se em cinética de melhoramento.

Objetivava-se também, inicialmente, o uso do Programa de Produção Mais Limpa no ciclo de melhoria contínua. Porém, com a ausência de uma coordenação do Programa pró-ativa, não houve uma continuidade do Programa. Cabe salientar que isso deveria ter sido feito após a implementação do Programa na empresa, por parte de seus funcionários.

Felizmente, pôde-se constatar, com a realização deste estudo, que as problemáticas ambientais nas empresas podem ser vencidas com atitudes relativamente simples e baratas.

PALAVRAS-CHAVE: Produção Mais Limpa, Estratégia Competitiva, Melhoria Contínua, Indicador Ambiental, Avaliação Ambiental, Desenvolvimento Sustentável e Série ISO 14000.

ABSTRACT

This work seeks to present the development of an environmental program in the resolution of existent problems in a factory of paper packing located in the State of Pernambuco, Brazil. The study was led in the company during the period of November, 2001 to November, 2002, when all phases of the Cleaner Production Program were approached. The Program implementation at the company was leaned on the theoretical knowledge of the author and on the employees' good will.

The reached results overcame the initial expectations, although some identified opportunities were not introduced in the processes. The Program rooted some of their principles to the employees' mentality that started to see their activities of another angle.

Initially it was also aimed the use of the Cleaner Production Program in the continuous improvement cycle. However, with the absence of the Program coordination well active, there was not a continuity of the Program. It is important to point out that this should be made after the implementation of the Program in the company through the company's employees.

Fortunately, it could be verified, with the accomplishment of this study, that the environmental problems in the companies can be solved with relatively simple and cheap attitudes.

KEYWORDS: Cleaner production, Competitive Strategy, Continuous Improvement, Environmental Indicator, Environmental Evaluation, Sustainable Development and ISO 14000 Series.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Conceitos básicos	1
1.2 Histórico	4
1.3 Fatores impulsionadores	6
1.4 Busca da competitividade pelo desenvolvimento sustentável	10
1.5 Produção Mais Limpa	11
1.6 A empresa estudada	15
1.6.1 A empresa	17
1.7 Objetivos do trabalho	19
1.8 Estruturação do trabalho	19
2. PROBLEMÁTICA E CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	21
2.1 Apresentação dos problemas	21
2.2 Base conceitual	23
2.2.1 Novo modelo de transformação empresarial	23
2.2.2 Descrição da Produção Mais Limpa	25
2.2.3 Princípios norteadores das ações PML	30
2.2.4 Estrutura de aplicação da Produção Mais Limpa	31
2.2.5 Barreiras à PML	33
2.2.6 Sistema de gestão ambiental	34
2.3 Conclusões do Capítulo	42
3. PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA PML	43
3.1 Primeiro estágio: Planejamento	44
3.1.1 Passo 1: Compromisso da direção da empresa	44
3.1.2 Passo 2: Definição da equipe de implementação do programa e realização de sua sensibilização	46
3.1.2.1 Processo de sensibilização	47
3.1.3 Passo 3: Identificação de barreiras	50
3.1.4 Passo 4: Formulação de objetivos e metas	50
3.2 Segundo estágio: Diagnóstico	52
3.2.1 Passo 5: Investigação do atendimento aos requisitos legais	53
3.2.2 Passo 6: Conhecimento do <i>layout</i>	54
3.2.3 Passo 7: Elaboração do fluxograma do processo	55
3.2.4 Passo 8: Análise dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	61
3.2.4.1 Dados preliminares	61
3.2.4.2 Avaliação dos aspectos e impactos ambientais	66
3.2.4.3 Plano de gerenciamento de resíduos	81
3.2.5 Passo 9: Identificação dos focos do estágio de avaliação	84
3.3 Terceiro Estágio: Avaliação	87
3.3.1 Passo 10: Elaboração do balanço de massa	88
3.3.2 Passo 11: Análise do balanço de massa	93
3.3.3 Passo 12: Estabelecimento das opções de Produção Mais Limpa	95
3.3.4 Passo 13: Organização das opções	103
3.4 Conclusões do Capítulo	106

4. RESULTADOS	107
4.1 Quarto estágio: Viabilidade	107
4.1.1 Passo 14: Avaliação prévia	108
4.1.2 Passo 15: Avaliação técnica	109
4.1.3 Passo 16: Avaliação econômica	120
4.1.4 Passo 17: Avaliação ambiental	126
4.1.5 Passo 18: Escolha das opções de implementação	127
4.2 Quinto Estágio: Implementação	128
4.2.1 Passo 19: Planejamento da implementação PML	128
4.2.2 Passo 20: Implementação das opções PML	131
4.3 Sexto Estágio: Monitoramento e melhoria contínua	131
4.3.1 Passo 21: Monitoramento do desempenho	131
4.3.2 Passo 22: Continuidade do programa (melhoria contínua)	141
4.4 Conclusões do Capítulo	144
5. CONCLUSÕES	145
Referências Bibliográficas	150

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1:	Comparação entre o percentual do ROL investido na área do meio ambiente por empresas do setor de papel e de gráfica e média de todos os setores pesquisados nos anos de 1998 e 1999	16
Figura 1.2:	Impacto em termos percentuais de cada função com relação a questões ambientais	17
Figura 2.1:	Deficiências da empresa estudada	22
Figura 2.2:	Modelo tradicional de sistema de produção	24
Figura 2.3:	Nova abordagem ambiental do sistema de produção	25
Figura 2.4:	Diferença entre as abordagens convencional e PML	28
Figura 2.5:	Formas de priorização da nova e da velha abordagem ambiental	30
Figura 2.6:	Níveis de atuação da Produção Mais Limpa	32
Figura 2.7:	Ciclo do Sistema de Gestão Ambiental	36
Figura 3.1:	Estágios de implementação da PML	43
Figura 3.2:	Processo de envolvimento na obtenção da melhoria contínua	49
Figura 3.3:	<i>Layout</i> em forma de diagrama da produção da empresa	55
Figura 3.4:	Diagrama de blocos	56
Figura 3.5:	Fluxograma global da empresa	57
Figura 3.6:	Fluxograma intermediário da fabricação de embalagens de papel cartonado simples	58
Figura 3.7:	As cinco características de um processo produtivo	96
Figura 3.8:	As formas de atuação da PML para gerar oportunidades de melhoria	96
Figura 4.1:	Ilustração de bobina de papel e sua camada plástica de proteção	109
Figura 4.2:	Comparativo entre a nova aplicação da proteção às folhas e a antiga com o uso de filme <i>stretch</i>	110
Figura 4.3:	Passos para o planejamento de implementação de projetos	129
Figura 4.4:	Indicadores ambientais corporativos	133
Figura 4.5:	Modelo para a seleção de indicadores	134
Figura 4.6:	Fases de planejamento de um programa de monitoramento	138
Figura 4.7:	Identificação de pontos e parâmetros de amostragem para o caso em estudo	139
Figura 5.1:	Efeitos da PML sobre os objetivos do estudo	148

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1:	Formas de pressões impulsionadoras de responsabilidade ambiental	8
Tabela 1.2:	Benefícios alcançados com a prevenção da poluição	14
Tabela 2.1:	Diferenças entre as abordagens PML e “Fim-de-Tubo” no sentido de proteção ambiental ligada a atividades produtivas	29
Tabela 2.2:	Barreiras que podem dificultar a implementação do Programa PML	34
Tabela 2.3:	Matriz dos elementos do Programa PML e do Sistema de Gestão Ambiental, de acordo com a norma ISO 14001:1996	41
Tabela 3.1:	<i>Checklist</i> de avaliação do estágio 1-Planejamento	52
Tabela 3.2:	Falhas no atendimento de requisitos legais	54
Tabela 3.3:	Avaliação da produção do principal produto em 2001	61
Tabela 3.4:	Avaliação da utilização das principais matérias-primas em 2001	62
Tabela 3.5:	Avaliação da utilização de insumos e materiais auxiliares em 2001	62
Tabela 3.6:	Avaliação do consumo de água em 2001	63
Tabela 3.7:	Avaliação do consumo de energia elétrica em 2001	63
Tabela 3.8:	Avaliação da geração de efluentes em 2001	63
Tabela 3.9:	Avaliação dos resíduos gerados em 2001	65
Tabela 3.10:	Descrição dos processos pré-existentes	66
Tabela 3.11:	Pontuação do grau de intensidade de impacto para os aspectos de saída	68
Tabela 3.12:	Pontuação dos aspectos de entrada com relação a insumos	68
Tabela 3.13:	Pontuação dos aspectos de entrada com relação a matérias-primas e materiais auxiliares	68
Tabela 3.14:	Pontuação da probabilidade de ocorrência	69
Tabela 3.15:	Pontuação em função da importância do aspecto	69
Tabela 3.16:	Pontuação pela existência de requisitos legais	69
Tabela 3.17:	Pontuação pelo uso de medidas de controle	69
Tabela 3.18:	Planilha de avaliação de aspectos e impactos ambientais	71
Tabela 3.19:	Plano de gerenciamento de resíduos	83
Tabela 3.20:	Matriz de priorização dos aspectos	85
Tabela 3.21:	<i>Checklist</i> de avaliação do estágio 2-Diagnóstico	86
Tabela 3.22:	Balanço de massa da empresa em estudo	91
Tabela 3.23:	Avaliação dos resíduos gerados no ano projetado	94
Tabela 3.24:	Avaliação das matérias-primas determinadas nos focos de estudo	95

Tabela 3.25: Avaliação dos insumos e materiais auxiliares determinadas nos focos de estudo	95
Tabela 3.26: Matriz de categorias dos subprodutos, resíduos, efluentes e emissões	97
Tabela 3.27: Matriz de possíveis alternativas para a redução da geração de subprodutos, resíduos, efluentes e emissões	100
Tabela 3.28: Matriz de minimização com a utilização de <i>housekeeping</i>	101
Tabela 3.29: Matriz de minimização com a utilização de automatização, modificação nos processos e na tecnologia	101
Tabela 3.30: Matriz de minimização com a utilização de mudanças no produto	102
Tabela 3.31: Matriz de minimização com a substituição de matérias-primas, insumos e materiais auxiliares	102
Tabela 3.32: Matriz de minimização e redução de impacto ambiental com a utilização de técnicas de tratamento	102
Tabela 3.33: Organização das oportunidades de melhoria	104
Tabela 3.34: <i>Checklist</i> de avaliação do estágio 3-Avaliação	106
Tabela 4.1: Coeficientes de desempenhos	113
Tabela 4.2: Elementos da atividade de revestimento dos paletes com folhas de papel	114
Tabela 4.3: Valores de X e X ² para a substituição da fórmula de determinação do número de ciclos (N=10)	115
Tabela 4.4: Avaliação dos desempenhos dos operários nos dois métodos	116
Tabela 4.5: Folha de observações do estudo do método atual	117
Tabela 4.6: Folha de observações do estudo de tempos do método proposto	118
Tabela 4.7: Análise quantitativa das entradas e saídas nos processos referentes ao estudo	119
Tabela 4.8: Análise quantitativa do método proposto	119
Tabela 4.9: Tipos de investimentos	121
Tabela 4.10: Tipos de gastos na análise do método atual	122
Tabela 4.11: Tipos de fluxos de caixas na análise do método proposto	123
Tabela 4.12: Fluxos de caixa do método atual	123
Tabela 4.13: Fluxos de caixa do método proposto	123
Tabela 4.14: Fluxos de caixa incremental	124
Tabela 4.15: Método comparativo de priorização de opções	127
Tabela 4.16: <i>Checklist</i> de avaliação do estágio 4-Viabilidade	128
Tabela 4.17: Tarefas identificadas para o projeto proposto	130
Tabela 4.18: Cronograma de acompanhamento da implementação do projeto	130
Tabela 4.19: Categorias de indicadores ambientais	134

Tabela 4.20: Indicadores escolhidos para a opção em estudo	135
Tabela 4.21: Informações sobre o indicador 1	136
Tabela 4.22: Informações sobre o indicador 2	137
Tabela 4.23: Ficha de monitoramento	140
Tabela 4.24: Indicadores medidos	140
Tabela 4.25: Habilidades para a melhoria contínua e aptidões obtidas pelo Programa PML	142
Tabela 4.26: <i>Checklist</i> de avaliação do estágio 6-Monitoramento	143

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo aborda os conceitos básicos sobre as questões ambientais que envolvem o setor produtivo de artefatos de papel no qual está inserida a empresa que participou deste trabalho.

1.1 Conceitos básicos

São diversos os problemas ambientais ocasionados pela modernidade. Um deles é a poluição.

Aponta-se a poluição como um dos maiores agravantes da degradação do meio ambiente (Donaire, 1999). Até por sua definição, percebe-se o efeito devastador ocasionado pela poluição. O conceito estabelecido pela Lei Federal nº 6.938, de 1981, no seu artigo 3º, inciso II, define a poluição como: “... a degradação da qualidade ambiental [alteração maléfica das propriedades do meio ambiente] resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) Afetem desfavoravelmente a biota;
- d) Afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) Lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.”

Portanto, a poluição origina condições prejudiciais ao bom equilíbrio dos meios sociais, ambientais e econômicos.

Existem vários fatores causadores de poluição. A evolução dos meios produtivos com a industrialização da economia de escala e o crescimento populacional são os principais fatores expoentes da poluição.

De forma a melhor conhecer a degradação ambiental de procedência industrial, deve-se expor a classificação de Backer (1995) das origens poluidoras. São elas:

- A indústria: responsável pela geração de resíduos sólidos, efluentes e emissões atmosféricas, que poluem a biosfera;
- Os serviços: produtores também de resíduos sólidos, efluentes e gases poluentes;
- A distribuição: produtora de resíduos sólidos, efluentes e fumaça;
- As famílias (consumidores): geradores de resíduos sólidos, efluentes e fumaça.

Não é difícil perceber como os meios produtivos poluem. Os processos industriais produzem resíduos. Esses resíduos transformam-se em poluição quando são dispostos no

meio ambiente. A problemática da poluição agrava-se a medida que a natureza não consegue assimilar o volume de material descartado.

Para compreender a atuação das indústrias no consumo de recursos naturais, deve-se citar o dado divulgado pelo BCSD (sigla em inglês do Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável), em 1990, de que mais de um terço da energia no mundo é consumida pelas indústrias.

Outro fator causador de degradação ambiental é o crescimento populacional. Segundo Braga (2002), o crescimento populacional avança em cerca de 200 mil pessoas por dia.

Localiza-se a concentração populacional nas metrópoles, nas quais, de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2002), vivem cerca de cinco em cada dez pessoas, sendo três em áreas urbanas de países pobres. Estima-se que, em trinta anos, cinco em cada dez pessoas morarão em centros urbanos de países do Terceiro Mundo, os quais se encontrarão em situação alarmante, com favelas superpovoadas, compostas por imigrantes que buscam trabalho, com condições sanitárias precárias, com poluição dos recursos hídricos, da atmosfera e dos solos, dentre outros fatores.

O aumento populacional também ocasiona a expansão da industrialização, que procurará atender à demanda do volume crescente. Pode-se pensar que isso seja bom para o crescimento do mercado. Porém, pelo fato de grande parte desse número provir de países em desenvolvimento, onde as necessidades básicas não atendem a milhões de pessoas, significa que a pobreza está sendo impulsionada. E, juntamente com a pobreza, vem também a degradação ambiental.

No entanto, sabe-se que a maioria das agressões ambientais tem sua origem nos sistemas industriais, com o uso dos recursos naturais e das emissões de poluentes (Schimdheiny, 1992).

Por meio dos avanços tecnológicos na industrialização, houve uma ampliação drástica dos impactos ambientais, que são as modificações que ocorrem no meio ambiente e que afetam a saúde humana, o bem-estar da fauna e da flora e a sustentabilidade dos recursos naturais (Tibor, 1996). Os impactos passaram a ocorrer de forma mais imediata e com um maior alcance de estrago (Almeida, 2002). Exemplos a serem mencionados são vários: o acidente ocorrido numa fábrica de pesticidas em Bhopal, na Índia, em 1984, que matou rapidamente 8.000 pessoas e intoxicou metade da população local; o desastre num reator nuclear de Chernobyl, em 1985, na antiga União Soviética, sucedeu quase de imediato e afetou a saúde de cerca de 40.000 pessoas; a contaminação da costa do Alasca, nos EUA, no fim dos anos 80, pelo derramamento de 40 milhões de litros de petróleo pela Companhia

Petrolífera Exxon-Valdez; no Brasil, em 2000, o vazamento de 4 milhões de litros de óleo pela Petrobrás poluiu dois rios.

Reconhece-se hoje que diversos problemas na natureza estão sendo provocados pela atuação destruidora do homem sobre o meio ambiente. Algumas delas são:

- Efeito estufa;
- Depleção da camada de ozônio;
- Contaminação das águas superficiais e subterrâneas;
- Degradação dos solos;
- Redução da biodiversidade;
- Poluição dos oceanos.

Para entender com maior profundidade como os efeitos da problemática ambiental afetam à sociedade, vale destacar a importância da Lei da Conservação da Massa e da Segunda Lei da Termodinâmica:

- De acordo com a **Lei da Conservação da Massa**, “não se transforma algo do nada nem se transforma algo em nada”. Desse modo, compreende-se que a matéria consumida no ambiente pelo ser vivo gera resíduos indesejáveis a quem o produziu, mas que são reincorporados pela natureza por meio de ciclos de reciclagem. Contudo, após a Revolução Industrial, houve um aumento significativo na geração dos resíduos em quantidades maiores do que a capacidade de absorção da natureza e em tipos que não são biodegradáveis.
- Pela **Segunda Lei da Termodinâmica**, o processo de transformação da energia dá-se no sentido da maior para a de menor qualidade. Isso significa que a energia no meio ambiente passa por uma série de transformações, dissipando-se em forma de energia residual no decorrer do ciclo ecológico. A poluição globalizada é uma das conseqüências da Segunda Lei, pois alguns países já foram ou são afetados diretamente pela contaminação de outras nações, como, por exemplo, as chuvas ácidas que ocorrem na Suécia, as quais procedem do Reino Unido (Braga, 2002). Constatam-se claramente as externalizações da poluição pela sua transferência para as diversas regiões do planeta (Maimon, 1996).

Pelos fatos expostos, percebe-se que as indústrias são grandes contribuintes para a contaminação do meio ambiente. E verifica-se que essa contaminação põe em risco a qualidade da vida no planeta e até mesmo sua sobrevivência.

1.2 Histórico

No início da industrialização no Brasil, as fábricas não tinham preocupação com os problemas ambientais, já que esses tinham pouca significância. A fumaça emitida pelas indústrias era um sinal de orgulho e desenvolvimento urbano. Trabalhava-se para maximizar o lucro no curto prazo sem se submeter à responsabilidade ambiental.

A partir das décadas de 1960 e 1970, o **princípio do progresso poluente** extinguiu-se e apareceu então o **princípio da proteção do meio ambiente** (ou do controle da poluição), como alternativa para melhorar o bem-estar de toda a sociedade. Porém, a atuação, consoante a descrição de Maimon (1996), fazia-se primariamente de forma reativa, ou seja, as empresas agiam somente de conformidade com as regulamentações dos órgãos de controle. Aparece, então, a função controle da poluição na atividade empresarial, mas mantendo a antiga estrutura. Simplesmente, há o acoplamento de equipamentos de controle da poluição no final dos processos poluentes, como os aterros, os tratamentos e as incinerações. São também chamados de inovações de primeira geração (Maimon, 1996), e caracterizam-se por serem caros e não necessitar modificações nos processos existentes. Utiliza-se do conceito “sujar para depois limpar”, com o controle do resíduo gerado. A abordagem do controle da poluição foi a base para o paradigma de que políticas e programas ambientais sempre custam muito dinheiro para as empresas (Baas, 1995).

A posição oficial do Brasil na Conferência de Estocolmo (1972) era de que o desenvolvimento econômico da nação não deveria dar atenção às depredações ao meio ambiente. Dizia-se também que os argumentos de proteção ambiental foram criados pelos países desenvolvidos para reter a expansão do desenvolvimento industrial dos países em desenvolvimento.

Nessa época, surgiram vários mitos sobre a administração com ênfase no meio-ambiente. Entre eles podem-se citar alguns relativos à lista da *General Motors*, que enfatizam as más crenças (*apud* Romm, 1996, p. 134-135):

- “. Aumentar a produção e os lucros exige aumento de consumo de energia e de recursos.*
- . A poluição é um resultado natural das operações das empresas.*
- . Os esforços para reduzir tanto o consumo de recurso ou a poluição só podem afetar a linha final.*
- . A melhor maneira de se lidar com o ambientalismo é por meio de relações públicas.*
- . O ambiente de trabalho não tem muita influência na produtividade do funcionário.”*

No fim da década de 1980, as empresas passam a operar proativamente, em busca de competitividade e oportunidade, impulsionadas por clientes mais exigentes com relação à questão ambiental. Despontam nesse novo ambiente as tecnologias limpas (as tecnologias que reduzem os impactos ambientais negativos), os valores de desempenho ambiental, a sustentabilidade e a responsabilidade social. A prevenção ambiental revela-se como o principal objetivo a ser perseguido. As inovações de segunda geração fazem parte desse novo paradigma.

A definição do **princípio da prevenção da poluição** foi estabelecida pelo Congresso dos Estados Unidos, na Lei da Prevenção da Poluição de 1990, na qual a prevenção da poluição foi comparada a: *“qualquer prática que reduz a quantidade de substâncias tóxicas, poluentes, ou contaminantes que entram em qualquer corrente de resíduo ou lançada no meio ambiente antes de reciclar ou tratar; e que reduz a toxicidade para a saúde pública e para o meio ambiente”* (apud Oldenburg e Geiser, 1997, p. 103)

A evolução do comportamento das empresas em relação ao meio ambiente, na Europa Ocidental, categoriza-se, segundo Paul de Backer (1995), como etapas com limites bem evidentes. São estas as fases:

- **Negação racionalizadora:** fase que predominou até o início da década de 1970, na qual a afirmação é de que os processos industriais estão sob controle. A concepção vigente defende que a degradação da natureza é um *tradeoff* do crescimento econômico e da melhoria da qualidade de vida.
- **Terapêutica vergonhosa:** sucedeu na década de 1970. Nessa época, as pressões ecológicas (legislações, grupos ativistas) são mais operantes. Surgem métodos e técnicas contra a poluição do meio ambiente. Porém, a concepção ambiental ainda é tímida.
- **Gestão responsabilizada:** desponta a percepção positiva da política para o meio ambiente a partir dos anos 80. Estratégias ambientais são configuradas e utilizadas pelos empresários.

Baas (1995) categoriza, atualmente, as empresas líderes na questão ambiental em quatro níveis:

- Nível 1: atendimento aos requisitos legais. É um nível reativo. As medições ambientais só são levantadas após as regulamentações terem sido desenvolvidas pelos órgãos públicos competentes, o que normalmente ocorre após algum dano ambiental.

- Nível 2: antecipação receptiva às novas regulamentações ambientais. Ocasiona uma atitude que busca algo mais do que simplesmente o cumprimento dos controles de poluição previstos em lei. As empresas percebem que essas ações são positivas para as relações existentes com as autoridades e o meio ambiente.
- Nível 3: desenvolvimento construtivo de novos conceitos. Implica a responsabilidade sobre os produtos em todo o seu ciclo de vida.
- Nível 4: internalização do pensamento e da ação ambiental. É o mais importante dos níveis. Trata-se de obter uma visão adequada para integrar as necessidades da sociedade relacionadas ao meio ambiente e às atividades produtivas.

Para Baas (1995), enquanto a maioria das empresas está agindo no nível 1 ou em parte no nível 1 e no nível 2, uma pequena parte está evoluindo e implementando políticas e procedimentos já no nível 3. Dificilmente uma empresa se localiza no nível 4.

Apesar da evolução dos interesses ambientais só acontecerem praticamente no fim do século XX, Henry Ford, já no início desse século, conhecia a importância de seguir a ordem de atuação: deve-se evitar o desperdício na fonte e depois, reciclar as sobras. Ford defendia que todo e qualquer planejamento para a redução de desperdício deveria ser almejado. Naquela época, já expressava sua compreensão quanto à Produção Mais Limpa: estudar para que não haja resíduos é bem melhor do que juntar e reaproveitar os resíduos. Segundo ele, a energia e os materiais deveriam ser aproveitados ao máximo (*apud* Romm, 1996).

Outro personagem importante na formação de princípios antipoluição foi Taichii Ohno. Em meados do século XX, Taichii Ohno (um dos criadores do Sistema Toyota de Produção) estabeleceu uma equação que define a essência do desperdício, tanto do uso dos recursos como de práticas, como: espera, estoque, superprodução, transporte. É dele a seguinte equação (Ohno, 1997):

$$\text{Capacidade atual} = \text{trabalho} + \text{desperdício}$$

Portanto, percebe-se que, no decorrer do século XX, houve uma série de iniciativas ambientalmente estratégicas, e não apenas na virada de século.

1.3 Fatores impulsionadores

Conforme Kinlaw (1997), os eminentes fatores responsáveis pela demora das empresas em agir a favor do meio ambiente são:

- Prática de observar a natureza como um obstáculo ou coisa ruim;
- Idéia do meio ambiente provedor de abundância ilimitada, inexaurível;

- Hábito de pensar no meio ambiente como algo cartesiano, com problemas fragmentados e sem relação entre ele.

O modo antigo de gerenciar encara o melhoramento do meio ambiente como algo que acarreta a diminuição da lucratividade para a empresa, acreditando-se que a degradação do meio ambiente, sem a preocupação em sua recomposição, é vista como requisito para uma maior lucratividade (Schmidheiny, 1992).

A legislação ambiental, no Brasil, tem-se tornado cada vez mais rigorosa, exigindo uma postura ambientalmente atuante das empresas, que tanto podem sofrer sanções administrativas como sanções penais, com o surgimento da Lei de Crimes Ambientais (Lei Federal nº9.605, de 1998). Backer (1995) afirma que, na Europa, as normas tornaram-se mais rígidas e o governo iniciou uma fiscalização mais ativa.

As crescentes ações reguladoras governamentais, que vêm pressionando as empresas, tornam-se um fator que induz ao crescimento do custo da disposição final dos resíduos industriais. Isso está também levando ao comportamento industrial baseado no reconsumo, ou seja, no uso e reuso dos produtos (de forma total ou parcial) por várias gerações.

A variável ambiental é vista hoje como um modo de se adquirirem vantagens competitivas. Além disso, fatores sociais (exigências dos consumidores e ações de entidades não-governamentais) e fatores econômicos e políticos (imposição de restrições e multas e novas legislações) exercem pressões adicionais para a introdução do gerenciamento ambiental nas empresas. A Pesquisa Gestão Ambiental na Indústria Brasileira (BNDES, CNI e SEBRAE, 1998) reforça esses fatos, apresentando como as principais razões para a adoção de práticas de gestão ambiental nas empresas, independentemente do seu porte, da sua localização geográfica e do setor produtivo, são (em ordem de importância do maior para o menor):

- Estar em conformidade com a política social da empresa;
- Atender às exigências de licenciamento ambiental e aos regulamentos ambientais;
- Reduzir os custos dos processos industriais.

Desse modo, as empresas na atualidade precisam compreender que medidas e atitudes de proteção e conservação do meio ambiente se tornaram condição *sine qua non* até para a própria sobrevivência da empresa (Donaire, 1999).

Para entender os porquês de se trabalhar ambientalmente correto, Kinlaw (1997) descreve os possíveis motivos que levam as empresas hoje a operar de conformidade com as questões ambientais, apresentados na Tabela 1.1, a seguir.

Tabela 1.1 – Formas de pressões impulsionadoras de responsabilidade ambiental

Fonte: Adaptado de Kinlaw (1997, p. 9-10)

Pressões		Descrição
1	Observância da lei	Surgimento constante de leis e regulamentos.
2	Multas e custos punitivos	Tornam-se cada vez mais elevados.
3	Culpabilidade pessoal e prisão	Leis que possibilitam a prisão de irresponsáveis pelo ambiente
4	Organizações ativistas ambientais	Aumento de grupos ambientais com significativa atuação. Hoje o movimento ambientalista é um sistema bem estruturado que se profissionalizando cada vez mais.
5	Cidadania despertada	A sociedade está se conscientizando. A evolução dos meios de comunicação está favorecendo o processo de conscientização das pessoas.
6	Sociedades, coalizões e associações	Realização de trabalhos que influenciam o comportamento empresarial.
7	Códigos internacionais de desempenho ambiental	Códigos que pressionam para a atuação responsável.
8	Investidores ambientalmente conscientes	Interesse por empresas com bom desempenho ambiental.
9	Preferência do consumidor	Busca dos produtos verdes. A opinião pública torna-se mais alerta quanto às questões ambientais, exigindo mudanças na concepção do produto e no controle da poluição.
10	Mercados globais	Necessidade de adequação aos requisitos ambientais.
11	Política global e organizações internacionais	Pressão direta sobre os países.
12	Concorrência	Oportunidades de redução de custos e inovação. Somente as empresas que aprenderem a trabalhar de forma criativa sobreviverão.
13	Relações humanas	Futura tendência de as pessoas preferirem trabalhar em locais com bom desempenho ambiental.
14	Contabilidade ambiental	Futura tendência de contabilizar nos custos a degradação causada e o preço a ser pago à natureza pelos recursos utilizados.

Donaire (1999) cita, em seu trabalho, que o setor privado tem avançado no tratamento das problemáticas ambientais. As questões relativas ao meio ambiente têm-se tornado oportunidades de aumento da competitividade, pensamento contrário ao de alguns anos atrás, quando a gestão ambiental era vista como um fator de distúrbio para as atividades empresariais. Naquela época, destacava-se que uma política de proteção ambiental causava um aumento dos custos de fabricação, sendo, portanto, incompatível com o desenvolvimento econômico (Maimon, 1996).

Os empresários hoje reconhecem a causa da preservação do meio ambiente. Um empresário, presidente do Conselho de Administração da Aracruz Celulose, apresentou em seminário que as ações adotadas se transformaram de simples ato de controle da poluição em ação de prevenção da poluição: firma-se o conceito de excelência ambiental, que avalia a indústria não só por seu desempenho produtivo e econômico, mas também por sua performance em relação ao meio ambiente (Donaire, 1999).

Ainda assim, muitas empresas receiam atacar os problemas ambientais por desconhecer os benefícios que podem surgir da adoção de medidas de proteção ambiental (Donaire, 1999). Trata-se do maior questionamento das empresas ao realizarem qualquer intervenção de âmbito ambiental.

Os investimentos realizados para a proteção ambiental podem resultar no aumento do uso eficiente dos recursos para a produção, gerando menos resíduos e reduzindo os custos operacionais da empresa. A imagem da empresa pode também melhorar, ao passo que ela se mostra interessada pelas questões ambientais atuando com responsabilidade ambiental. Com esses resultados, os investimentos ambientais tornam-se lucrativos para as empresas.

Observa-se, então, que as formas de gerenciar a poluição foram se transformando e se adaptando aos novos paradigmas. Antigamente, a postura da produção era somente tratar os resíduos, e não se observava o ciclo de geração desses. Tal método é chamado de “fim-de-tubo”. Só se preocupa depois de ter gerado os resíduos. Para a implementação de qualquer alternativa “fim-de-tubo”, precisa-se de vultosos recursos financeiros.

Hoje, exige-se muito além da mentalidade de apenas disposição dos resíduos. Existe a preocupação na fonte dos problemas, ou seja, com a produção de resíduos nos processos produtivos. “Fim-de-tubo” passou a ser uma última opção após o esgotamento de todas as alternativas: mudança de tecnologia, alteração nos processos, modificação do produto, sistemas de organização do trabalho, reciclagem interna.

Ampliou-se a responsabilidade da empresa para além de seus muros. A extensão da responsabilidade empresarial com seus produtos é chamada de “berço ao túmulo”, ou seja, a empresa deverá preocupar-se com os impactos provenientes de sua produção, desde o projeto até o descarte do produto por ela produzido. As avaliações das conseqüências dos produtos no ciclo “berço ao túmulo” são denominadas Análises de Ciclo de Vida (ACV), ou podem ser chamadas também de Ecobalancos (procedimento similar ao ACV, utilizado na Europa). As ACV, segundo Ekvall e Finnveden (2001), podem ser definidas como a compilação e a avaliação dos fluxos de material e energia, como também dos impactos ambientais potenciais ao longo de todo o ciclo de vida do produto.

1.4 Busca da competitividade pelo desenvolvimento sustentável

Sobreviver a longo prazo é um dos desafios impostos às empresas. Para isso, as empresas deverão buscar a sustentabilidade.

Desenvolvimento Sustentável, segundo o relatório da Comissão Brundtland, de 1987, é uma abordagem que procura equilibrar a proteção ambiental, a equidade social e o crescimento econômico. É o tipo de desenvolvimento em que o uso dos recursos da Terra, hoje, não comprometa a capacidade das futuras gerações de atenderem às suas necessidades. Para tornarem-se sustentáveis, as empresas precisam produzir com maior qualidade, quantidade e preocupação social e, por outro lado, menor poluição (Almeida, 2002). A sustentabilidade, portanto, está estruturada por elementos, como a igualdade social, a prosperidade econômica e o equilíbrio ecológico. Fresner (1998) diz que o Desenvolvimento Sustentável não permite a existência de uma economia que desperdice recursos, que use energia não-renovável, ou destrua o valioso capital natural.

A Declaração Ministerial da Comissão das Nações Unidas para a Europa, em 1990, enfatiza que as políticas, na busca do Desenvolvimento Sustentável, devem ser apoiadas pelo princípio da precaução. As fontes de degradação ambiental devem ser combatidas e a não-existência de um pleno conhecimento científico não deve ser utilizada como argumento para se evitarem medidas de prevenção dos impactos prejudiciais ao meio ambiente.

O conceito de produção sustentável surgiu na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992 (Veleva e Ellenbecker, 2001). Na Conferência, concluiu-se que a maior causa para a contínua deterioração do meio ambiente global é o padrão insustentável de produção. Desse modo, a produção sustentável está relacionada a empresas que fabricam produtos ou oferecem serviços.

Então, o desenvolvimento das indústrias deve deixar o interesse único pelo aumento da produção para optar pelo Desenvolvimento Sustentável, que trata de funcionar de maneira integrada, holística e participativa.

A continuidade do desenvolvimento econômico só é possível mediante melhoras sistemáticas na integração da empresa com as questões do meio ambiente. Para que isso seja alcançado, é preciso que a empresa se livre do paradigma convencional e adote uma postura de interesse ambiental. Pois, quando se refere a interesse ambiental, fica implícito que nesse processo existe um amplo benefício à comunidade, já que nisso também se encontra a conscientização social.

Uma das conclusões do relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, “Nosso Futuro Comum”, de 1987, foi que, se a preocupação for apenas com o desenvolvimento econômico e a prevenção da poluição, não serão alcançados os objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Além desses, os outros objetivos do Desenvolvimento Sustentável são os seguintes:

- Isonomia entre os povos, na qual todos possam ter oportunidades de melhoria de bem-estar, e que as gerações futuras tenham as condições iguais às da atual geração;
- Prática do princípio da precaução, segundo o qual não se deve atuar de forma que possam ocorrer danos graves ao meio ambiente simplesmente pelo fato de não haver certeza científica, ou como justificativa para postergar medidas eficazes que evitem a degradação. Deve-se adotar uma postura de responsabilidade administrativa;
- Os limites de tolerância do planeta devem ser respeitados, encaminhando-se o desenvolvimento dentro dos limites toleráveis;
- O desenvolvimento deve ocorrer com a compreensão dos inter-relacionamentos entre as ações humanas e os ecossistemas naturais.

Os projetos devem preocupar-se com o envolvimento pleno e integrado de todas as partes interessadas (os *stakeholders*). Isso mostra como estarão bem as empresas que desenvolverem processos e produtos limpos com a atuação efetiva da sociedade, dos seus funcionários e do governo.

Acredita-se que, para a problemática da poluição, a prevenção é mais relevante do que atacar a poluição após a sua geração. Porém, se ela já estiver sido ocasionada, devem-se direcionar as ações para a eliminação da causa do problema em vez de controlar os efeitos, o que será realizado, em grande parte das ocorrências, com vultosos desembolsos financeiros.

1.5 Produção Mais Limpa

É nesse ambiente que desponta o Programa de Produção Mais Limpa como forma de se prevenir a poluição e resguardar o meio ambiente. Essa abordagem ganha espaço no mundo desde os anos 1970, como meio eficaz de atingir a eficiência econômica e ambiental. E, desde então, as empresas estão se conscientizando de que a poluição que produzem não é um bom sinal. O novo paradigma impõe uma maneira de pensar em que os resíduos passam a ser identificados como a matéria-prima comprada e não-utilizada na composição dos produtos e, portanto, perdida.

Diversos estudos realizados mostraram que as indústrias podem melhorar sua eficiência econômico-ambiental com a prevenção, principal objetivo da Produção Mais Limpa. Um desses estudos, conhecido por **PRISMA**, foi feito pela Organização de Avaliação Tecnológica Holandesa, em 1988. A Organização estudou as possibilidades de prevenção da poluição em 10 companhias típicas (de pequenas empresas a subsidiárias de multinacionais). O estudo apresentou que as empresas se tornaram competitivas com uso de tecnologias modernas, e tiveram um benefício ambiental com a redução de cerca de 30 a 60% da poluição (Schmidheiny, 1992).

A maioria das empresas que participaram dos projetos **ECOPROFIT** e **PREPARE**, desenvolvidos na Áustria, concluiu que os projetos haviam contribuídos para o aumento da competitividade, melhorando significativamente a motivação e satisfação dos empregados (Eder e Fresner, 1998).

É interessante acrescentar que dois dos princípios estabelecidos pela Câmara de Comércio Internacional no denominado *Business Charter for Sustainable Development* são de extrema importância no desenvolvimento deste trabalho, pois a Produção Mais Limpa fundamenta-se neles, e seus resultados serão baseados nesses dois enfoques. Os princípios dizem respeito ao processo de melhoria e ao enfoque preventivo (Donaire, 1999). O processo de melhoria refere-se ao contínuo melhoramento das políticas empresariais, dos programas e do desempenho ambiental no mercado de atuação, considerando sempre as necessidades dos consumidores, os desejos da sociedade, o conhecimento tecnológico e científico e os requisitos ambientais. O enfoque preventivo focaliza a fonte para a prevenção de degradações ambientais, por meio de modificações do sistema produtivo.

Os empresários precisam entender que a poluição representa recursos que se compõem dos processos produtivos e que eles devem assumir a responsabilidade por suas conseqüências (Princípio do Pagamento pelo Poluidor). É importante salientar que, em alguns países, como, por exemplo, a Alemanha, nos casos de queixa de poluição, o ônus da prova não é mais do queixoso e sim da empresa responsável: indício incontestável da importância que a preocupação ambiental está assumindo.

Importa dizer que as mudanças na área ambiental não estão partindo do zero. O empresariado já participou de outras revoluções (de produção em massa, de qualidade, de reengenharia etc.) e mostrou que possui capacidade para administrar as mudanças fundamentais de planejamento e ação na empresa. De fato, as empresas que haviam adicionado à sua mentalidade a filosofia da qualidade vêem a variável ambiental como um seguimento natural dessa ideologia (Schmidheiny, 1992).

Para Schmidheiny (1992) e Fresner (1998), cada vez mais empresas compreendem que os princípios da Produção Mais Limpa, que fazem parte do conceito de Desenvolvimento Sustentável, são bons para seus negócios e admitem que:

- A menos que se adote uma postura ambientalmente correta, não se pode galgar um crescimento econômico a longo prazo;
- Os produtos, os processos produtivos e os serviços desenvolvidos devem colaborar para a existência de um mundo limpo;
- A sociedade precisa ter a credibilidade ambiental da empresa;
- Os empregados devem conhecer o significado de suas atividades, para poderem atuar de forma motivada;
- A parceria dos componentes da cadeia produtiva ajuda a identificar os problemas e oportunidades.

Contudo, percebeu-se, na prática a existência de barreiras à prevenção da poluição. As principais barreiras são: a falta de vontade da administração da empresa (de ordem gerencial), a falta de informação necessária à atuação responsável (de ordem informacional) e a falta de incentivos adequados a essas mudanças (de ordem econômica).

As empresas devem compreender que a utilização de tecnologias novas e mais limpas cortará realmente seus custos de produção. Esse receio empresarial deve-se ao fato de que ir à fonte dos problemas relativos à poluição ou ao uso dos recursos pode representar uma mudança da forma de gestão atual dos negócios.

As empresas também não dispõem de dados práticos sobre as opções de prevenção da poluição. Grande parte das informações disponíveis evidencia o uso de equipamentos de controle ambiental.

Apesar da consciência de que a prevenção da poluição é o melhor instrumento em defesa do meio ambiente, a maioria dos esforços governamentais está orientada em favor do controle da poluição.

Conforme sintetiza Wilkinson (1991), a redução na fonte é mais do que um incentivo econômico ou uma exigência regulatória. Trata-se de uma prioridade da gestão ambiental que tem de ser medida continuamente.

Já foram obtidos bons resultados com a utilização de mecanismos de prevenção da poluição. Um trabalho, que reuniu a análise de 500 estudos de casos, publicado em 1991, realizado por três entidades: UNEP (Programa do Meio Ambiente das Nações Unidas), *World Conservation Union* (Sindicato da Conservação Mundial) e *World Wide Fund for Nature* (Fundo Internacional para a Vida Selvagem), comprovou os benefícios que podem ser

alcançados com a prevenção (Kinlaw, 1997). Na Tabela 1.2 a seguir, estão apresentados os principais resultados obtidos.

Tabela 1.2 – Benefícios alcançados com a prevenção da poluição

Fonte: Adaptado de Kinlaw (1997, p. 75-76)

1	Elevação do moral do quadro de pessoal, e melhor produtividade e qualidade dos produtos;
2	Menor gasto com energia;
3	Menor gasto com a disposição final de resíduos e menor dependência de instalações de tratamento e despejo de resíduos;
4	Redução ou eliminação de custos futuros decorrentes de processos de despoluição de resíduos enterrados ou de contaminação por tais resíduos;
5	Menos complicações legais;
6	Menor custo operacional e de manutenção;
7	Menor risco, presente e futuro, para funcionários, público e meio ambiente;
8	Menor custo com seguro;
9	Menor gasto com matéria-prima.

Então, com a conquista do desempenho sustentável, a atuação da empresa passa a respeitar:

- **o princípio da igualdade:** defende a posição de que deve usar os recursos da natureza de forma responsável e permitir que as outras empresas possam também usufruí-los;
- **a administração responsável;**
- **os limites:** precisa conhecer os limites de tolerância da natureza aos abusos cometidos pelo homem;
- **a comunidade global:** busca de cooperação entre empresas, governos, grupos interessados e específicos); e
- **a natureza sistêmica:** deve compreender as empresas como ecossistemas inter-relacionados.

Com isso, as empresas obtêm dois valiosos ganhos: lucro (motivo da existência da empresa) e desempenho eficiente.

O desempenho sustentável leva as empresas à melhoria contínua ambiental de seus processos e de seus produtos. Isso resulta em novas formas de aumento de lucro. Lomborg (2002, p. 252), apesar de todo o seu ceticismo quanto às problemáticas mundiais devido à poluição, reforça que “o meio ambiente e o desenvolvimento econômico, quando os problemas são examinados de uma perspectiva temporal, funcionam como entidades

complementares” e complementa seu pensamento com o argumento de que a prosperidade econômica sofre devido à inadequada proteção ambiental.

A Produção Mais Limpa pode permitir às empresas eliminarem seus resíduos sistematicamente com a melhoria dos processos, levando também ao aumento de produtividade (Romm, 1996). A melhoria contínua faz parte desse processo de prevenção da poluição. As mudanças, de acordo com Romm (1996), devem ser realizadas aos poucos. Porém, devem acontecer sempre, aceitando-se a idéia de que mudanças nunca findam, visto que as empresas só terão sucesso se se comprometerem com constantes mudanças. Além disso, a redução do desperdício aumenta comprovadamente a produtividade. Um estudo realizado pelos professores Steven Wheelwright, Kim Clark e Robert Hayes em 1988, em fábricas norte-americanas, mostra que a redução dos desperdícios relativos à matéria-prima consegue aumentar a produtividade além do que se pode esperar apenas com a economia da matéria-prima. Nele verifica-se que a redução do desperdício em dez por cento de seu valor principal acarretou uma elevação de três por cento no fator total da produtividade.

Então, acredita-se que as empresas que desejarem permanecer vivas e atuar de forma competitiva devem agir de acordo com os requisitos verdes. A preocupação ambiental tornou-se uma indispensável vantagem competitiva (Hodja, 1998). As empresas devem melhorar seu desempenho, ver a natureza como seu principal fornecedor e cliente e agilizar sua corrida ao bem-estar ambiental como oportunidade de ser competitiva e garantir sua sobrevivência. Como disse Kinlaw (1997, p. 192), *“dentro de poucos anos, a empresa que não tiver um programa de gerenciamento ambiental da qualidade total [seja qual o nome que venha a receber] será uma exceção, da mesma forma como hoje já o é a empresa que não tem um programa de gerenciamento da qualidade total”*. As empresas precisam entender que seu conceito de lucro deve ser redefinido, para que inclua dimensões de riqueza interna, preservação dos recursos naturais como uma parte mensurável da prosperidade de uma nação, melhoria da saúde e proteção da biodiversidade (Vlavianos-Arvanitis, 1998).

Como os países em desenvolvimento carecem de um desenvolvimento econômico que seja equitativo socialmente e limpo, necessita-se de um programa ambiental como o que será apresentado neste trabalho.

1.6 A empresa estudada

Uma das primeiras dificuldades deste trabalho foi a definição do setor produtivo a ser estudado. Optou-se pela escolha embasada na visão do setor quanto à importância das práticas de Gestão Ambiental em suas atividades.

Pela análise da pesquisa publicada no Relatório da Competitividade da Indústria Brasileira (2001), constata-se que as empresas dos setores de **produtos de papel e impressão gráfica** têm ampliado suas preocupações com as questões ambientais, obtendo índices, em 1999, acima da média de todos os setores produtivos, visto que houve um aumento no percentual de investimento em relação à Receita Operacional Líquida (ROL). Os dados estão na Figura 1.1 a seguir.

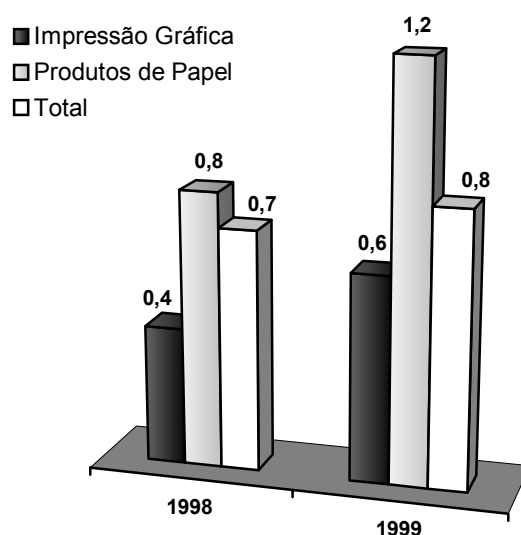


Figura 1.1 – Comparação entre o percentual da ROL investido na área do meio ambiente por empresas do setor de papel e de gráfica e média de todos os setores pesquisados nos anos de 1998 e 1999

Fonte: BNDES, SEBRAE e CNI (2001, p. 67)

Analisando os percentuais, observa-se que houve um aumento de 50% nos gastos das empresas de impressão gráfica e de produtos de papel relativos aos investimentos ambientais, enquanto a média de todos os setores pesquisados só teve um incremento de, aproximadamente, 15%.

Esse posicionamento dos setores de Gráfica e de Produtos de Papel, por conseguinte, facilitou o acesso a uma empresa que atue nessas áreas, já que os números realçam seus interesses pelas causas ambientais.

A empresa escolhida para o presente estudo atua simultaneamente nos dois setores.

Com relação à sua acessibilidade, pode-se dizer que se obteve, com algumas restrições, um trânsito livre a suas dependências e às informações necessárias ao bom desenvolvimento deste trabalho.

Outro impasse para o início do trabalho referiu-se à escolha da empresa pelo seu porte. No intuito de resolvê-lo, buscou-se basear a escolha na afirmação de Donaire (1999), segundo

o qual o impacto causado pela variável ambiental nas organizações está relacionado com sua capacidade poluidora. Quanto maior essa for, maior atenção deverá ser dada à variável. Diante disso, selecionou-se uma empresa que tivesse uma elevada capacidade produtiva, gerando, conseqüentemente, expressivas quantidades de resíduos que eram facilmente percebidas.

A última das dificuldades na seleção de onde atuar foi com relação à escolha do departamento. Uma pesquisa realizada pelo Ministério Federal do Ambiente da Alemanha demonstrou que a questão ambiental atinge mais o setor de produção do que as outras áreas empresariais (Donaire, 1999). A Figura 1.2 abaixo apresenta o resultado da pesquisa.

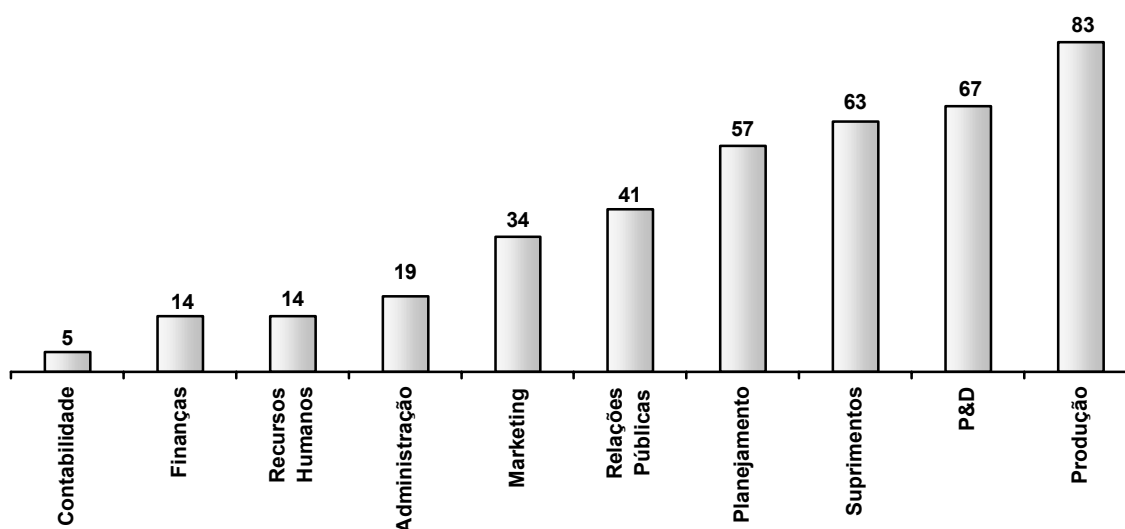


Figura 1.2 – Impacto em termos percentuais de cada função com relação a questões ambientais

Fonte: Donaire (1999, p. 92)

Assim, optou-se por estudar o Departamento de Produção de uma empresa dos setores de produtos de papel e/ou impressão gráfica, de médio a grande porte.

1.6.1 A empresa

A empresa estudada opera no setor de indústria de transformação, conforme a codificação da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), e está inserida na divisão de Fabricação de Produtos de Papel.

Sua fundação ocorreu em 1861, mas passou por uma mudança acionária na década de 1990. O novo controle acionário permitiu a introdução de avanços tecnológicos nas suas linhas de produção, elevando a empresa ao posto de referência nacional nas artes gráficas.

A empresa está localizada na Região Metropolitana do Recife, no Estado de Pernambuco, com vizinhança tipicamente industrial, em área próxima ao centro urbano e com boa acessibilidade, sendo servida por sistema viário de âmbito federal.

Atualmente, ela trabalha com uma média de 304 funcionários fixos e aproximadamente 16 funcionários terceirizados, que efetuam atividades relacionadas a vigilância, limpeza geral e preparação de refeições. Pela classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que classifica o porte das empresas segundo as faixas de número de funcionários, trata-se de empresa de médio porte, pois atua no ramo industrial e situa-se na 3º faixa de empregados (referente a 100 a 499 funcionários).

A sua estratégia empresarial evidencia-se pela missão estabelecida pelos planejadores da empresa no planejamento estratégico referente ao período de 2002 a 2007:

“Ser uma indústria competitiva em criação, venda, produção e distribuição de embalagens, no mercado nacional.”

Merece ser transcrita também a visão futurista da companhia que, embora o planejamento estratégico não contemple questões ambientais corporativas, existem indícios fortes de sua inserção em programas ambientais na perspectiva de longo prazo:

“1. Somos uma empresa competitiva no mercado de embalagens, reconhecida por comprar bem, produzir bem e vender bem [quando se refere ao comprar e produzir bem se entende que deva levar em consideração a eco-eficiência];

2. Somos uma empresa com um processo industrial submetido e direcionado continuamente para: inovações tecnológicas, qualidade total, baixo custo e alta produtividade [pelo interesse em desempenhos de inovação tecnológica, qualidade, custo e produtividade, a empresa está fortemente susceptível a realizações de âmbito ambiental, conforme será abordado mais adiante];

3. Somos uma empresa cujos recursos são direcionados para conquista e manutenção de índices de lucratividade [a eficiência no uso dos recursos permite redução de custos com o conseqüente aumento dos índices de lucratividade];

4. Somos uma empresa que pratica gestão estratégica, sendo rápida em mudanças e ajustes que garantam a manutenção e a expansão dos níveis de negócios no presente com visão de futuro [ações para controle e eliminação de

problemas ambientais exigem velocidade de implementação, que devido a atrasos tornam-se ações corretivas e que são muito mais onerosas].”

Notou-se de imediato no início dos trabalhos, a deficiência de envolvimento dos funcionários no Programa Ambiental pela gerência responsável pelo acompanhamento e implementação. Percebeu-se isso pelo grau de comprometimento dos empregados, observado pelo pouco tempo destinado por esses às atividades correlacionadas ao Programa.

No decorrer da elaboração do estudo, ficou nítido o desinteresse dos empregados indicados para a realização do Programa. Isso ocorreu porque, como a empresa não teve obrigações financeiras para implementar o Programa, a gerência acreditava que nada estaria perdendo se o desenvolvimento dos trabalhos relativos ao estudo fosse aquém do esperado. Contudo, engana-se a empresa, pois fora aplicado tempo dos funcionários e, conseqüentemente, houve ônus em capital humano.

Como não existia qualquer implementação de práticas de gestão ambiental, escalou-se, nesse caso, a **gerência de qualidade** para assumir os compromissos ambientais. A nomeação, decisão que partiu da diretoria da empresa, fundamentou-se no fato de que essa gerência já atuava em implementações de programas diversos, como o 5S e o Sistema de Qualidade para a Certificação ISO 9001:2000.

1.7 Objetivos do trabalho

Este trabalho pretende atender os seguintes objetivos na empresa objeto do estudo (os objetivos serão detalhados no Capítulo 2 a seguir):

- Adequar a empresa aos regulamentos legais da área ambiental;
- Melhorar a imagem perante seus clientes e a comunidade, demonstrando preocupação com as questões relativas ao meio ambiente;
- Treinar e sensibilizar seus funcionários para atuar a favor da prevenção da poluição;
- Gerenciar e controlar os resíduos produzidos, evitando acidentes de trabalho e contaminação do meio ambiente;
- Demonstrar os diversos estágios de implementação do Programa PML.

1.8 Estruturação do trabalho

O estudo está direcionado para a resolução de um problema prático e específico de uma empresa. A empresa escolhida para a elaboração deste estudo atua no setor de transformação, abrangendo especificamente os setores gráfico e de artefatos de papel.

A dissertação, no esforço de satisfazer o objetivo do estudo, está organizada em quatro capítulos, além desta introdução:

- *Problemática e Caracterização do estudo*: neste capítulo serão abordadas as deficiências da empresa escolhida, as quais deverão ser sanadas. Também serão apresentados o Programa de Produção Mais Limpa (PML), que será o proponente das mudanças necessárias à empresa, com o objetivo de solucionar seus problemas, bem como os conceitos, princípios e práticas que o circundam;
- *Processo de Implementação do Programa PML*: fundamentado nas teorias do Programa PML, esse capítulo visa desenvolver todos os estágios da implementação do Programa na empresa em estudo, constando as técnicas utilizadas, os dados obtidos e a consequência de cada passo percorrido;
- *Resultados obtidos com a PML*: nesse capítulo, serão analisados os resultados obtidos pelo Programa. São apresentadas as propostas procedentes do estudo para a resolução das questões levantadas e como elas resultam na melhoria pretendida;
- *Conclusões*: serão apresentadas as considerações finais da dissertação, as limitações do estudo e algumas sugestões para futuros trabalhos em melhoramentos ambientais nas empresas.

Além desses capítulos, constam no fim da dissertação as referências bibliográficas.

2. PROBLEMÁTICA E CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Serão apresentados neste capítulo: os problemas existentes na empresa em estudo, que devem ser eliminados mediante mudanças; o Programa de Produção Mais Limpa, que será o proponente das mudanças na empresa; além de alguns princípios norteadores da mentalidade ambiental.

2.1 Apresentação dos problemas

A gerência de qualidade da empresa que é objeto deste estudo, que se responsabiliza por toda atividade referente a certificações ou programas de qualidade, saúde e segurança e meio ambiente (sendo, portanto, um departamento multidisciplinar, sem contudo objetivar a interdisciplinaridade dos seus campos de responsabilidade), sentiu certas necessidades em função das pressões que vinham sendo exercidas por fatores externos e internos à empresa.

Os fatores externos que pressionavam a empresa eram quatro: requisitos legais, organismos licenciadores, fiscalizadores e de certificação, as exigências do mercado e as questões relativas à responsabilidade social.

A empresa atuava em desacordo com alguns regulamentos legais, podendo sofrer multas dos órgãos controladores. Apesar de haver funcionários responsáveis pelo controle da segurança do ambiente, nenhuma medida fora tomada de conformidade com as leis ambientais.

A melhoria da imagem perante seus maiores clientes já se tornara requisito básico de renovação contratual. Pelo fato de a maioria de seus clientes ser grandes empresas, que já procuram atuar de maneira ambientalmente correta, elas iniciaram um processo de cobrança para uma mudança de atitude de seus fornecedores com relação à poluição. Como as empresas que combatem a poluição trabalham, de alguma forma, com a análise do ciclo de vida do produto, precisam adequar também a parte da cadeia responsável pelo fornecimento.

Os fatores internos tinham relação com as questões de segurança do trabalho e a preocupação com os empregados. Um problema bastante evidente na empresa era a quantidade de resíduos gerados e dispostos de forma inadequada. Facilmente era percebida tal problemática. Do estacionamento externo da empresa era possível visualizar todo o volume de resíduos de papel espalhado em um pátio descoberto. Além desses resíduos, a empresa dispunha também de resíduos perigosos, acondicionando-os de maneira irregular. Evidenciava-se a falta de eficiência no uso dos seus recursos de transformação.

A possibilidade de ocorrência de acidente ambiental era bem elevada. Como a empresa destinava seus resíduos sem um controle efetivo do lugar para o qual era destinado, quem era o responsável pela recepção e o que era feito posteriormente com os resíduos, a empresa estava sempre à mercê de ser autuada criminalmente por qualquer acidente que viesse a originar-se dos resíduos por ela produzidos (Princípio do Poluidor Pagador).

Outro grave problema era com relação à capacitação dos funcionários. Conforme Backer (1995), a responsabilidade da maioria dos graves acidentes ambientais, cerca de 90% dos casos, é devida ao desconhecimento dos trabalhadores da empresa quanto às questões ambientais.

O diagrama representado na Figura 2.1 abaixo agrupa as deficiências da empresa a serem sanadas por novas práticas na área de gerenciamento ambiental.

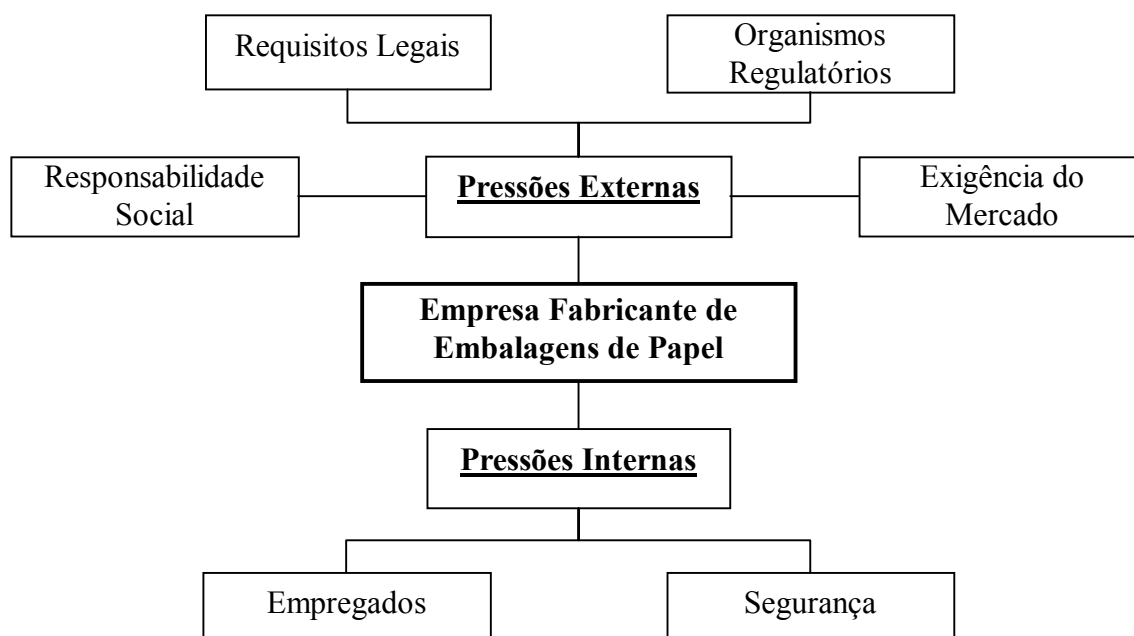


Figura 2.1 – Deficiências da empresa estudada

Por essas causas, fundamentalmente, surgiu a proposta de realização de um estudo de melhoria ambiental na empresa. Para isto foi adotada a metodologia Produção Mais Limpa.

2.2 Base conceitual

Como base do estudo, serão apresentados alguns tópicos relevantes para sua elaboração. O novo modelo de transformação empresarial, o qual incorpora a variável ambiental, os conceitos relacionados à Produção Mais Limpa e o Sistema de Gestão Ambiental com base na série ISO 14000, serão expostos a seguir.

2.2.1 Novo modelo de transformação empresarial

O conceito de empresa com conduta pré-ecológica tem origem na seguinte definição de Backer (1995, p.17):

“Um organismo coerente e monolítico, tendo um único e singular objetivo, econômico, que utiliza as forças e recursos de que dispõe para atingir este objetivo, arrasando tudo por onde passa, inclusive, se necessário for, o equilíbrio da natureza e do meio ambiente.”

O modelo de transformação empresarial que contempla a variável ambiental contém a consideração dos efeitos degradantes das etapas produtivas sobre o meio ambiente. O meio ambiente interage com os elementos do modelo de maneira direta. Diferentemente do modelo tradicional, que está descrito na Figura 2.2 a seguir, no qual são gerados tanto o produto a ser vendido como o resíduo, sem o mínimo interesse em atuar na sua eliminação ou redução, no modelo com a variável ambiental, ou também chamado Ecosistema Industrial, o consumo dos recursos e da energia é otimizado, a geração dos resíduos é eliminada ou minimizada. Não sendo isso possível, esses resíduos são trabalhados em circuito fechado de reciclagem, sendo utilizados na própria empresa, com um consumo mais eficiente do recurso, ou em circuito aberto de reciclagem.

O novo modelo apresenta as saídas dos elementos, resíduos industriais, que no modelo tradicional não eram contemplados. No momento em que a empresa utiliza essa estratégia de estruturação, passa a entender a influência de suas atividades no dano causado ao meio ambiente, isto é, cada elemento interage com o meio ambiente provocando sua degradação.

Deve-se verificar nesse novo modelo de enxergar os processos que todas as etapas provocam impactos negativos. Isso explica o porquê de a natureza hoje não conseguir voltar ao equilíbrio natural, o que ocorria antes do movimento consumista (revolução industrial e da propaganda em larga escala).

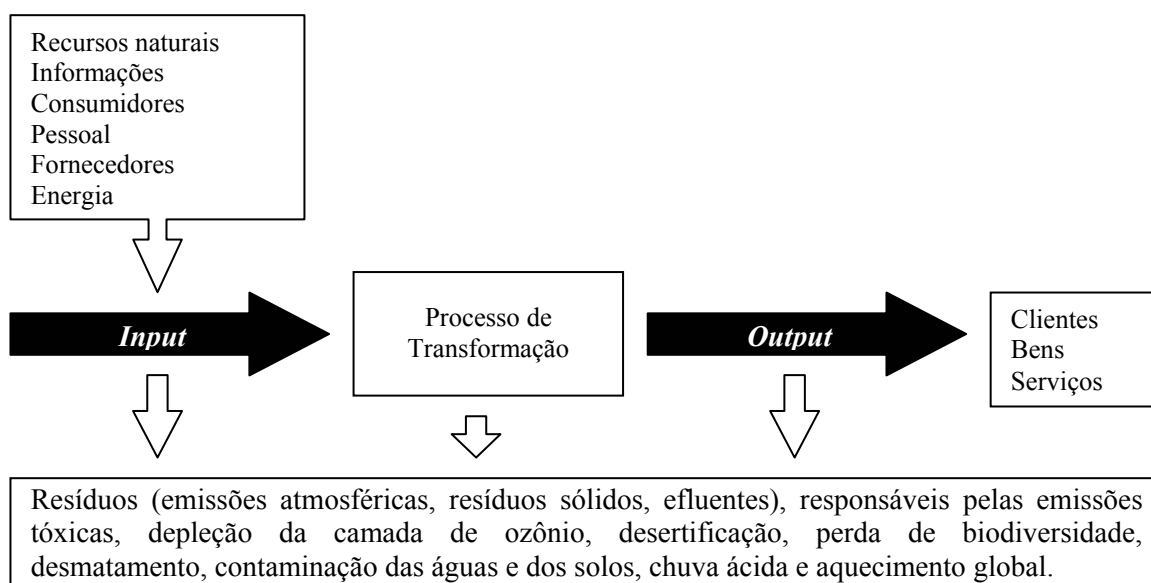


Figura 2.2 – Modelo tradicional de sistema de produção

Nota-se também que o papel do fornecedor deve ser monitorado. De acordo com Kinlaw (1997, p. 93), “*não é possível para uma empresa administrar o ciclo inteiro de vida de seus próprios produtos sem conhecer o histórico das matérias-primas, componentes e serviços quando em mãos dos fornecedores*”. Além de fornecerem os insumos conforme são requisitados, os fornecedores precisam estar preocupados com as questões ambientais.

Como os clientes também interagem com a natureza, a melhor opção é fornecer produtos e serviços que gerem o menor impacto ambiental.

Os *outputs* começam a ser vistos não só pela forma tradicional (serviços e bens para os consumidores), mas são vislumbrados outros tipos de *outputs*. Observam-se os *outputs* que se convertem em resíduos reciclados ou recuperados, que podem ser vendidos ou reinseridos nos processos, e os *outputs* que são resíduos não-recuperados e que precisam ser tratados e/ou dispostos em algum lugar (são conhecidos também por *outputs* diretos para o meio ambiente). Podem ser classificados ainda em úteis ou muito danosos (Kinlaw, 1997). A melhor estratégia para gerenciar esses resíduos danosos é a prevenção na fonte, ou seja, Produção Mais Limpa.

Após a percepção do moderno modelo de transformação, o entendimento de como empreender um aperfeiçoamento dos processos torna-se fácil. O modelo representado na Figura 2.3 a seguir apresenta as oportunidades de aperfeiçoamento dos processos favorecendo o meio ambiente.

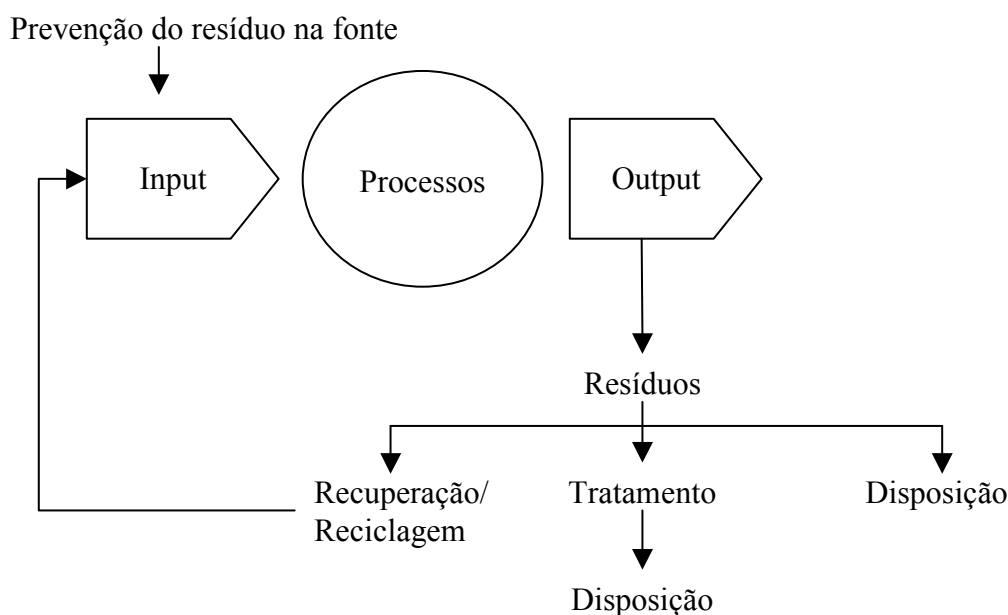


Figura 2.3 – Nova abordagem ambiental do sistema de produção

Fonte: Adaptado de Kinlaw (1997, p. 98)

Observa-se, nesse modelo, que a qualidade ambiental pode ser melhorada pelo conhecimento de seus processos, ou seja, como funcionam, que resíduos são gerados, que tipos de resíduos, quantidade dos resíduos, riscos provenientes dos resíduos, destinação dos resíduos e como são gerados.

Observa-se também que existem diversas maneiras de lidar com os resíduos, desde as técnicas do tipo “Fim-de-Tubo” (simplesmente se preocupar depois de gerado o resíduo) até a prevenção na fonte, que é a concepção Produção Mais Limpa.

2.2.2 Descrição da Produção Mais Limpa

Para compreender a relevância do Programa Produção Mais Limpa (PML), necessita-se conhecer primeiramente sua definição. A expressão Produção Mais Limpa foi desenvolvida por um grupo de especialistas, em 1989, para a UNEP (Programa do Meio Ambiente das Nações Unidas), como sendo a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a qual evita a geração, minimiza ou recicla os resíduos gerados pelos processos produtivos, com a finalidade de aumentar a eficiência na utilização das matérias-primas, água e energia, bem como reduzir os riscos para as pessoas e para o meio ambiente.

Em 1992, a *Newsletter of Cleaner Production* (periódico da UNEP sobre a Produção Mais Limpa) publicou quatro asserções que procuram explicar o significado de Produção Mais Limpa (Baas, 1995):

- Produção Mais Limpa significa a aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada e preventiva para processos e produtos, a fim de se reduzirem os riscos para as pessoas e o meio ambiente;
- As técnicas de Produção Mais Limpa incluem a conservação de matérias-primas e energia, a eliminação de material tóxico nos processos e a redução da quantidade e toxicidade de todas as emissões e resíduos;
- A estratégia de Produção Mais Limpa para produtos enfoca a redução dos impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida do produto (desde a extração da matéria-prima até o definitivo descarte do produto);
- A Produção Mais Limpa é obtida pela aplicação de perícia, de melhoria tecnológica e mudanças de atitude.

Na Cúpula da Terra, em 1992, no Rio de Janeiro, foi destacada a PML como um importante conceito e estratégia em direção ao desenvolvimento sustentável (UNEP IE, 2002).

Segundo Fresner (1998), a PML tem sempre como principal foco estimular a conscientização para a prevenção da poluição, como forma de encontrar as fontes de resíduos e emissões e de definir um programa de redução de emissões e aumento da eficiência no uso de recursos, pela execução e documentação de oportunidades PML.

A Produção Mais Limpa diferencia-se da abordagem convencional pela forma como enxerga o sistema produtivo no campo ambiental e apóia-se tanto em mudanças tecnológicas quanto na forma de gerenciamento. Enquanto a abordagem convencional não focaliza os processos, nem interpreta suas ações e conseqüências, a abordagem da PML visualiza as atividades, diagnostica-as, efetua análises e indaga sempre as causas e os efeitos das ações. A abordagem convencional respalda-se nas estratégias “fim-de-tubo”. À medida que a adoção das tecnologias “fim-de-tubo” conduz a maiores investimentos e mais mão-de-obra, mais custos de operação e manutenção, e à redução de produtividade, as tecnologias limpas levam a um aumento de produtividade resultante da economia de custos e racionalização dos resultados nos processos produtivos (Getzner, 2002).

Logo, a PML é uma abordagem de atitudes céticas, pois não se conforma com os atos ou hábitos já estruturados e/ou conformados. Busca melhores maneiras de executá-las, apoiada

no princípio já defendido por Barnes (1977), de que uma solução pode ser usada até que uma melhor solução surja, ou seja, deve-se buscar sempre obter melhores alternativas.

Como estratégia aplicada à Gestão Ambiental, a Produção Mais Limpa é indicada como um programa que possibilita o funcionamento da empresa de modo social e ambientalmente responsável, ocasionando também melhorias econômicas e tecnológicas. A PML aplica uma abordagem preventiva na Gestão Ambiental.

A PML trabalha com melhorias contínuas nas operações da empresa, qualquer que seja sua área (de manufatura, de comércio, de serviços, além do setor primário), solucionando os problemas de ordem técnica e ambiental, demandando baixo investimento e reduzindo os custos para a empresa.

Para a Produção Mais Limpa, todo resíduo deve ser considerado um produto de valor econômico negativo. Portanto, a produtividade e os benefícios financeiros da empresa podem ser impulsionados pela redução do consumo de matéria-prima, água e energia, ou pela redução ou prevenção da geração de resíduos (UNEP IE, 1996).

Os esquemas apresentados na Figura 2.4 a seguir ajudam a perceber a diferença entre a abordagem convencional “Fim-de-Tubo” e a Produção Mais Limpa.

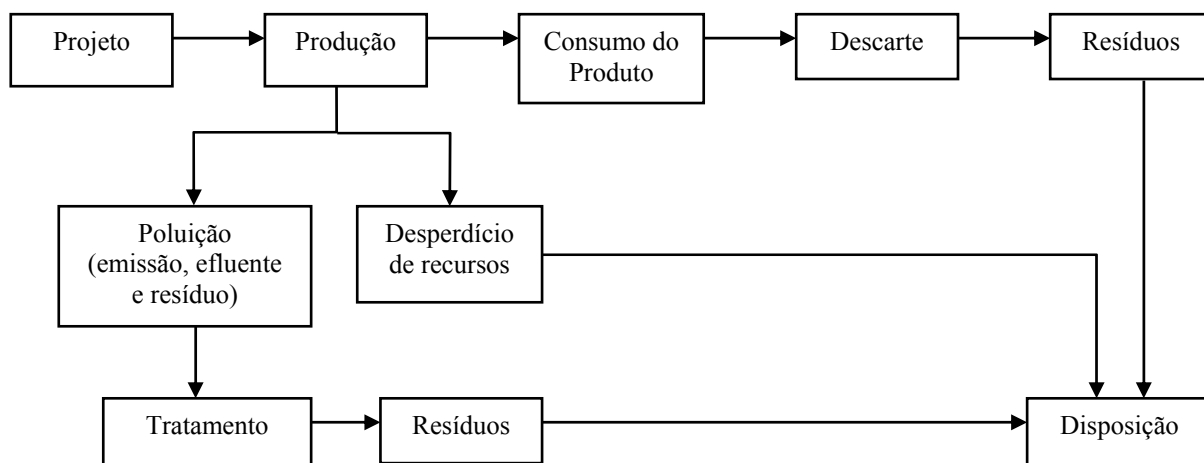
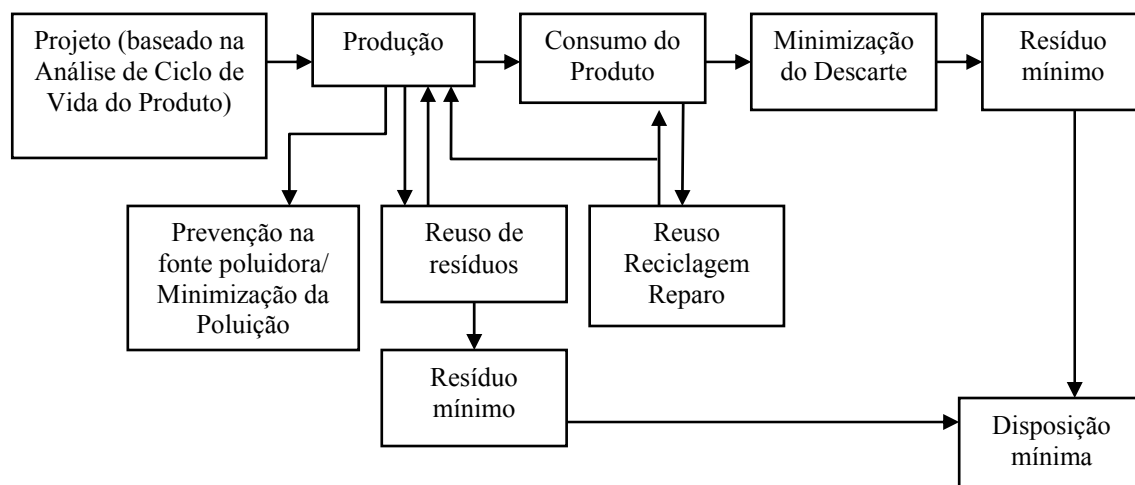
Controle “Fim-de-Tubo”**Trabalho de Produção Mais Limpa**

Figura 2.4 – Diferença entre as abordagens convencional e PML

Fonte: Adaptado de Christie apud Lemos (1998, p. 21)

Pelo esquema, nota-se que a Produção Mais Limpa se orienta na redução da poluição pela prevenção na fonte e pela adoção de projeto contemplativo do estudo “berço ao túmulo” (desde o surgimento do produto até o seu descarte), e que o “Fim-de-Tubo” está preocupado em como dispor a poluição na natureza, caracterizando-se por um método, evidentemente, mais custoso e que muitas vezes se torna inviável, como está apresentado na Tabela 2.1 a seguir.

Tabela 2.1 – Diferenças entre as abordagens PML e “Fim-de-Tubo” no sentido de proteção ambiental ligada a atividades produtivas

Fonte: CNTL (2001.b)

Produção Mais Limpa	Controle “Fim-de-Tubo”
Preocupação com a fonte de geração dos poluentes	Preocupação após a geração dos poluentes
Atitude pró-ativa	Atitude reativa
Trabalha em prol da redução de custos	Geralmente ocasiona o aumento de custos
A proteção ambiental faz parte do processo de desenvolvimento do produto e da engenharia de processo	A proteção ambiental surge após a definição dos processos
Os problemas ambientais são abordados em todos os campos	Os problemas ambientais são resolvidos pelo uso de tecnologias
A questão ambiental é uma responsabilidade de todos do sistema	A questão ambiental é assunto apenas para os especialistas
Trata-se de inovações desenvolvidas pela própria empresa	As inovações são importadas
O consumo de recursos é reduzido	O consumo de materiais e energia é incrementado
Reduz-se o risco de impacto negativo	Aumenta-se a complexidade dos riscos
A transparência ambiental da empresa é aumentada	A proteção ambiental limita-se ao atendimento aos requisitos legais e penais
É uma abordagem que busca o Desenvolvimento Sustentável	Resulta de um paradigma de produção que data de um tempo em que os problemas ambientais ainda não eram conhecidos

A Produção Mais Limpa, diferentemente da antiga postura, tenta prevenir o aparecimento do problema, ao invés de apenas tentar solucionar o problema. A PML segue a postura que melhor contribua para a proteção ambiental. A Figura 2.5 a seguir mostra a forma de priorização da atuação segundo a velha e a nova abordagem.

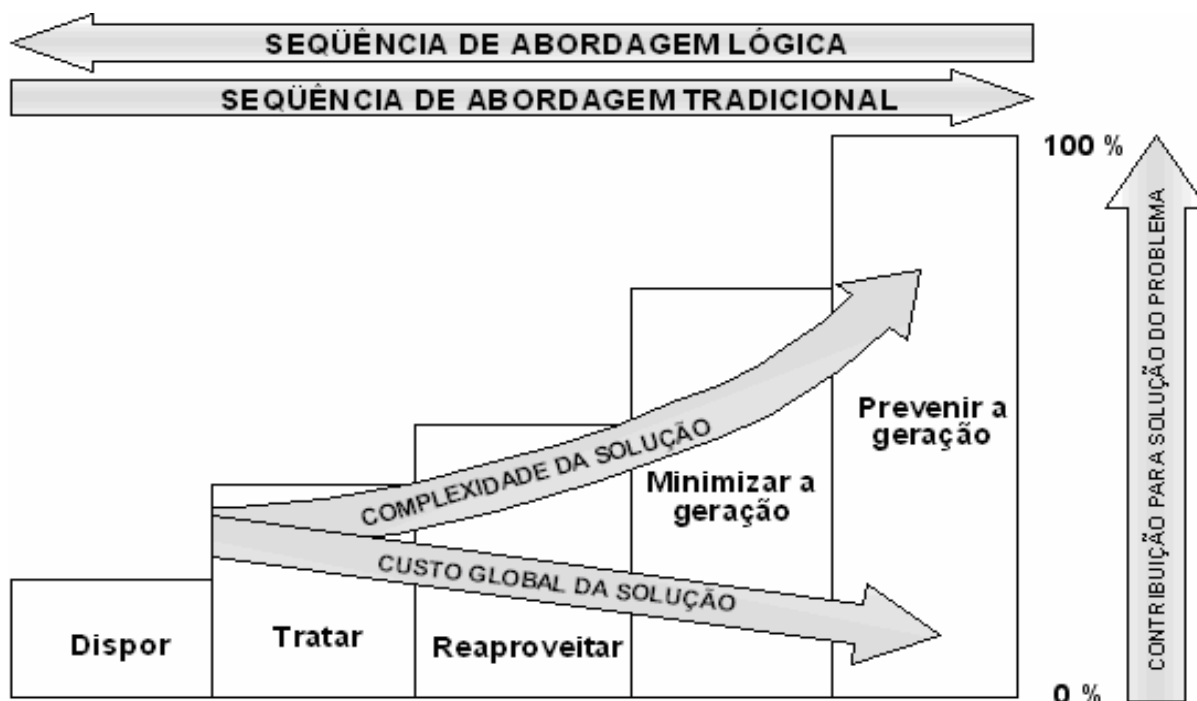


Figura 2.5 – Formas de priorização da nova e da velha abordagem ambiental

Fonte: CNTL (2001.a)

A figura acima descreve a maneira de interpelar os problemas de geração de resíduos nas empresas. A abordagem lógica, da qual a PML se serve, direciona os esforços primários na busca da prevenção da geração. De todas as alternativas, é a única que exerce uma contribuição de 100% para a resolução dos problemas ambientais, cedendo para outras alternativas (na figura, seguindo da direita para a esquerda) quando não tiver condições para tal. A velha abordagem (abordagem tradicional) segue em sentido antagônico, com a adoção de alternativas menos eficazes e de maiores custos (nota-se que a prevenção nessa abordagem é a última alternativa).

2.2.3 Princípios norteadores das ações PML

Kinlaw (1997) definiu dez princípios para se atingir o desempenho sustentável. Esses princípios servem de base para a implantação de qualquer programa de gestão ambiental, pois são fixados para ajudar a entender a importância das questões ambientais, para servir de suporte para o planejamento em rumo ao ambientalmente correto, para monitorar o progresso das empresas nos trabalhos ambientais e para conhecer e utilizar ferramentas e estratégias específicas.

Os princípios que também ajudarão a nortear o estudo de caso estão apresentados a seguir (Kinlaw, 1997).

- Princípio 1** – A empresa deve ser entendida e gerenciada como um sistema; suas partes encontram-se inter-relacionadas.
- Princípio 2** – Os processos, serviços e produtos da empresa devem ser vistos como interdependentes da natureza e por isso têm de ser compatibilizados com os ecossistemas.
- Princípio 3** – O compromisso da alta gerência deve ser claro e divulgado a toda empresa, de modo a que haja resultados palpáveis e específicos.
- Princípio 4** – Devem as empresas cooperar entre si com senso comunitário. Também devem escutar todas as partes interessadas.
- Princípio 5** – As empresas precisam entender que existem custos associados aos recursos naturais e que esses custos limitarão a dimensão e a natureza dos negócios.
- Princípio 6** – Devem ser divulgados a todas as partes interessadas os aspectos ambientais da empresa.
- Princípio 7** – Necessita-se do envolvimento dos funcionários da empresa para alavancar um sistema de melhoria contínua.
- Princípio 8** – Os resultados da empresa devem ser monitorados para a realização de confrontações.
- Princípio 9** – As empresas precisam realizar parcerias com governos, instituições de pesquisa, fornecedores, clientes e outras empresas para desenvolver novas tecnologias.
- Princípio 10** – A estratégia da empresa deve ser buscada por todos os componentes de seu sistema.

2.2.4 Estrutura de aplicação da Produção Mais Limpa

A PML segue um ordenamento de atuação, dando ênfase prioritária à prevenção da poluição, ou seja, à eliminação dos resíduos. Os outros níveis estão destacados na Figura 2.6 a seguir, com suas respectivas definições e medidas de implementação. Tal esquema não pretende esgotar todas as possibilidades de medidas, mas apresentar as que são mais usuais.

O nível 1 refere-se às medidas prioritárias a serem perseguidas. São medidas de modificação tanto no produto quanto no processo de produção. Tenta-se reduzir a formação de resíduos ou o impacto ambiental negativo durante a manufatura do produto ou proveniente do seu uso.

As mudanças no produto procuram alterar a composição, a durabilidade e os padrões de qualidade do produto, bem como o emprego de produtos substitutos. As modificações dos processos ajudam a reduzir a geração de resíduos pela simplificação dos processos, isto é, reduzindo a quantidade de etapas ou atividades fundamentais à fabricação dos produtos ou à prestação dos serviços.

Com relação à modificação no processo, pode-se fazer uso de boas práticas de fabricação (*housekeeping*). Com elas, buscam-se estabelecer procedimentos administrativos e técnicos que possibilitem a minimização da produção de resíduos. Essas práticas podem ser implementadas nas áreas de produção, manutenção e logística, e objetivam permitir aos trabalhadores operarem os processos produtivos da maneira mais eficiente e limpa possível. Essas ações relacionam-se basicamente com a tarefa de gestão. As boas práticas exigem que a gestão da empresa conheça detalhes de suas atividades e monitore constantemente os fluxos e impactos provenientes do sistema produtivo. Se assim fizer, a empresa terá condições de identificar os resíduos, separá-los em categorias e procurar oportunidades, ou de prevenção, ou de minimização, ou de controle.

Com relação às mudanças nas matérias-primas, a PML age na eliminação ou redução de materiais tóxicos ou ecologicamente prejudiciais, na purificação do material de entrada do processo e na prevenção da geração de resíduos poluentes.

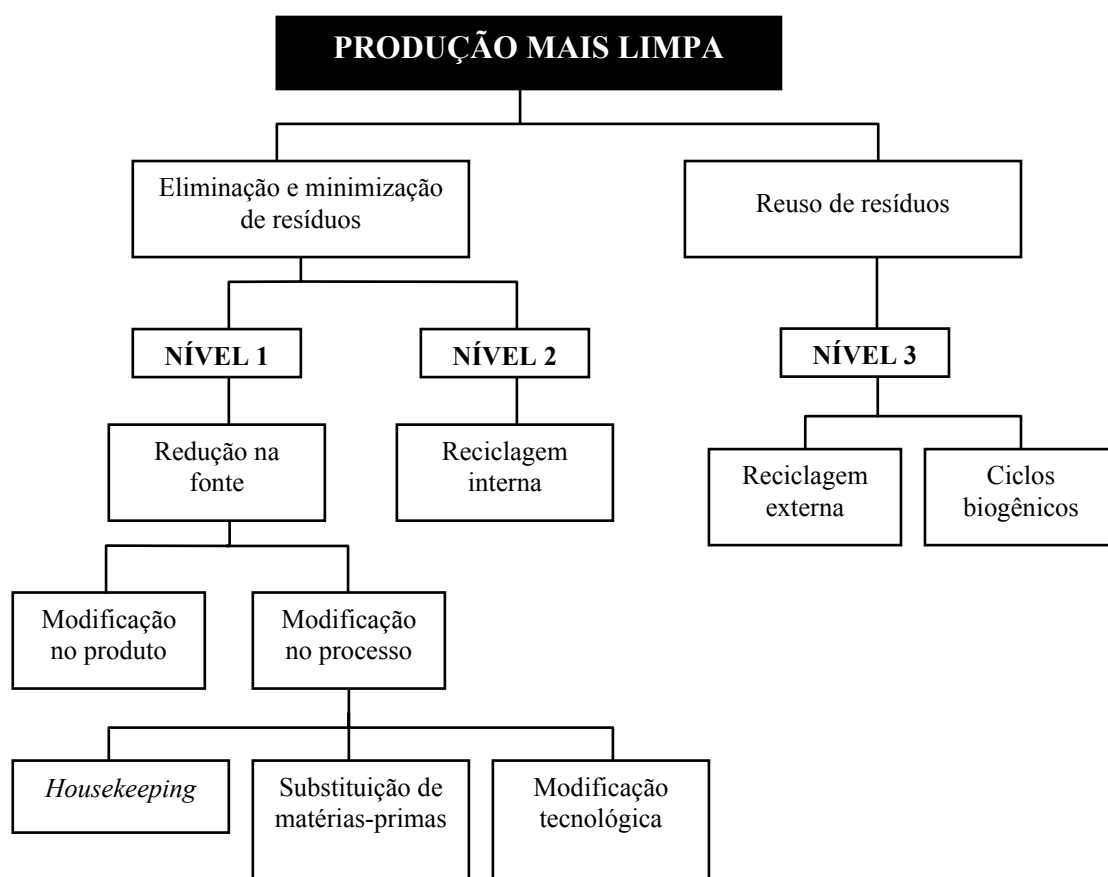


Figura 2.6 – Níveis de atuação da Produção Mais Limpa

Fonte: CNTL (2001.d)

Quanto às mudanças na tecnologia, procuram-se adaptar os equipamentos e os processos, com o objetivo de reduzir ou eliminar a geração de resíduos. Estão incluídas nessas

mudanças: alterações no processo de produção, automação, mudanças nas condições do processo (temperatura de produção, pressão, umidade utilizada), rearranjos físicos da produção e modificações nos equipamentos.

O nível 2 aborda a reciclagem interna. Se o nível 1, da minimização dos resíduos, não conseguir ser atendido, parte-se para as medidas de reintegração dos resíduos pela própria empresa, como matérias-primas com o propósito igual, diferente ou inferior ao uso original, com recuperação parcial dos componentes do produto. A recuperação dos recursos reduz também a poluição pela manutenção dos poluentes em seu próprio sistema produtivo, reutilizando-os nos mesmos processos ou em outros.

A reciclagem externa, que representa o nível 3, acontece com o reuso externamente pela empresa e pode ser empregada de acordo com as mesmas formas apresentadas no nível 2.

Vale ressaltar que “quanto mais próximo à raiz do problema e quanto menores os ciclos, mais eficientes serão as medidas” (CNTL, 2001.b, p. 8).

2.2.5 Barreiras à PML

Para Chiu *et alii* (1999), apesar da vasta gama de benefícios da PML, um certo número de fatores pode inibir as pequenas e médias empresas a implementar o Programa. Esses fatores são principalmente de ordem técnica e financeira. As barreiras técnicas impedem a empresa de desenvolver, avaliar e implementar o Programa PML. A indisponibilidade de capital para a modernização da empresa torna-se um obstáculo para a implementação da PML, embora o resultado do Programa possa conduzir à redução de custos.

O projeto desenvolvido na Índia, em 1993, denominado **DESIRE** (*Demonstration in Small Industries for Reducing Waste*), e relatado no texto de S. Luken “*Demonstrating Cleaner Production in SMEs in India*”, apresenta as possíveis barreiras encontradas em empresas de pequeno e médio porte. Essas barreiras podem ser de procedência externa ou interna à empresa, conforme a Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Barreiras que podem dificultar a implementação do Programa PML

Fonte: UNEP (2002)

Classificação	Descrição das barreiras
Econômica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indisponibilidade de fundos e custos elevados desses; ▪ Falta de política com relação aos preços dos recursos naturais; ▪ Não-incorporação dos custos ambientais nas análises de investimento; ▪ Planejamento inadequado dos investimentos; ▪ Critério de investimento “<i>Ad hoc</i>”, pela restrição de capital; ▪ Falta de incentivos fiscais relativos ao desempenho ambiental.
Sistêmica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carência ou falha na documentação ambiental; ▪ Sistema de gerenciamento inadequado ou ineficiente; ▪ Falta de treinamento dos funcionários.
Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de envolvimento dos funcionários; ▪ Excessiva ênfase na quantidade de produção em detrimento da minimização dos problemas ambientais; ▪ Concentração das tomadas de decisão nas mãos da alta direção; ▪ Alta rotatividade dos técnicos; ▪ Ausência de motivação dos funcionários.
Técnica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de recursos necessários à coleta de dados; ▪ Recursos humanos limitados ou indisponíveis; ▪ Limitação ao acesso de informações técnicas; ▪ Limitação de tecnologia; ▪ <i>Deficit</i> tecnológico; ▪ Limitação das próprias condições de manutenção.
Comportamental	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de cultura em “melhores práticas operacionais”; ▪ Resistência a mudanças; ▪ Falta de liderança; ▪ Supervisão deficiente; ▪ Trabalhos realizados com o propósito de manutenção do emprego; ▪ Medo de errar.
Governamental	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Política inadequada de estabelecimento de preço da água; ▪ Concentração de esforços no Controle “Fim-de-Tubo”; ▪ Mudanças repentinas nas políticas industriais; ▪ Falta de estímulo para atuar na minimização da poluição.
Outras barreiras	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de apoio institucional; ▪ Falta de pressão da sociedade para a prevenção da poluição; ▪ Limitação de espaço nas empresas para a implementação de medidas de minimização de resíduos; ▪ Presença de variações sazonais.

2.2.6 Sistema de gestão ambiental

A norma NBR ISO 14001 (1996, p. 4) define o Sistema de Gestão Ambiental como “a parte do sistema de gestão global que inclui estrutura organizacional, atividades de

planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental”.

A norma ISO 14001:1996 especifica requisitos para o estabelecimento de uma política ambiental, determinação de aspectos e impactos ambientais de produtos, de atividades e de serviços, planejamento de objetivos e metas ambientais mensuráveis, implementação e operação de programas para atender os objetivos e metas, ações corretivas e revisão da gestão (Petroni, 2001).

Muitos dos passos da Produção Mais Limpa assemelham-se às fases do ciclo do SGA. Portanto, é importante conhecê-los para compreender suas contribuições ao Programa de Produção Mais Limpa.

São cinco as fases de implantação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA). A implantação das fases deve ocorrer de forma contínua e sucessiva. A Figura 2.7 a seguir as descreve.

O primeiro passo a ser dado é a obtenção do apoio da administração da empresa. O desenvolvimento do SGA dependerá disso. A norma ISO 14004 (1996) dita que o comprometimento e a liderança permanentes da alta administração são elementos cruciais para o sucesso do SGA.

Após o convencimento da direção da empresa, deve-se proceder à avaliação inicial. Ela envolve a coleta de informações para subsidiar uma avaliação de base. São quatro os pontos principais a serem abordados por essa avaliação, baseados na atual situação da empresa: identificação dos requisitos legais, avaliação dos aspectos ambientais mais significativos, inventário das práticas e procedimentos do Sistema de Gestão Ambiental e avaliação e investigação de acidentes ambientais no passado ou multas e advertências em relação aos requisitos legais.

A forma de a alta direção mostrar seu empenho é por meio da definição da política ambiental. A diretriz A.2 do anexo A da norma ISO 14001 (1996) expõe que *“a política ambiental é o elemento motor para a implementação e o aprimoramento do sistema de gestão ambiental da empresa, permitindo que seu desempenho ambiental seja mantido e potencialmente aperfeiçoado. É recomendado que a política reflita o comprometimento da alta administração em relação ao atendimento às leis aplicáveis e à melhoria contínua”.*

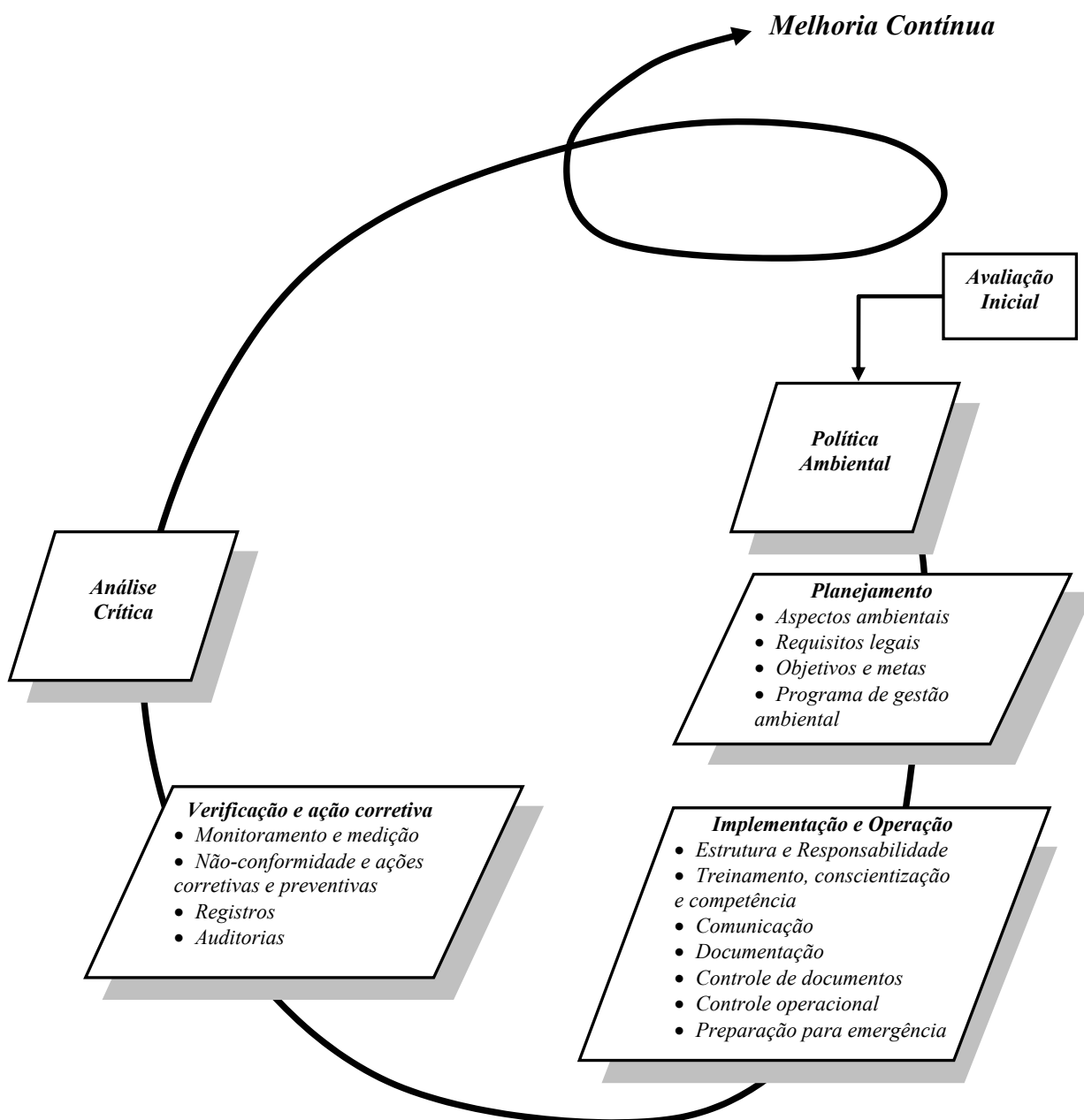


Figura 2.7 – Ciclo do Sistema de Gestão Ambiental

Fonte: Cajazeira (1998, p. 16)

A fase de Planejamento lida com:

- **Aspectos ambientais:** o anexo A da norma ISO 14001 (1996) informa que a empresa deve identificar os aspectos ambientais significativos associados a suas atividades, produtos ou serviços, não precisando para isto avaliar cada produto ou material utilizado. Pode selecionar classes de atividades, produtos ou serviços para

identificar aqueles aspectos com maior possibilidade de apresentar impacto significativo.

- **Requisitos legais:** esse requisito da norma ISO 14001 (1996) determina que a empresa tem de adequar-se continuamente à legislação pertinente, e para isso deve estabelecer e manter procedimentos de modo a ter acesso a esses regulamentos e assegurar que os requisitos legais estejam incorporados pela empresa e sejam por ela cumpridos.
- **Objetivos e metas:** pela norma ISO 14001 (1996), fica definido que os objetivos e metas a serem fixados devem ser compatíveis com a política ambiental, estar integrados à estratégia empresarial, envolver as pessoas responsáveis pela implementação do SGA, considerar os requisitos legais, as restrições financeiras, operacionais e comerciais, e ser dinâmicos.
- **Programa de gestão ambiental:** o Programa deve estabelecer como as metas definidas serão alcançadas. O requisito 4.3.4 da norma ISO 14001 (1996) estipula que a empresa deve definir programas que considerem a atribuição das responsabilidades em cada função e nível concernente da empresa, bem como a forma e o prazo dentro do qual os objetivos e metas do programa devem ser atingidos.

A fase posterior ao Planejamento, a Implementação e Operação, encarrega-se de desenvolver a capacitação e os mecanismos de apoio necessários à execução do planejamento ambiental. São os seguintes requisitos dessa fase:

- **Estrutura e responsabilidade:** a ISO 14004 (1996), no seu requisito 4.3.1, apresenta que a empresa, para alcançar seus objetivos ambientais, deve direcionar e harmonizar seus funcionários, sistemas, estratégias, recursos e estrutura. A norma ISO 14001 (1996) menciona, no seu item 4.4.1, que devem ser nomeados representantes específicos que *“independentemente de outras atribuições, devem ter funções, responsabilidades e autoridade definidas para: assegurar que os requisitos do SGA sejam estabelecidos, implementados e mantidos de acordo com a norma; relatar à alta administração o desempenho do SGA, para análise crítica, como base para o aprimoramento do SGA”*.
- **Treinamento, conscientização e competência:** a ISO 14001 (1996) explica que a empresa deve treinar as pessoas cujas tarefas possam gerar impacto significativo. Então, é salutar conscientizá-los da importância e dos impactos que podem ser causados ao meio ambiente, bem como as forma de minimizar esses impactos.

Além disso, qualquer empregado pode colaborar com sugestões para a melhoria ambiental. O requisito 4.3.2.4 da norma ISO 14004 (1996), inclusive, comenta que, quando os empregados são reconhecidos pelo atingimento dos objetivos e metas ambientais e encorajados a apresentar sugestões que conduzam a um melhor desempenho ambiental, existe a motivação para a melhoria contínua reforçada. A norma ISO 14004 (1996), com relação a esse requisito, diz ainda que a “*educação e o treinamento são necessários para assegurar que os empregados tenham conhecimentos apropriados e atualizados dos requisitos legais, normas internas e políticas e objetivos da empresa*”.

- **Comunicação:** a questão da comunicação da empresa com relação aos aspectos ambientais e ao SGA é abordada pela ISO 14001 (1996), no seu requisito 4.4.3, no qual diz que “*a empresa deve estabelecer e manter procedimentos para: comunicação interna entre vários níveis e funções da empresa e recebimento, documentação e resposta a comunicações pertinentes das partes interessadas externas*”. A comunicação ajuda a administração a obter a motivação de seu pessoal, a identificação de melhorias ambientais, o monitoramento do desempenho do SGA e a garantia da compreensão das atribuições e responsabilidades das pessoas envolvidas no SGA.
- **Documentação:** está estabelecido no requisito 4.4.4 da norma ISO 14001 (1996), que a empresa deve definir e manter informações com a finalidade de “*descrever os principais elementos do sistema de gestão e a interação entre eles e fornecer orientação sobre a documentação relacionada*”. A documentação do SGA é constituída pela política ambiental, estrutura organizacional e responsabilidades e procedimentos de controle de outros documentos, tais como planos de emergência e planos de treinamento.
- **Controle de documentos:** a norma ISO 14001 (1996) objetiva com o controle de documentos estabelecer e manter procedimentos que garantam que os documentos sejam facilmente localizados, periodicamente revistos, revisados se necessário e aprovados, que os documentos obsoletos sejam retirados de todos os pontos de emissão e uso, e que quaisquer documentos obsoletos retirados sejam devidamente identificados.
- **Controle operacional:** o controle operacional funciona como um estágio de identificação e planejamento das atividades associadas aos aspectos ambientais significativos. A norma ISO 14004 (1996) classifica as atividades de controle

operacional em três divisões: a) atividades destinadas à prevenção da poluição e conservação de recursos, modificações de processos e gestão de recursos; b) atividades de gestão rotineira para assegurar a conformidade aos requisitos da empresa e atender à política ambiental; e c) atividades estratégicas destinadas a antecipar e atender às novas exigências ambientais.

- **Preparação para emergência:** é recomendado, pelo requisito 4.3.3.4 da norma ISO 14004 (1996), que planos e procedimentos de emergência sejam estabelecidos e mantidos, assegurando um atendimento adequado a incidentes ou acidentes. A empresa deve procurar prevenir e mitigar os impactos ambientais provenientes dos acidentes ou incidentes e também saber acionar os planos de emergência e quais os recursos a alocar.

A fase de Verificação e Ação Corretiva corresponde ao estágio que monitora a qualidade ambiental da empresa, cuja intenção é saber se está adequada à política ambiental, aos objetivos e às metas. Essa fase é dividida da seguinte forma:

- **Monitoramento e medição:** a norma ISO 14004 (1996), no seu requisito 4.4.2, define que exista na empresa *“um sistema em funcionamento para medir e monitorar o efetivo desempenho em relação aos objetivos e metas ambientais da organização nas áreas de sistemas de gestão e processos operacionais. Isto inclui a avaliação do cumprimento da legislação e dos regulamentos ambientais pertinentes”*. Essa norma também recomenda que *“os resultados sejam analisados e utilizados para determinar as áreas de êxito e identificar atividades que exijam ação corretiva e melhoria”* e que *“a identificação dos indicadores de desempenho ambiental apropriados para a empresa seja um processo contínuo”*. Os indicadores de desempenho devem ser simples, objetivos, verificáveis e relevantes para a empresa.
- **Não-conformidade e ações corretivas e preventivas:** as não-conformidades (desvios a especificações ou a critérios do SGA) são tratadas e investigadas, segundo o item 4.5.2 da ISO 14001 (1996), utilizando-se como base os procedimentos estabelecidos e mantidos pela empresa. Esses procedimentos visam definir responsabilidades e autoridades que procurarão adotar medidas para mitigar os impactos e para usar ações corretivas e preventivas. O item A.5.2 do anexo A da norma ISO 14001 (1996) apresenta os elementos básicos que deverão estar contidos nos procedimentos: *“Identificação da causa da não-conformidade; identificação e implementação da ação corretiva necessária; implementação ou*

modificação dos controles necessários para evitar a repetição da não-conformidade; e registro de quaisquer mudanças em procedimentos escritos resultantes da ação corretiva.”

- **Registros:** Os registros devem ser armazenados e mantidos em locais protegidos contra avarias, deteriorização ou perda. Eles devem ser identificáveis e legíveis. Os registros devem fornecer as seguintes informações: legislação e regulamentos, licenças, treinamento, aspectos ambientais e seus impactos, registro de acidentes e incidentes, resultados de auditorias, análises críticas, informações sobre o monitoramento, dados dos planos de emergência, informações sobre monitoramento e processos de produção.
- **Auditorias:** a auditoria, segundo a norma ISO 14011 (1996), é o “*processo de verificação sistemático e documentado, obtendo e avaliando evidências para determinar se o SGA da organização está de acordo com os critérios de auditoria do SGA, e comunicando os resultados deste processo ao cliente*”. A norma ISO 14001 (1996) estabelece, no seu requisito 4.5.4, que as auditorias periódicas a serem realizadas na empresa devem determinar se o SGA está em conformidade com os requisitos da norma ISO 14001 (1996) e com as determinações planejadas para a gestão ambiental e se foi implementado e mantido adequadamente, e devem fornecer à administração da empresa dados sobre os resultados das auditorias.

A fase da **Análise Crítica** respalda-se no princípio 5 da norma ISO 14004 (1996), a qual recomenda que a empresa: “*analise criticamente e aperfeiçoe constantemente seu sistema de gestão ambiental, com o objetivo de melhorar seu desempenho global*”. O requisito 4.6 da ISO 14001 (1996) diz que “*a análise crítica pela administração deve abordar a eventual necessidade de alterações na política, objetivos e outros elementos do sistema de gestão ambiental à luz dos resultados de auditorias do sistema de gestão ambiental, da mudança das circunstâncias e do comprometimento com a melhoria contínua*”.

Com relação à melhoria contínua, o requisito 4.5.3 da norma ISO 14004 (1996) refere: “*O conceito de melhoria contínua é parte integrante do SGA. Ela é atingida através da avaliação contínua do desempenho ambiental do SGA em relação à política, objetivos e metas ambientais, com o propósito de identificar oportunidades para melhoria. É recomendado que o processo de melhoria contínua: identifique oportunidades para a melhoria do sistema de gestão ambiental que conduzam à melhoria do desempenho ambiental; determine a causa ou causas básicas de não-conformidades ou deficiências; desenvolva e implemente planos de ações corretivas e preventivas para abordar as causas*

básicas; verifique a eficácia das ações corretivas e preventivas; documente quaisquer alterações nos procedimentos que resultem de melhoria dos processos e; compare os resultados com os objetivos e metas.”

Para finalizar a apresentação do Sistema de Gestão Ambiental e entender o porquê de as empresas implementarem o SGA, de acordo com Maimon (1999), pode-se dizer que ela possibilita os seguintes resultados positivos: a minimização dos poluentes da empresa, a racionalização do uso dos recursos naturais e a adequação da empresa aos regulamentos legais com um menor custo.

Fresner (1998) argumenta que a Produção Mais Limpa é uma boa preparação para a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental. Contudo, há algumas exigências a serem atendidas. A Tabela 2.3 a seguir apresenta os elementos do SGA atendidos pela PML.

Tabela 2.3 – Matriz dos elementos do Programa PML e do Sistema de Gestão Ambiental de acordo com a norma ISO 14001:1996

Fonte: Fresner (1996, p. 178)

PML ISO 14001	Gestão ambiental	Time ambiental	Input/ Output e indicadores	Análise do fluxo de material	Análise de energia	Auditoria de conformidade legal	Programa ambiental
Política ambiental							P/A
Revisão dos aspectos ambientais			A	A	A		
Requisitos legais						A	
Objetivos e metas							P
Programa							P
Estrutura e responsabilidade	P/A	P/A					
Treinamento							P
Comunicação		P					
Documentação			P	P	P	P	P
Controle operacional							P
Preparação para as emergências							P
Medição			P	P	P		
Correção e prevenção		P					P
Registros			P/A	P/A	P/A	P/A	P
Auditorias							
Avaliação pela alta administração							P

P = preparado pelo Programa PML

A = atendido pela PML

2.3 Conclusões do capítulo

Os problemas existentes na empresa objeto deste estudo, provenientes de fatores externos e internos, exigem a adoção de uma metodologia que conduza a uma nova forma de pensar com relação às questões ambientais.

Diante disso, busca-se, com a base conceitual levantada nesse capítulo, desenvolver na empresa uma moderna filosofia de trabalho que permita a resolução de suas necessidades. Abordaram-se, então, o novo modelo de transformação das empresas, o Programa de Produção Mais Limpa e o Sistema de Gestão Ambiental, com base na norma ISO 14001:1996.

3. PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA PML

Percebeu-se, na prática, a eficácia das ações das empresas na redução de resíduos desde sua fonte (Schimidheiny, 1992). Diversos exemplos podem ser citados: Dow Chemical, com o programa WRAP (*Waste Reduction Always Pays* - Redução de resíduos sempre vale a pena), que a transformou numa das empresas líderes dos EUA; Du Pont, com a ConAgra, na utilização do resíduo como matéria-prima de outros processos; a 3M, com o programa 3P (*Pollution Prevention Pays*, isto é, Prevenção da poluição vale a pena), que se tornou um exemplo bem conhecido dos benefícios da prevenção da poluição.

Com base nessas informações, surgiu o interesse na aplicação da Produção Mais Limpa para a resolução dos problemas da empresa, principalmente quanto à quantidade de resíduos gerados e dispostos de maneira irregular, mostrando a ineficiência no uso dos recursos transformados.

A Produção Mais Limpa está respaldada no fato de que o meio mais eficaz em termos de custos ambientais para a redução da poluição é analisar o processo na origem da produção e eliminar o problema na sua fonte. Então, a redução dos resíduos ou até a sua eliminação devem ser vistas como uma oportunidade, e não como um ônus para a empresa.

Divide-se o Programa de Produção Mais Limpa em seis estágios e cada um deles é composto de diversos passos. Eles devem ser seguidos de forma contínua e sucessiva, apesar de alguns poderem ter atividades que prossigam durante todo o programa. A Figura 3.1 a seguir os exibem.

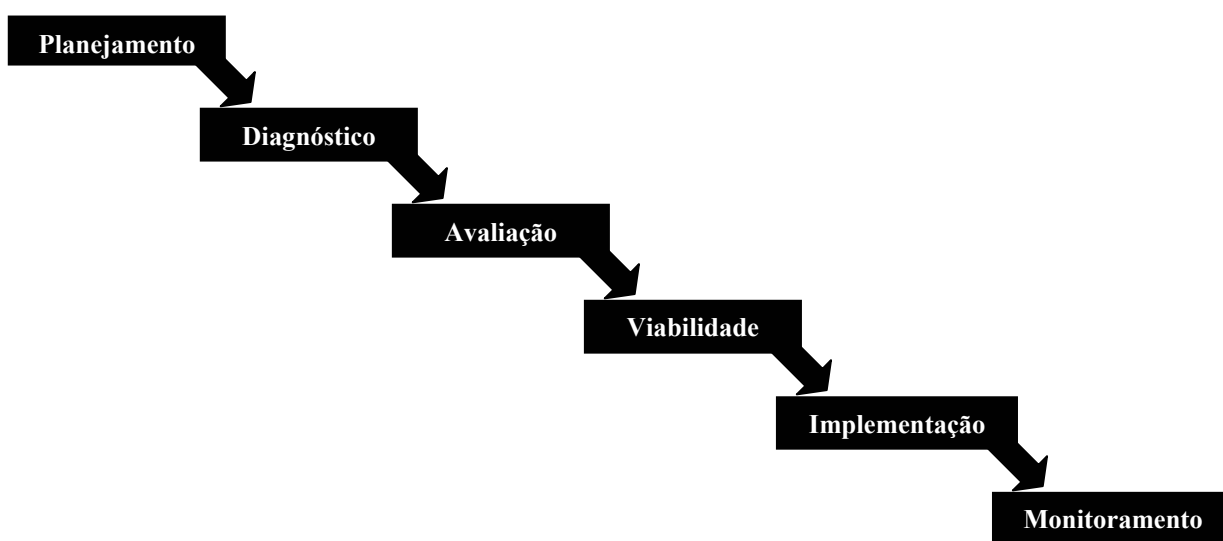


Figura 3.1 – Estágios de implementação da PML

Assim, o estudo que é o objeto deste trabalho foi realizado a partir dessa seqüência de atividades, na busca da resolução das problemáticas existentes.

Para facilitar a compreensão do mesmo, as etapas serão descritas de acordo com sua seqüência lógica e estruturada.

3.1 Primeiro estágio: Planejamento

O estágio de Planejamento segue quatro passos, que têm a finalidade de estabelecer e possibilitar o bom andamento do programa na empresa. Foram os seguintes os passos acompanhados na empresa em relação ao escopo deste trabalho:

Passo	Descrição
1	Compromisso da direção da empresa.
2	Definição da equipe de implementação e sua sensibilização.
3	Identificação de barreiras.
4	Formulação de objetivos e metas.

3.1.1 Passo 1: Compromisso da direção da empresa

Assim como na implantação da ISO 14001:1996, a direção da empresa deve estar claramente convencida e compromissada com o Programa, para que esse tenha início, e o Programa só vai sobreviver se a direção demonstrar empenho durante o processo.

A obtenção do comprometimento da alta gerência foi conseguida pela exposição a ela das pressões já citadas anteriormente, e quais prejudicavam a imagem da empresa, seus custos produtivos e a motivação de seus funcionários.

Uma forma de identificar o empenho da direção em atuar nas questões ambientais é por meio de uma declaração sua quanto aos compromissos e princípios assumidos em relação ao meio ambiente, conforme a definição do requisito 4.2 da norma ISO 14001 (1996), o qual estabelece que a alta administração deve definir sua política ambiental e assegurar que ela inclua o comprometimento com a melhoria contínua, com a prevenção da poluição e com a adequação à legislação.

Apesar de a direção não ter exposto uma declaração ambiental, pela política geral da empresa percebeu-se seu nível de interesse no desenvolvimento de um programa inovador:

“Somos uma empresa que pratica gestão estratégica, sendo rápida em mudanças e ajustes que garantam a manutenção e a expansão dos níveis de negócios no presente com visão de futuro.”

Por esses fatores, o Programa PML foi facilmente impulsionado, apesar de arrefecer o interesse no decorrer do desenvolvimento dos trabalhos da metodologia, o que se justifica pelo desvio de prioridades, como pôde ser observado em relato do gerente de qualidade:

“Temos que nos deter [funcionários responsáveis pela concretização das estratégias] na priorização estabelecida pela alta direção. Realizaremos as suas vontades a curto prazo, podendo também ir de encontro a outras iniciativas mais relevantes no aspecto de médio e longo prazo.”

Verifica-se, então, que a alta direção tinha interesses salutaros, mas deveria ter participado mais ativamente do programa, de modo a estar sempre atenta aos acontecimentos e oportunidades latentes, apesar de ter sempre sido informada de todas as atividades desenvolvidas.

Para facilitar o convencimento da gerência e a identificação de oportunidades benéficas para a empresa, podem ser feitos questionamentos quanto ao plano de operações, financeiro e *marketing*, por exemplo, os quais ajudam a compreender em que nível de desempenho a empresa está atualmente.

Uma maneira de fazer com que todos na empresa percebam claramente o comprometimento e o envolvimento da alta direção é por meio de sua política com relação à proteção ambiental. Porém, essa não fora realizada na empresa. Por outro lado, lançou-se um jornal informativo – próprio da empresa, de veiculação interna e para seus fornecedores e clientes -, no qual se informa sua atuação em favor da natureza por meio do Programa Produção Mais Limpa.

Apesar de a direção não ter divulgado sua política ambiental, a gerência de qualidade estampou uma declaração, que se tornou um impulsionador da equipe responsável pelo desdobramento do programa:

“Temos como visão ser uma empresa competitiva no mercado de embalagens e direcionada continuamente para um processo industrial com inovações tecnológicas, com qualidade total, com baixo custo e alta performance. Partindo desta visão, a empresa tem a intenção em participar de uma das atividades básicas e primordiais, que é o desenvolvimento com ênfase na preservação do meio ambiente e, conseqüentemente, um modelo de economia sustentável.”

3.1.2 Passo 2: Definição da equipe de implementação do programa e realização de sua sensibilização

Por englobar todo o sistema empresarial (pessoal, jurídico, produção, estratégico, desenvolvimento, meio ambiente, segurança, manutenção, administrativo, compras, comercial, qualidade, dentre outros departamentos), a Produção Mais Limpa requer que seja formada uma equipe que possibilite sua implementação. Tal equipe se chama “Ecotime”, isto é, time formado para atuar em favor do meio ambiente. O Ecotime é instituído utilizando-se como *benchmarking* os preceitos do Círculo de Controle da Qualidade (CCQ).

O CCQ é um instrumento gerencial que intenta preparar a qualidade das pessoas para se refletir na qualidade dos produtos e serviços, ou seja, trata-se de um meio para alcançar o objetivo “Qualidade”. O termo qualidade pode ser direcionado ao meio ambiente.

Para facilitar a compreensão de Ecotime, conceitua-se o CCQ e usa-se o conceito. Francisco (1990) define o CCQ como o envolvimento dos trabalhadores de uma empresa de forma voluntária, e por isso, possuidores de uma mesma filosofia de trabalho, que se reúnem periodicamente para expor propostas que objetivam a melhoria da Qualidade, resultado da motivação dos esforços dos seus integrantes. A JUSE (União japonesa dos cientistas e engenheiros) explica os Círculos de Qualidade de forma mais simples, mostrando que eles são compostos por pequenos grupos que executam voluntariamente as atividades controladoras da qualidade no seu ambiente de trabalho (*apud* Engel, 1982).

É importante conhecer o organograma da empresa nesse passo. Visualiza-se por meio do organograma, como a empresa está estruturada. Por esse diagrama, fica fácil saber onde estão as pessoas-chave para participar da equipe.

A composição da equipe deve ser multifuncional, o que, segundo Davis *et alii* (2001, p.324) significa: “... formada para lidar com projetos grandes e complexos ou para resolver problemas organizacionais que ultrapassam a delimitação das linhas funcionais tradicionais e que, para isso, requerem informação e conhecimento de várias áreas pertencentes à organização.”

O Ecotime, portanto, deve ser composto por funcionários de postos relevantes da empresa, mesmo que sejam operários de chão-de-fábrica. Na realização deste trabalho, evidenciou-se a importância da participação no Ecotime de pessoas externas à empresa - equipes externas que estudassem a metodologia de Produção Mais Limpa. Para Fresner (1998), a experiência obtida pelo Programa demonstrou que a participação de agentes externos pode introduzir novos impulsos ao projeto. Tais membros trazem vigor às atividades

do grupo, ao incorporarem uma visão crítica e contrária à do paradigma da mesmice. O autor deste trabalho atuou como agente externo que se dedicou ao estudo da metodologia de Produção Mais Limpa. Ele conduziu toda a implementação do Programa na empresa.

Pelo porte e atividade da empresa, define-se a quantidade de integrantes no time. A empresa objeto deste estudo teve inicialmente uma equipe formada por sete pessoas. Na verdade, a equipe foi definida sem um consenso do grupo (a gerência foi quem a estabeleceu), e provavelmente por esse fato teve sua estrutura modificada ao longo dos trabalhos. Mas, por outro lado, os membros que foram indicados puderam decidir pela sua permanência (medida do seu voluntariado).

A equipe inicial era formada por funcionários dos setores: Controle de Qualidade, Segurança do Trabalho, Recursos Humanos, Compras e Manutenção, além do agente externo. Apesar de ter integrantes de áreas bem distintas, todos eles tinham cargos de supervisão ou gerência, havendo uma lacuna: a ausência de trabalhadores de execução (os de chão-de-fábrica). Durante o estudo, não ocorreu um entrosamento adequado entre os membros do Ecotime. Apenas no fim da implementação do Programa é que houve um maior envolvimento do grupo, devido à participação de um diretor da empresa no grupo.

O Ecotime necessita de um líder que tenha autoridade para atribuir responsabilidades e saiba conduzir os demais membros. Neste caso, foi escolhido de forma natural, ou seja, sem nenhuma eleição ou imposição, um participante de procedência externa: o autor deste estudo. Talvez tenha acontecido isso por essa pessoa deter conhecimentos da metodologia.

Ainda que a participação dos funcionários tenha ocorrido de maneira voluntária, eles não estavam conscientes dos problemas da empresa e das necessidades ambientais. Para que isto fosse viabilizado, efetuou-se um trabalho de sensibilização deles.

Maimon (1999) comenta que formar uma equipe que funcione bem não é tarefa fácil. Pode ser que os colaboradores nunca tenham sido preparados para trabalhar em grupo ou se portar em reuniões. É, portanto, necessário que eles sejam capacitados.

3.1.2.1 Processo de sensibilização

Para que o programa seja bem sucedido, a Metodologia PML prevê que a alta gerência atenda a algumas premissas básicas. Assim, é necessário que a participação da alta gerência tenha as seguintes características:

- Deve assumir um compromisso explícito com a busca de melhorias ambientais;
- Induzir os funcionários a abraçarem a causa ecológica e também as outras partes interessadas no processo.

Para a Produção Mais Limpa funcionar, deve buscar-se o envolvimento de todos os empregados da empresa (Venselaar, 1995). Os programas que são bem-sucedidos estão relacionados com a criatividade e o entusiasmo dos empregados. Suas atitudes afetam o presente e o futuro impacto ambiental das atividades.

Além do mais, a administração da empresa precisa entender que o ambiente de trabalho influencia o envolvimento de seus funcionários. Um estudo subsidiado pelo Ministério do Meio Ambiente da Dinamarca e desenvolvido durante 1993 a 1996, chamado projeto **MIRT** (Participação do Empregado na Introdução de Tecnologias Limpas), demonstrou que nas empresas com tradição de cooperação e compromisso da gestão para a resolução de problemas ambientais encontraram-se as melhores condições para a participação dos funcionários nos esforços ambientais. Já as empresas caracterizadas por problemas de saúde, de segurança e de respeito a seus funcionários tiveram que desembolsar esforços extras para criar tradições de melhorias e mudanças (Remmen e Lorentzen, 2000).

O compromisso expresso dos altos executivos da empresa é imprescindível para que o programa seja mais bem absorvido e seguido por todos. Portanto, a sensibilização deve partir de cima para baixo na estrutura empresarial. O comprometimento da força de trabalho e dos demais interessados dependerá principalmente desse atendimento.

Um problema que pode ocorrer é a gerência não compreender a profundidade das mudanças requeridas, isto é, acreditar que seja algo que pode adaptar-se facilmente aos velhos valores da estrutura organizacional existente sem necessitar de grandes mudanças. Na verdade, o programa carece de mudanças radicais na empresa: mudanças que vão do planejamento estratégico, do gerenciamento dos recursos, dos processos de transformação, até o descarte do produto ou uso do serviço pelos consumidores.

A sensibilização deve acontecer conforme o nível hierárquico das pessoas. Deve ser mais estratégica e conceitual para a direção, e mais objetiva e concreta para a base hierárquica.

Para obter o envolvimento dos funcionários, requer-se a compreensão da interação entre seus níveis de influência e suas devidas competências. O aumento da influência do empregado na empresa permite desenvolver melhor as suas competências. À medida que as competências sejam utilizadas, buscam-se mais oportunidades para se poder exercer influência. Faz-se assim com que ele busque também mais competência. Kinlaw (1997) desenvolveu um esquema apresentado na Figura 3.2, no qual se pode verificar como funciona essa interação para o alcance do compromisso e da melhoria contínua.

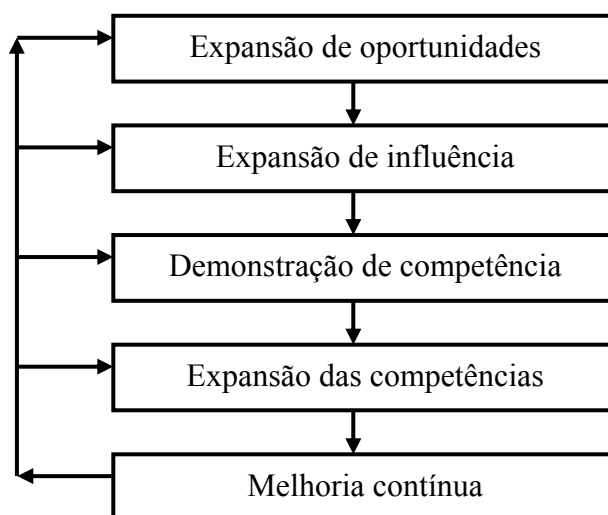


Figura 3.2 – Processo de envolvimento na obtenção da melhoria contínua

Fonte: Kinlaw (1997, p. 23)

A forma mais adequada de atingir a melhoria contínua é desenvolver equipes cujos membros saibam trabalhar em grupo e com uma intensa troca de conhecimentos e informações, o que proporciona, então, um clima de aprendizagem mútua.

Para envolver a força de trabalho em prol da implementação do programa, deve-se conscientizá-la a respeito de dois pontos fundamentais: ela deve saber do que se trata e entender que é uma questão de sobrevivência da empresa em que trabalha.

Os outros interessados são os indivíduos afetados direta ou indiretamente pela empresa e que influenciam de alguma maneira no seu funcionamento. Podem ser: acionistas, grupos de ambientalistas, governo, consumidores, fornecedores e sociedade.

O grau de sensibilização da alta administração provém das informações sobre as questões ambientais que são conhecidas pela gerência e da sua condição de avaliar e utilizar tais dados. Existe o grande problema de que os gestores frequentemente se atêm mais à resolução dos problemas já ocorridos do que à melhoria na fonte.

As estratégias descritas por Kinlaw (1997) são algumas das estratégias seguidas pela Produção Mais Limpa e que precisam ser explicitadas a todos que fazem parte da empresa no processo de sensibilização. São as seguintes:

- Prática da conservação e atenção aos detalhes: o trabalho deve ser realizado com qualidade, independentemente dos recursos disponíveis;
- Modificação ou substituição dos processos, produtos e serviços existentes: a melhoria contínua possibilita a obtenção de redução do impacto sobre o meio ambiente;

- Recuperação de resíduos e produtos secundários;
- Redução de uso de materiais: a utilização eficiente dos materiais;
- Descoberta de novos nichos de mercado: o desenvolvimento de novos produtos e serviços para atender à procura e adequar-se ao interesse ambiental;
- Um sistema de sugestões deve ser estruturado para facilitar o acesso de todos os funcionários ao espírito da Produção Mais Limpa.

3.1.3 Passo 3: Identificação de barreiras

Os conflitos podem ser culpados pelo fracasso do Programa PML na empresa, e por isso precisam ser identificados e solucionados. Assim, o 3º passo do planejamento (1º estágio do Programa PML) é a identificação de barreiras.

As barreiras que foram destacadas na empresa em estudo foram as seguintes:

- A postura de que tudo está indo bem e não precisa ser mexido (comportamento da mesmice);
- A atitude de que as oportunidades identificadas não vão funcionar (comportamento do negativismo);
- Não-conhecimento de dados sobre a geração de poluentes e suas obrigações legais (comportamento da desinformação);
- Falta de coordenação e cooperação entre as pessoas e suas atividades (comportamento da incompatibilidade).

Para vencer as barreiras, houve um intensivo e sistemático trabalho de sensibilização, mesmo que repetidas vezes. Outras barreiras, que podem surgir ou estar presentes, foram listadas no Capítulo 2 deste trabalho.

3.1.4 Passo 4: Formulação de objetivos e metas

Os objetivos e as metas devem indicar o alvo a ser atingido pela empresa. Os objetivos devem ser elaborados para conduzir a empresa ao destino definido pela política empresarial. São os compromissos de resultados abrangentes e devem ser ousados, para que haja a motivação dos envolvidos. Os objetivos, segundo Reis (2002, p. 50), devem atingir os seguintes pontos:

- “ - *Devem ser estabelecidos por pessoas envolvidas funcionalmente com a atividade;*
- *Devem focalizar a redução dos riscos ambientais;*
- *Devem ser exigentes;*
- *Devem demonstrar o compromisso com a melhoria contínua;*

- Devem ser quantificados, sempre que possível;
- Devem ter prazos especificados para o seu atendimento.”

As metas são as ações que buscam alcançar os objetivos, e que, segundo Dornelas (2001), devem ser **SMART**: eSpecíficas, Mensuráveis, Atingíveis, Relevantes e Temporais.

Para direcionar o Programa PML, devem-se estabelecer objetivos e metas. E, pelo conceito acima descrito, pode-se dizer que os objetivos e as metas têm de ser direcionadas à política ambiental, mensuráveis ao longo do Programa, entendidas e aceitas pelos responsáveis por sua consolidação, motivadoras e atingíveis no prazo do Programa.

Os objetivos e as metas ambientais da empresa, segundo a ISO 14001:1996, devem ser estabelecidos a partir do conhecimento de suas atividades, produtos e/ou serviços, que podem interagir com o meio ambiente e seus respectivos impactos. Então, como no Programa PML as metas devem ser estabelecidas antes do diagnóstico empresarial, elas devem ser ajustadas à medida que o Programa avança, permitindo ampliar a gama de possibilidades que aparece.

Apesar do mérito em estabelecer objetivos e metas, não se definiram os objetivos nem as metas na empresa em estudo. A empresa não tinha passado até então por nenhuma experiência na área de meio ambiente e, como essa era a sua primeira inovação na esfera ambiental, relutou-se bastante quanto a possíveis resultados e quais seriam eles.

Mas, no decorrer dos trabalhos, comprovou-se que diversas falhas poderiam ter como origem a ausência de objetivos que respaldassem a política ambiental.

Acredita-se que a elaboração de um plano de ação baseado nas informações obtidas e atividades realizadas nessa etapa proporciona um acompanhamento mais coerente do Programa e possibilita a visualização das atividades, seus prazos e os responsáveis pela sua execução.

Após a realização de todo o estágio 1, responde-se a um *checklist* para a verificação do seu cumprimento. Na empresa, foram obtidas as conclusões apresentadas na Tabela 3.1 a seguir.

Tabela 3.1 – Checklist de avaliação do estágio 1 – Planejamento

Avaliação da Implementação PML – Estágio 1				
Descrição		Sim	Não	Sem importância
1	Existe comprometimento da gerência da empresa para com o Programa?	X		
2	Foi elaborada uma política ambiental para sustentar o Programa?	X		
3	Foram mobilizados recursos humanos para a realização do Programa?	X		
4	Os funcionários foram devidamente sensibilizados a atuar em prol do Programa?	X		
5	Foram estabelecidas metas e objetivos para conduzir o Programa?		X	
6	Desenvolveu-se um plano de acompanhamento do Programa?			X
7	Identificaram-se as barreiras para a realização do Programa?	X		
8	Ficou claro se existe a possibilidade de superar as barreiras identificadas?	X		

Classificou-se o item 6 “Realização de Plano de Ação” como sem importância para o Ecotime por não haver domínio da metodologia naquele momento, pois houve receio de programar algo desconhecido.

3.2 Segundo estágio: Diagnóstico

Após o primeiro estágio, que é o planejamento, passa-se ao 2º estágio do Programa PML, o diagnóstico. Ele se relaciona com a fase de conhecimento das atividades a serem tratadas. A norma ISO 14004 (1996) refere-se ao diagnóstico como o conhecimento do posicionamento atual de uma empresa em relação ao meio ambiente. Indica, dentre outros, os seguintes tópicos a serem abordados: identificação dos requisitos legais, identificação dos aspectos ambientais, procedimentos de gestão ambiental existentes, oportunidades de vantagens competitivas e pontos de vista das partes interessadas.

O diagnóstico da PML é constituído pelos seguintes passos:

Passo	Descrição
5	Investigação do atendimento aos requisitos legais.
6	Conhecimento do <i>layout</i> .
7	Elaboração do fluxograma de processo.
8	Análise dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> .
9	Identificação dos focos do estágio de avaliação.

Observa-se que a numeração dos passos desse estágio dá continuidade aos do estágio anterior.

3.2.1 Passo 5: Investigação do atendimento aos requisitos legais

Requisitos legais são exigências relativas à lei jurídica, normas e regulamentos. Os vários requisitos legais que devem ser analisados são: a legislação ambiental (nos âmbitos federal, estadual e municipal), as normas técnicas, as licenças de instalação/operação, as políticas ambientais corporativas e as diversas partes interessadas.

Com a finalidade de identificar em que condições se encontra a empresa com relação ao cumprimento dos requisitos legais, efetua-se uma investigação dos requisitos que correspondem às atividades e aos produtos utilizados e comercializados pela empresa.

O Programa PML deve seguir conforme está estipulado no item 4.3.2 da norma ISO 14001 (1996): *“A organização deve estabelecer e manter procedimento para identificar e ter acesso à legislação e outros requisitos por ela subscritos, aplicáveis aos aspectos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços.”*

Deve-se pesquisar quais as deficiências a empresa tem, para suprimi-las. Alguns dos assuntos a serem averiguados são os seguintes:

- Licenciamento ambiental;
- Uso de águas;
- Efluentes e emissões atmosféricas;
- Óleos lubrificantes;
- Pilhas e baterias;
- Resíduos sólidos industriais;
- Resíduos de saúde;
- Produtos químicos;
- Transporte de cargas perigosas;
- Pneumáticos;
- Gases clorofluorcarbonos (CFC);
- Ruídos.

A investigação dos requisitos proporciona a obtenção de dados que direcionam a empresa rumo ao excelente desempenho ambiental.

Apontaram-se, na empresa em estudo, por meio dessa investigação, as falhas apresentadas na Tabela 3.2 a seguir.

Tabela 3.2 – Falhas no atendimento de requisitos legais

Assunto	Falha
Efluentes	Destino em rede inapropriada de despejo.
Óleo lubrificante usado e contaminado	Não atende ao requisito de recolhimento e disposição adequado.
Pilhas e baterias	Armazenamento impróprio.
Produtos químicos, como tintas, vernizes e colas	Deposição em recipientes inadequados.
CFC	Existência de ares-condicionados antigos que ainda utilizam o gás clorofluorcarbono.

Pelo quadro, concebe-se que áreas podem ser trabalhadas com a finalidade de tornar a empresa legalmente correta, eliminando as não-conformidades.

3.2.2 Passo 6: Conhecimento do *layout*

Distinguir o *layout* da empresa representa o primeiro passo no sentido do diagnóstico empresarial. O *layout* é a representação gráfica que mostra como as instalações (equipamentos, materiais, pessoas) estão situadas. Resumindo, é o arranjo físico da empresa.

Visualiza-se, pelo *layout*, o fluxo de materiais e dos produtos em elaboração. Conhece-se também o fluxo de informação, a distância percorrida nos diversos processos e como estão localizados os estoques de produtos acabados e intermediários.

O *layout* do estudo de caso reflete o posicionamento dos processos necessários para a elaboração do principal produto e o fluxo de transformação desse produto. O *layout* da empresa em estudo está representado na Figura 3.3 a seguir. A figura não está em escala e nem com ilustrações. Tem somente a finalidade de apresentar o posicionamento esquemático dos diversos processos.

É possível ver como funciona o fluxo de processamento do principal produto da empresa, o qual passa por 10 etapas, desde o recebimento das matérias-primas até a expedição do produto acabado para o cliente.

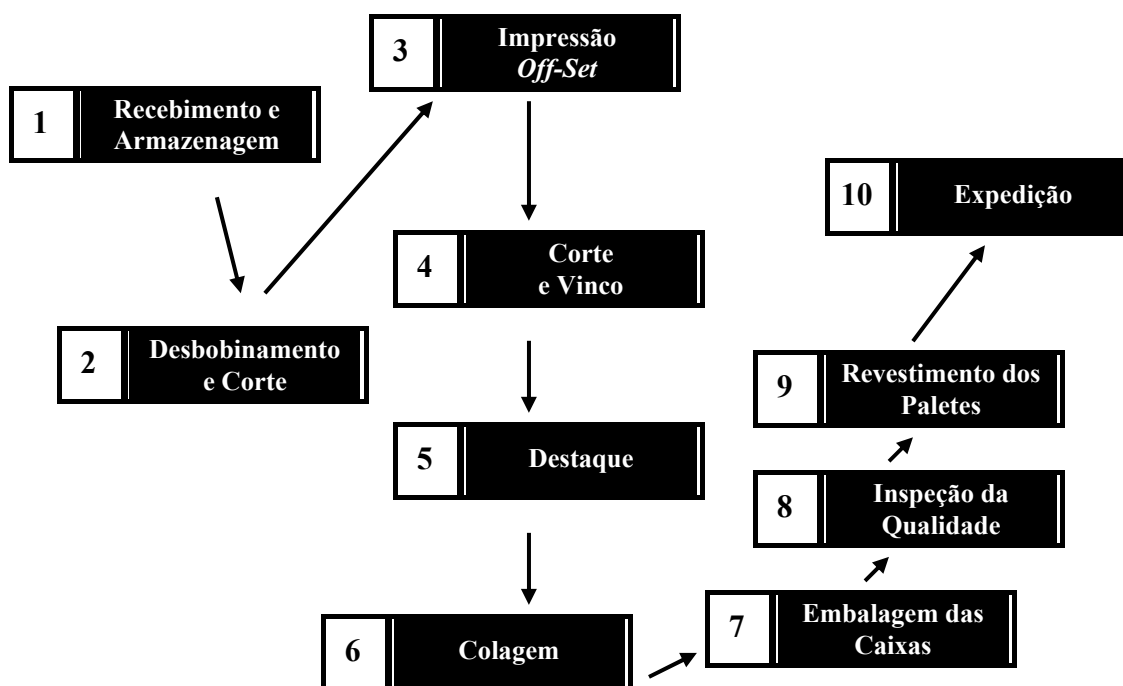


Figura 3.3 – Layout em forma de diagrama da produção da empresa

3.2.3 Passo 7: Elaboração do fluxograma do processo

A composição de um gráfico de fluxo de processo é um elemento imprescindível para o desenvolvimento do programa. Esse 3º passo do estágio de diagnóstico pode ser conceituado como diagnóstico qualitativo do desempenho. Diz-se qualitativo por apresentar simplesmente os elementos envolvidos na produção, sem se ater a especificidades como: quantificação, caracterização, custeio e outros. Um método qualitativo é definido por Moreira (2000) como um método que se respalda no julgamento de pessoas, de forma direta e indireta.

Define-se o gráfico de fluxo do processo como uma técnica que possibilita o registro dos processos de forma simples e compacta, permitindo um fácil entendimento. O gráfico apresenta as diversas atividades relativas à execução de uma tarefa específica ou de uma série de ações. Também permite registrar o andamento dos processos ao longo de uma ou de diversas seções ou departamentos da empresa (Barnes, 1997).

Para a PML, utiliza-se o gráfico de fluxo de processo na forma de diagrama de blocos, no qual se podem visualizar os componentes que entram no processo (*inputs*) e os componentes que saem (*outputs*). Diferentemente dos fluxos convencionais, devem-se mencionar os resíduos e os distúrbios originados nas atividades.

O modelo apresentado na Figura 3.4 abaixo mostra como se estrutura o diagrama de blocos.

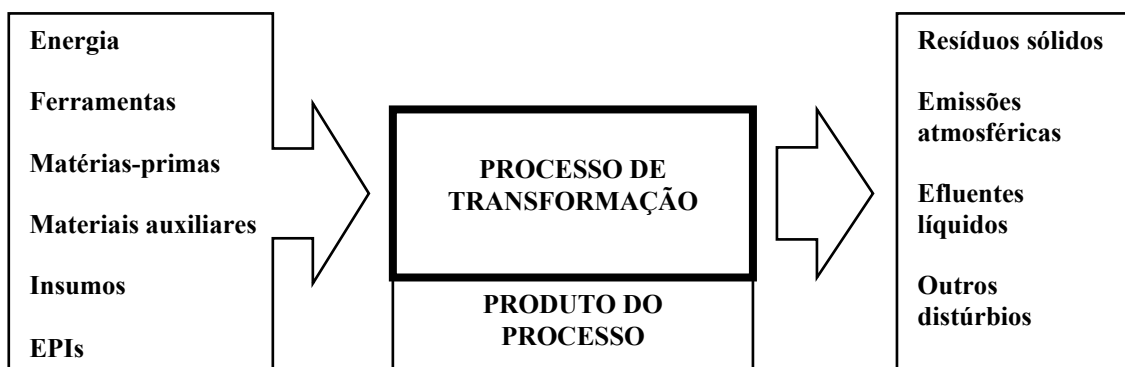


Figura 3.4 – Diagrama de blocos

São três os fluxogramas a ser elaborados:

1. O fluxograma global: descreve de forma generalizada e resumida apenas os componentes (*inputs* e *outputs*) que integram a empresa e apresenta os principais elementos que fazem parte dos processos;
2. O fluxograma intermediário: retrata o setor que é o alvo do estudo. Por esse gráfico, é possível observar os processos que compõem a seção e seus objetivos;
3. O fluxograma específico: representa um processo ou a fabricação de um produto específico. Podem-se ver os detalhes do processo ou da linha de fabricação.

Na realização do Programa de Produção Mais Limpa, dependendo do objetivo do trabalho, são usados ou não os três fluxogramas. Estará submetido ao nível de detalhe necessário à compreensão das atividades. Porém, o fluxograma específico só deverá ser efetuado após o conhecimento do foco da avaliação, ou seja, será elaborado somente depois do Passo 9, que se refere à identificação do foco da avaliação.

Na empresa-escopo deste trabalho, foram somente elaborados os fluxogramas global e intermediário, devido ao fato de o Ecotime escolher apenas trabalhar o produto mais significativo produzido pela empresa (aquele mais produzido), e, de acordo com os focos estabelecidos, não se fez necessária a elaboração do específico. Tratou-se nesse caso o fluxograma intermediário como específico, pois, na verdade, o intermediário deveria contemplar todos os processos, seus respectivos fluxos e produtos da seção estudada, e não apenas os processos e o fluxo de fabricação do produto principal da empresa.

Os fluxogramas, por serem uma representação gráfica do seqüenciamento das atividades, são imprescindíveis à etapa de diagnóstico. Por meio deles consegue-se ver o

funcionamento da empresa. Os fluxogramas global e intermediário obtidos na empresa são apresentados nas Figuras 3.5 e 3.6 a seguir. A Figura 3.6, por ser extensa demais, e não ter como reduzi-la, foi inserida em mais de uma página.

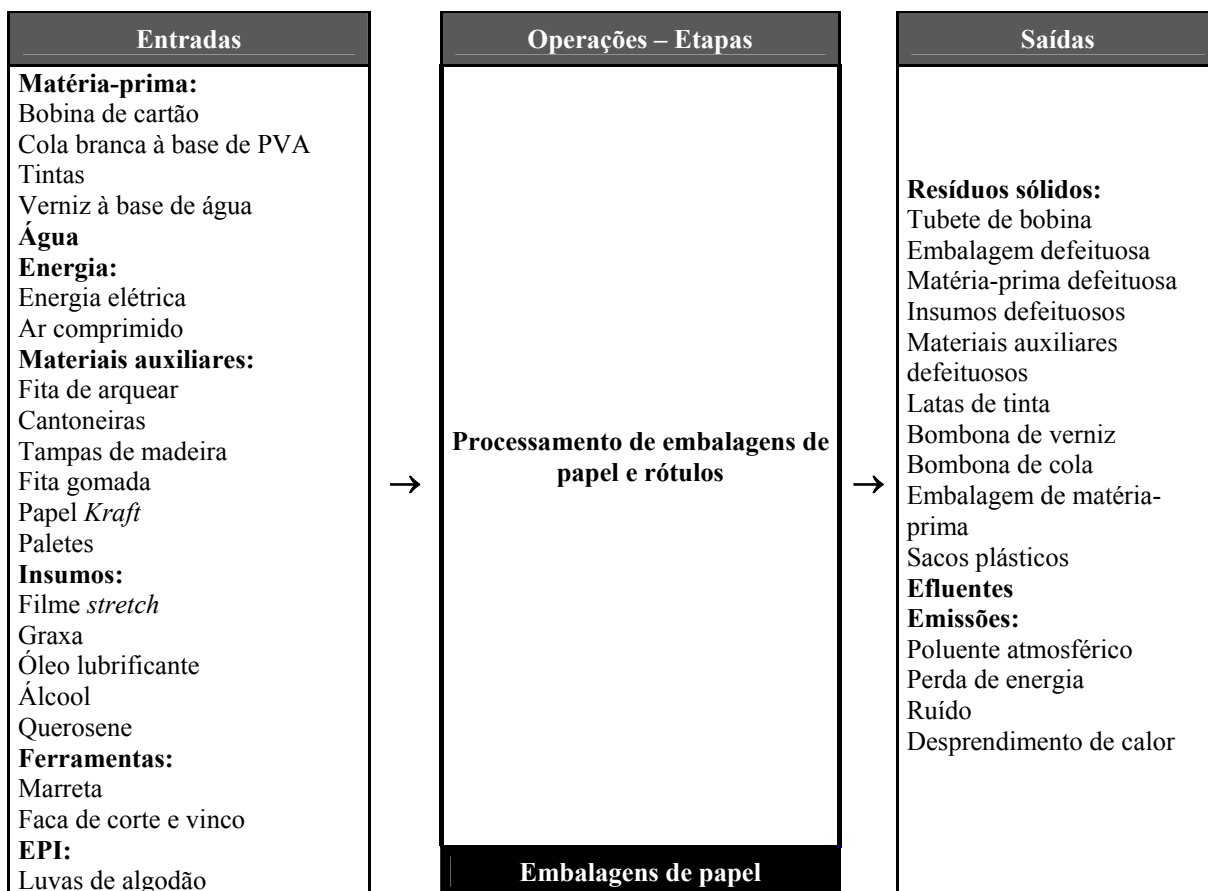


Figura 3.5 – Fluxograma global da empresa

Como este trabalho não tem a função de abranger todos os processos existentes na empresa, trabalhou-se apenas com o seu principal produto, e, conseqüentemente, seus processos.

Operações como estocagem e espera estão incluídas nos processos definidos a seguir. Para entender como funcionam essas operações, deve-se fazer o fluxograma específico de cada operação.

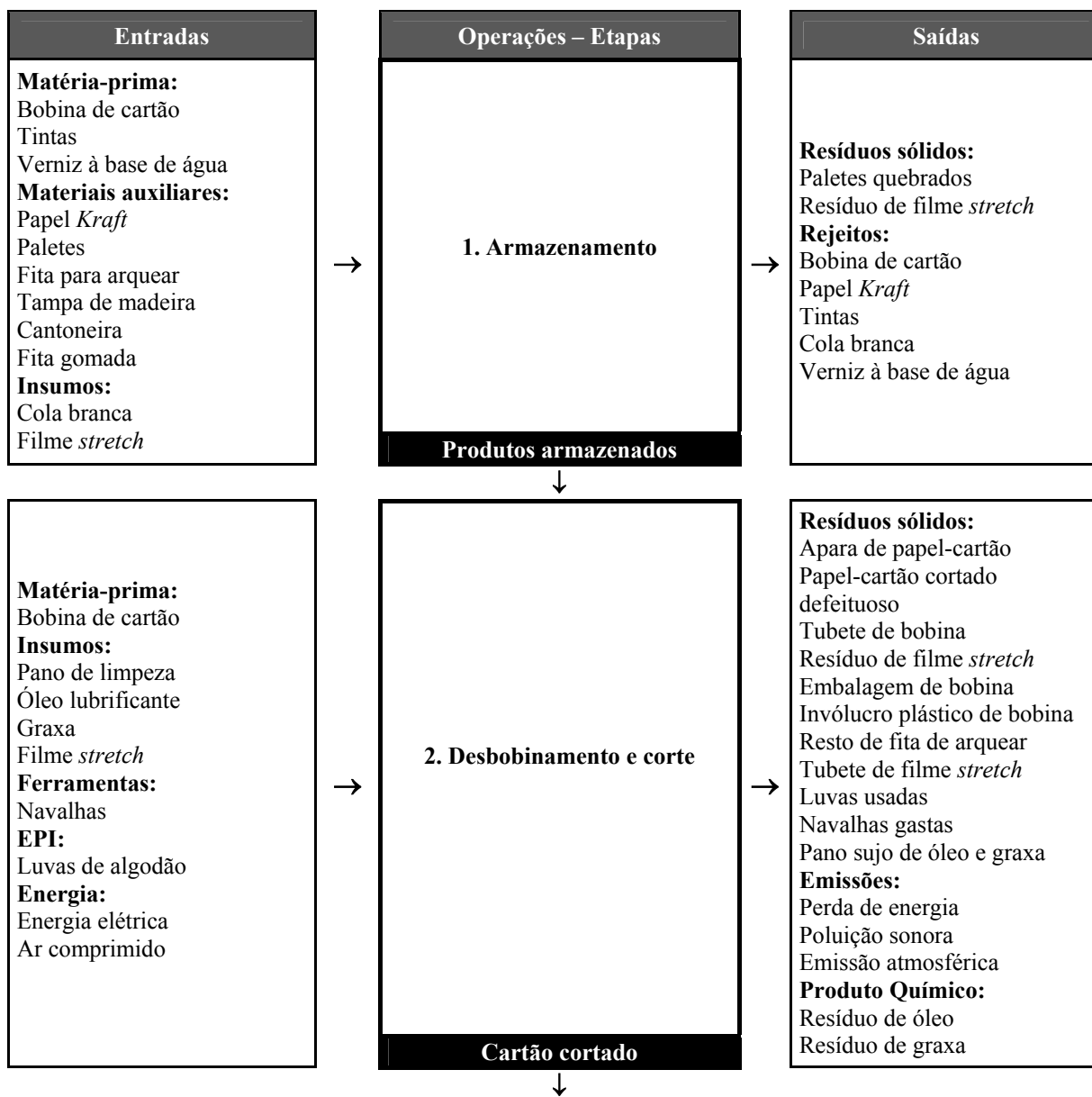


Figura 3.6 (a) – Fluxograma intermediário da fabricação de embalagens de papel cartonado simples

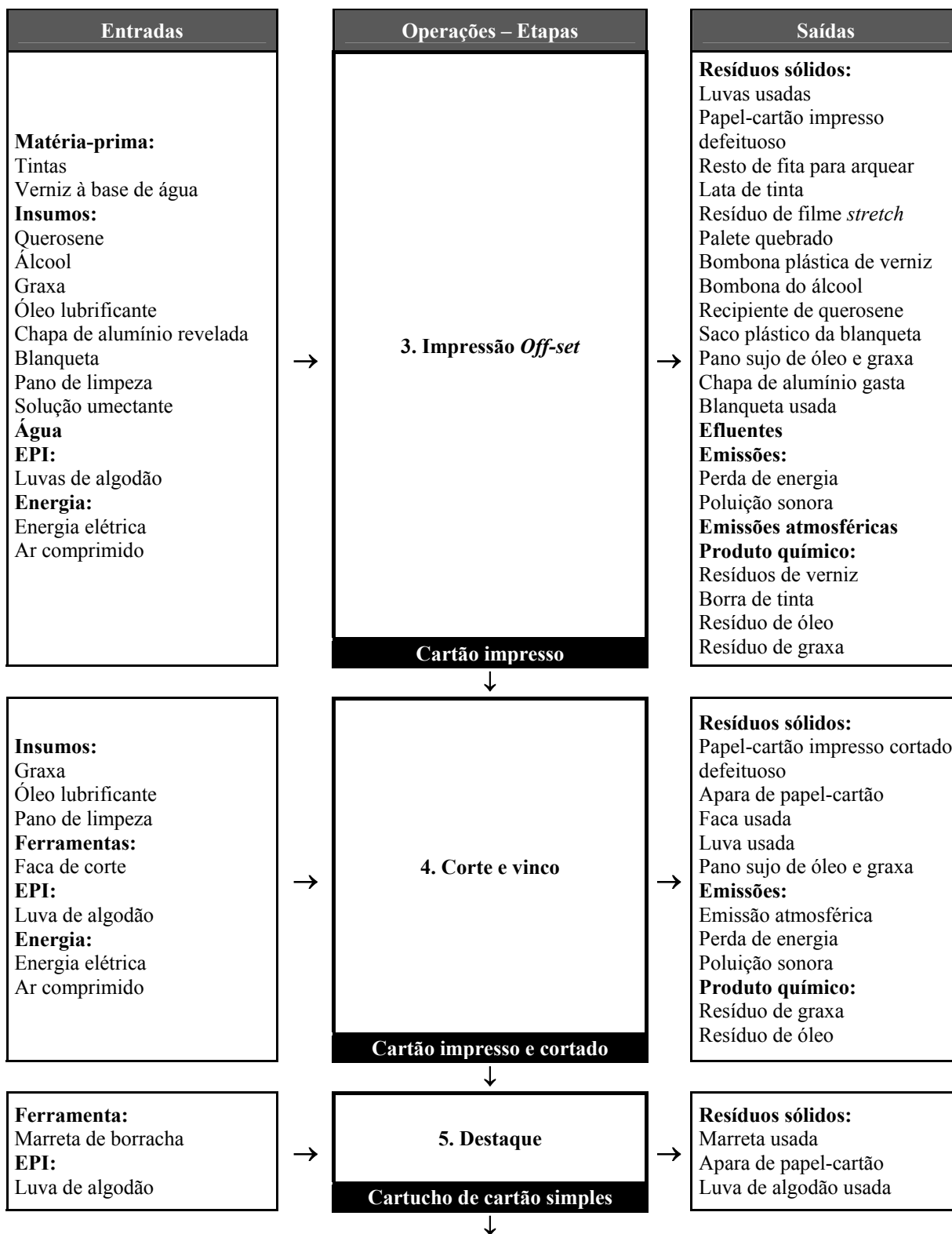


Figura 3.6 (b) – Fluxograma intermediário da fabricação de embalagens de papel cartonado simples



Figura 3.6 (c) – Fluxograma intermediário da fabricação de embalagens de papel cartonado simples

3.2.4 Passo 8: Análise dos *inputs* e *outputs*

Com o 4º passo do estágio de planejamento do Programa PML, passa-se a ter a análise dos *inputs* e *outputs*. Por meio dessa análise, obtém-se a capacidade de determinar os pontos que deverão ser o alvo do Programa. Para efetuar a análise, devem-se conhecer os componentes de entrada nos processos, em termos de classificação e quantidade, e de saída dos processos, para determinar o grau de eficiência dos processos. Esse levantamento inicial das entradas e saídas deve basear-se em registros históricos da empresa, mas, na inexistência desses, deve-se executar um monitoramento para conhecê-los. Contudo, não deve ser realizado nesse momento um controle complexo ou complicado, o qual deverá ser realizado num estágio posterior. Deve-se realizar um monitoramento que forneça informações aproximadas, de modo a permitir uma comparação com o período pós-implementação das melhorias.

Com o conhecimento desses dados, fica mais fácil discernir a adequação da empresa aos requisitos legais (legislações e normas ambientais) que não puderam ser respondidos em um passo anterior.

Para servirem de base como comparativo das implementações a serem feitas, os dados iniciais da empresa ora estudada foram obtidos de diversas fontes. Seguiram-se os elementos de entrada e saída do fluxograma de processo.

3.2.4.1 Dados preliminares

Os dados preliminares foram coletados nas informações já existentes na empresa. As informações não existentes foram estimadas pela equipe Ecotime.

Obtiveram-se, nesse estudo, as informações prévias contidas nas tabelas a seguir, com base no ano de 2001.

Tabela 3.3 – Avaliação da produção do principal produto em 2001

Produto	Quantidade anual
Embalagem de papel cartonado	5.570.235 kg

A embalagem de papel cartonado corresponde a 66% da quantidade em peso dos produtos produzidos pela empresa, sendo a embalagem de papel cartonado simples responsável por cerca de 80% de todo esse tipo de embalagem (fabrica-se também a embalagem cartonada plastificada).

Tabela 3.4 – Avaliação da utilização das principais matérias-primas em 2001

Matéria-prima	Papel-cartão	Tinta	Verniz	Cola branca
Quantidade anual	3.713 t	26,5 t	27 t	12 t
Custo unitário	R\$ 1.480,00/t	R\$ 14.670,00/t	R\$ 4.700,00/t	R\$ 8.000,00/t
Custo Total anual	R\$ 5.495.240,00	R\$ 388.755,00	R\$ 126.900,00	R\$ 96.000,00
Percentual da matéria-prima incorporada pelo produto	100%	100%	100%	100%
Percentual da matéria-prima na composição do produto	94%	3%	1%	2%
Etapa produtiva	Todos os processos	Impressão <i>Off-set</i>	Impressão <i>Off-set</i>	Colagem
Material perigoso?	Não	Sim	Sim	Não

Na Tabela 3.4, percebe-se que a principal matéria-prima é o papel-cartão. Por isso, deve-se dar uma maior atenção a tal componente.

Tabela 3.5 – Avaliação da utilização de insumos e materiais auxiliares em 2001

Descrição	Quantidade anual	Custo unitário (R\$)	Custo total anual (R\$)
<i>Papel Kraft</i>	39,6 t	1.500,00/t	59.400,00
Blanqueta	216 ud	245,00/ud	52.920,00
Álcool isopropílico	17.118 l	2,50/l	42.795,00
Filme <i>stretch</i>	11,2 t	3.600,00/t	40.320,00
Paletes	2.634 ud	5,00/ud	13.170,00
Fita gomada	6,15 t	2.070,00/t	12.730,50
Solução umectante	1.320 l	5,94/l	7.840,80
Chapa de alumínio	312 ud	20,00/ud	6.240,00
Tampa de madeira	1.518 ud	4,00/ud	6.072,00
Cantoneira	11.400 m	0,48/m	5.472,00
Graxa	460 kg	7,95/kg	3.657,00
Fita para arquear	16.638 m	0,08/m	1.331,04
Querosene	600 l	1,84/l	1.104,00
Marreta de borracha	10 ud	103,00/ud	1.030,00
Óleo lubrificante	2.255 l	0,45/l	1.014,75
Luva de algodão	510 pç	1,50/pç	765,00

Percebe-se pela Tabela 3.5 que 25% dos materiais avaliados (os quatro primeiros) correspondem a 76% do custo com a aquisição desses materiais.

Tabela 3.6 – Avaliação do consumo de água em 2001

Procedência da água	Quantidade anual
Poço	16.224 m ³ /ano

Na Tabela 3.6, aparece apenas o consumo de poço, pois todo consumo de água da empresa veio de poços da própria empresa. Não houve consumo da rede pública.

O consumo de energia durante o ano de 2001 encontra-se na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 – Avaliação do consumo de energia elétrica em 2001

Mês	Consumo (kWh)	Mês	Consumo (kWh)
Janeiro	99.244	Julho	89.370
Fevereiro	104.430	Agosto	94.592
Março	88.113	Setembro	98.902
Abril	99.709	Outubro	82.317
Maió	80.616	Novembro	97.219
Junho	72.624	Dezembro	105.156
Consumo médio mensal		92.691 kWh	
Consumo mínimo mensal		72.624 kWh	
Consumo máximo mensal		105.156 kWh	
Consumo anual		1.112.290 kWh	

A Tabela 3.8 apresenta a avaliação quantitativa dos efluentes. O efluente sanitário foi estimado com base na norma NBR 7229 (1982). A norma estipula a contribuição de esgoto por pessoa em uma fábrica em 70 litros/dia. Então, como a empresa emprega 320 funcionários (incluindo os fixos e os terceirizados) e funciona 365 dias no ano, chega-se ao volume anual de efluente sanitário da ordem de 8.176 m³ (70 litros/pessoa.dia x 320 pessoas x 365 dias/ano).

Tabela 3.8 – Avaliação da geração de efluentes em 2001

Tipo	Quantidade anual
Efluente sanitário	8.176 m ³ /ano
Efluente industrial	Sem dados

Visualiza-se na Tabela 3.9 a seguir quanto custa para a empresa produzir resíduos. O resíduo, além de ser uma matéria-prima não utilizada, custa o valor da aquisição da matéria-prima e resulta em despesas para ser eliminado da área da empresa. Ele vai continuar a existir até que seja utilizado em algum processo de reciclagem, como parte de outro produto ou disposto em áreas externas.

Tabela 3.9 – Avaliação dos resíduos gerados em 2001

Resíduos	Quantidade anual (A)	Custo da Matéria-prima (R\$) (B)	Custos para destino dos resíduos						Total (R\$) (I)=(AxB+G-H)	Destino	
			Armazenagem (R\$) (C)	Tratamento (R\$) (D)	Transporte (R\$) (E)	Disposição (R\$) (F)	Subtotal (R\$) (G)=(C+D+E+F)	Valor de venda (R\$) (H)			
Apara de cartão simples	950,0 t	1.480,00	500,00	25.085,00	-	-	-	25.585,00	123.500,00	1.308.085,00	Reciclador
Paletes e tampas de madeira	120,0 t	600,00	180,00	-	-	-	-	180,00	-	72.180,00	Reciclador
Tubetes em geral	27,0 t	1.362,00	60,00	-	-	-	-	60,00	-	36.834,00	Lixão
Invólucro de bobina	7,65 t	1.362,00	180,00	61,13	-	-	-	241,13	1.147,50	9.512,93	Reuso
Filme <i>stretch</i>	3,6 t	3.600,00	180,00	-	-	-	-	180,00	216,00	12.924,00	Reciclador
Chapa de alumínio	1,5 t	7.944,00	60,00	-	-	-	-	60,00	3.000,00	8.976,00	Reuso
Óleo lubrificante usado	400,0 l	4,00	60,00	-	-	-	-	60,00	40,00	1.620,00	Reciclador

A Tabela 3.10 apresenta uma descrição sucinta das instalações e dos processos de fabricação, realizada pelo Ecotime.

Tabela 3.10 – Descrição dos processos pré-existentis

No layout atual, existem processos muito afastados entre si, causando longos transportes dos produtos em processo. Os excessos de estoques intermediários são bem visíveis e dificultam a movimentação interna.

Nesse tipo de atividade, o retrabalho praticamente não ocorre, pois, uma vez feito errado, não tem como reprocessar (perde-se toda a matéria-prima). O defeituoso é disposto como resíduo.

As instalações fabris são limpas e procura-se sempre manter a ordem (programa 5S).

Pelo fato de que os equipamentos funcionam 24 horas por dia, utiliza-se principalmente a manutenção corretiva.

No aspecto tecnológico dos processos, pode-se relatar que as operações de desbobinamento e corte, impressão off-set, corte e vinco e colagem são bem automatizadas e necessitam do homem apenas para trabalhos de troca de ferramenta, de alimentação de matéria-prima, de retirada do produto em processo e de controle de qualidade.

3.2.4.2 Avaliação de aspectos e impactos ambientais

Deve ser elaborada também neste passo a avaliação de aspectos e impactos ambientais. Essa avaliação objetiva a identificação dos aspectos, que são elementos das atividades, produtos e serviços que podem afetar o meio ambiente, e dos seus impactos na natureza, o que significa qualquer modificação no meio ambiente, quer adversa ou benéfica, total ou parcialmente resultante das atividades, produtos ou serviços de uma empresa.

Conhecem-se, por meio dessa investigação, quais são os aspectos significativos. Cajazeira (1998) define como aspecto ambiental significativo aquele que contribua ou possa contribuir com alterações significativas no meio ambiente (impactos ambientais significativos). Reis (2002, p. 44) classifica os impactos ambientais significativos como mudanças que:

- “ 1. Resultem de uma emissão direta de substâncias tóxicas ou de difícil degradação;
2. Resultem do mau gerenciamento dos recursos, matérias-primas ou resíduos;
3. Provoquem dispêndio de recursos que poderiam ser evitados;
4. Sejam causadores de uma não-conformidade legal;
5. Sejam significativos para as partes interessadas;
6. Impeçam o desenvolvimento estratégico da empresa;
7. Sejam causadores de grave prejuízo financeiro ou à imagem da empresa.”

A norma ISO 14001 (1996) exige no seu requisito 4.3.1, requisito idêntico ao Programa PML: “*A organização deve estabelecer e manter procedimento(s) para identificar os aspectos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços que possam por ela ser controlados e sobre os quais presume-se que ela tenha influência, a fim de determinar aqueles que tenham ou possam ter impacto significativo sobre o meio ambiente.*”

Com essa tarefa, assim como a ISO 14001:1996, permite-se priorizar as ações de enfoque ambiental por meio dos aspectos mais impactantes. Assim, é preciso conhecer o tipo de impacto (se negativo ou positivo) e o seu grau de atuação. Neste estudo, foi utilizada a metodologia de avaliação de aspectos e impactos ambientais desenvolvida pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL). Essa metodologia procura atender à recomendação do anexo A da norma ISO 14001 (1996), que sugere que a avaliação ambiental atenda às seguintes áreas: requisitos legais, identificação dos aspectos ambientais significativos, exame dos procedimentos ambientais existentes e avaliação das informações existentes sobre os incidentes anteriores.

A Planilha de aspectos e impactos desenvolvida pelo CNTL contempla a severidade do aspecto, a probabilidade de ocorrência do impacto, a existência de requisitos legais e a existência de medidas para o controle do impacto. Utiliza-se para isso o fluxograma intermediário, pois ainda não foram estabelecidos os focos de estudo e, portanto, o fluxograma específico ainda não está delineado.

Trabalha-se com a pontuação dos aspectos e priorizam-se aqueles que adquirem maiores valores.

Há oito etapas para o preenchimento da Planilha: descrição do aspecto ambiental, manifestação do impacto, probabilidade de ocorrência, importância do aspecto, requisitos legais, medidas de controle, resultado da análise e priorização. As etapas serão apresentadas a seguir.

1. **Descrição do aspecto ambiental:** obtêm-se os aspectos do fluxograma intermediário de processos já levantados.
2. **Manifestação do impacto:** identificação das manifestações dos impactos ambientais, supondo-se que não existe nenhuma forma de controle desses impactos. As manifestações ocorrem de forma diferenciada, dependendo do tipo de aspecto: se são de entrada ou de saída.

As manifestações dos aspectos de entrada são aquelas relativas ao uso dos recursos naturais e as dos aspectos de saída são: contaminação das águas, contaminação do solo, contaminação das águas subterrâneas e contaminação do ar. Também pode ocorrer o

incômodo nas diversas partes interessadas exógenas à empresa, tais como: comunidade vizinha, clientes, governo etc.

A pontuação referente ao grau de intensidade do impacto obtido pelas manifestações de impacto baseia-se na capacidade da natureza de suportar ou reverter os efeitos do impacto e segue as seguintes regras:

- Para os aspectos de saída do processo, pontua-se de acordo com a Tabela 3.11, apresentada a seguir.

Tabela 3.11 – Pontuação do grau de intensidade de impacto para aspectos de saída

Grau	Descrição	Peso
Baixo	Eventos que afetam o meio ambiente, mas que por meio de ação simples e imediata consegue-se remediar o dano potencial.	1
Médio	Eventos que atingem o meio ambiente, mas que por meio de ação simples e imediata, com disponibilização de recursos e/ou apoio, consegue-se remediar o dano potencial.	2
Alto	Eventos que têm a potencialidade de causar danos significativos ao meio ambiente.	3

- Já para os aspectos de entrada no processo, pontua-se conforme as Tabelas 3.12 e 3.13 a seguir.

Tabela 3.12 – Pontuação dos aspectos de entrada com relação a insumos

Consumo por mês	Peso
Até 25% (utilização no processo) do consumo total (todos os processos contemplados)	1
De 26 a 50% do consumo total	2
De 51 a 75% do consumo total	3
Mais de 75% do consumo total	4

Tabela 3.13 – Pontuação dos aspectos de entrada com relação a matérias-primas e materiais auxiliares

Consumo por mês	Severidade	
	Produtos Perigosos	Produtos Não-Perigosos
Até 30% (utilização no processo) do consumo total (todos os processos contemplados)	2	1
De 31% a 60% do consumo total	3	2
Mais de 60% do consumo total	4	2

- 3. Probabilidade de ocorrência:** informar a frequência com que surge o aspecto estudado. Existem três tipos de classificações de ocorrência, que são apresentados na Tabela 3.14.

Tabela 3.14 – Pontuação da probabilidade de ocorrência

Grau	Descrição	Peso
Baixo	Aspectos que raramente aparecem. Ocorrem por acidente.	1
Médio	Aspectos que surgem frequentemente. São aspectos de manutenção.	2
Alto	Aspectos que ocorrem de forma contínua. São aspectos rotineiros.	3

4. **Importância do aspecto:** indica pela multiplicação da manifestação de impacto e da probabilidade de ocorrência a gravidade do impacto. Os graus de gravidade e seus respectivos valores são apresentados na Tabela 3.15 a seguir.

Tabela 3.15 – Grau de importância do aspecto em função da gravidade obtida

Importância	Gravidade
Crítico	De 9 a 12
Médio	De 5 a 8
Baixo	Abaixo de 5

5. **Requisitos legais:** investiga-se a existência de requisitos legais referentes ao aspecto estudado. A pontuação é baseada na existência ou não de requisitos, conforme a Tabela 3.16.

Tabela 3.16 – Pontuação pela existência de requisitos legais

Existem requisitos	Valor
Sim	5
Não	0

6. **Medidas de controle:** define-se quais são as ações (procedimentos e equipamentos) para evitar ou minimizar o impacto proveniente do aspecto estudado. Se não houver requisitos legais, pontua-se zero. Mas existindo os requisitos, efetua-se a pontuação de acordo com a Tabela 3.17 a seguir.

Tabela 3.17 – Pontuação pelo uso de medidas de controle

Medidas de controle	Valor
Existindo, sendo eficazes e atendendo aos requisitos legais	0
Existindo, não sendo eficazes e/ou não atendendo à legislação	3
Não existem	6

Se existir medida de controle, deve descrevê-la na coluna apropriada.

7. **Resultado da análise:** somatório da importância do aspecto, requisitos legais e medida de controle. Os maiores valores são os mais críticos a ser estudados do ponto de vista ambiental.
8. **Priorização:** prioriza-se o estudo dos aspectos e de seus respectivos impactos em função do resultado da análise. Priorizam-se os aspectos do maior para o menor resultado.

A Planilha de aspectos e impactos da empresa em estudo está representada na Tabela 3.18 a seguir. A tabela elaborada contempla os processos definidos pelo fluxograma intermediário. Os aspectos analisados fazem parte das entradas e saídas dos processos estudados.

Tabela 3.18 – Planilha de avaliação de aspectos e impactos ambientais

Número da operação / etapa	Descrição do Aspecto	Severidade				Probabilidade (P)	Importância do Impacto I = Sv x P	Existência Requisito Legal? 1-Não 5-Sim	Existência Medida de Controle? 0-Sim 3-Sim mas não atende 6-Não	Resultado (soma) R = I+RL+MC	Priorização (grau de importância vai do menor para o maior)	Medida de Controle
		Entradas		Saídas								
		Uso de Recursos Naturais	Contaminação das águas	Contaminação do solo e águas subterrâneas	Contaminação do ar							
1	ARMAZENAMENTO											
	ENTRADA DE:											
	INEXISTE CONSUMO NESTA ETAPA											
	SAÍDA DE:											
1.1	Paletes quebrados			1		1	1	5	3	9	6	Doação da madeira.
1.2	Resíduo de filme <i>stretch</i>			1		2	2	5	0	7	8	Venda do plástico para reciclagem.
1.3	Bobina de cartão rejeitado			1		1	1	0	0	1	12	Retorna ao fornecedor.
1.4	Papel <i>kraft</i> rejeitado			1		1	1	0	0	1	12	Retorna ao fornecedor.
1.5	Tinta rejeitada			1		1	1	0	0	1	12	Retorna ao fornecedor.
1.6	Cola branca rejeitada			1		1	1	0	0	1	12	Retorna ao fornecedor.
1.7	Verniz à base de água rejeitado			1		1	1	0	0	1	12	Retorna ao fornecedor.
2	DESOBINAMENTO E CORTE											
	ENTRADA DE:											
2.1	Bobina de cartão	3				3	9	0	0	9	6	
2.2	Pano de limpeza	1				2	2	0	0	2	11	
2.3	Óleo lubrificante	1				2	2	0	0	2	11	

(Continua)

(Continuação da Tabela 3.18)

Número da operação / etapa	Descrição do Aspecto	Severidade					Probabilidade (P)	Importância do Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 1-Não 5-Sim	Existe Medida de Controle? 0-Sim 3-Sim mas não atende 6-Não	Resultado (somatória) R=I+RL+MC	Priorização (grau de importância vai do menor para o maior)	Medida de Controle
		Entradas		Saídas									
		Uso de Recursos Naturais	Contaminação das águas	Contaminação do solo e águas subterrâneas	Contaminação do ar	Incomodo a partes interessadas							
2.4	Graxa	1					2	0	0	2	11		
2.5	Filme <i>stretch</i>	2					3	0	0	6	9		
2.6	Navalhas	1					2	0	0	2	11		
2.7	Luvas de algodão	3					3	0	0	9	6		
2.8	Energia elétrica	1					3	0	0	3	10		
2.9	Ar comprimido	1					3	0	0	3	10		
	SAIDA DE												
2.10	Apara de papel-cartão			2			2	5	0	9	6	Venda do resíduo para reciclagem.	
2.11	Papel-cartão cortado defeituoso			2			2	5	0	9	6	Venda do resíduo para reciclagem.	
2.12	Tubete de bobina			2			2	5	3	12	3	Disposição no lixão.	
2.13	Resíduo de filme <i>stretch</i>			1			2	5	0	7	8	Venda do plástico para reciclagem.	
2.14	Embalagem de bobina			1			2	5	0	7	8	Venda do resíduo para reciclagem.	
2.15	Invólucro plástico de bobina			1			2	5	0	7	8	Venda do plástico para reciclagem.	
2.16	Resto de fita para arquear			1			2	5	3	10	5	Disposição no lixão.	
2.17	Tubete de filme <i>stretch</i>			1			2	5	3	10	5		
2.18	Luvas usadas			1			1	5	3	9	6		
2.19	Navalhas gastas			1			1	5	3	9	6		
2.20	Pano sujo de óleo e graxa			1			2	5	0	7	8	Retorna para o fornecedor, que o reprocessa.	

(Continua)

(Continuação da Tabela 3.18)

Número da operação / etapa	Descrição do Aspecto	Severidade					Probabilidade (P)	Importância do Impacto $I = S_v \times P$	Existe Requisito Legal? 1-Não 5-Sim	Existe Medida de Controle? 0-Sim 3-Sim mas não atende 6-Não	Resultado (somatória) $R = I + RL + MC$	Priorização (grau de importância vai do menor para o maior)	Medida de Controle
		Entradas											
		Uso de Recursos Naturais	Contaminação das águas	Contaminação do solo e águas subterrâneas	Contaminação do ar	Incomodo a partes interessadas							
2.21	Perda de energia			1			3	3	0	0	3	10	
2.22	Poliuição sonora				1		3	3	5	0	8	7	O ruído está abaixo de 85 decibéis.
2.23	Emissão atmosférica				1		3	3	5	3	11	4	Não foram efetuadas medições.
2.24	Resíduo de óleo			1			2	2	5	3	10	5	Não trata de acordo com a legislação.
2.25	Resíduo de graxa			1			2	2	5	3	10	5	Não trata de acordo com a legislação.
3	IMPRESSÃO OFF-SET												
	ENTRADA DE:												
3.1	Tintas	4					3	12	0	0	12	3	
3.2	Verniz à base de água	4					3	12	0	0	12	3	
3.3	Querosene	3					2	6	0	0	6	9	
3.4	Alcool	3					2	6	0	0	6	9	
3.5	Graxa	1					2	2	0	0	2	11	
3.6	Óleo lubrificante	1					2	2	0	0	2	11	
3.7	Água	2					3	6	0	0	6	9	
3.8	Chapa de alumínio revelada	3					2	6	0	0	6	9	
3.9	Blanqueta	3					2	6	0	0	6	9	
3.10	Pano de limpeza	1					2	2	0	0	2	11	

(Continua)

(Continuação da Tabela 3.18)

Número da operação / etapa	Descrição do Aspecto	Uso de Recursos Naturais					Severidade			Probabilidade (P)	Importância do Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 1-Não 5-Sim	Existe Medida de Controle? 0-Sim 3-Sim mas não atende 6-Não	Resultado (soma) R = I+RL+MC	Priorização (grau de importância vai do menor para o maior)	Medida de Controle
		Entradas	Contaminação das águas	Contaminação do solo e águas subterrâneas	Contaminação do ar	Incidência a partes interessadas	Saídas									
3.11	Solução umectante	4							2	8	0	0	8	7		
3.12	Luvas de algodão	1							3	3	0	0	3	10		
3.13	Energia elétrica	1							3	3	0	0	3	10		
3.14	Ar comprimido	1							3	3	0	0	3	10		
	SAÍDA DE:															
3.15	Luvas usadas			1					1	1	5	3	9	6	Disposição no lixão.	
3.16	Papel-cartão impresso defeituoso			2					2	4	5	0	9	6	Venda para reciclagem.	
3.17	Resto de fita para arquear			1					2	2	5	3	10	5		
3.18	Lata de tinta			2					2	4	5	3	12	3		
3.19	Resíduo de filme <i>stretch</i>			2					2	4	5	0	9	6	Venda para reciclagem.	
3.20	Paleta quebrado			1					1	1	5	3	9	6	Doação da madeira.	
3.21	Bombona plástica de solução			1					2	2	5	3	10	5		
3.22	Bombona plástica de verniz			1					2	2	5	3	10	5		
3.23	Bombona de álcool			1					2	2	5	3	10	5		
3.24	Recipiente de querosene			1					2	2	5	3	10	5		
3.25	Saco plástico da blanqueta			1					2	2	5	0	7	8		
3.26	Pano sujo de óleo e graxa			1					2	2	5	0	7	8		
3.27	Chapa de alumínio gasta			1					1	1	5	3	9	6	Venda para fins desconhecidos.	

(Continua)

(Continuação da Tabela 3.18)

Número da operação / etapa	Descrição do Aspecto	Severidade				Probabilidade (P)	Importância do Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 1-Não 5-Sim	Existe Medida de Controle? 0-Sim 3-Sim mas não atende 6-Não	Resultado (somatória) R = I+RL+MC	Priorização (grau de importância vai do menor para o maior)	Medida de Controle
		Entradas										
		Uso de Recursos Naturais	Contaminação das águas	Contaminação do solo e águas subterrâneas	Contaminação do ar							
3.28	Efluentes			1		2	2	5	6	13	2	
3.29	Perda de energia			1		3	3	0	0	3	10	
3.30	Polição sonora				1	3	3	5	0	8	7	O ruído está abaixo de 85 decibéis.
3.31	Emissão atmosférica				1	3	3	5	0	8	7	
3.32	Resíduos de verniz			2		2	4	5	3	12	3	
3.33	Borra de tinta			2		2	4	5	3	12	3	
3.34	Resíduo de óleo			1		2	2	5	3	10	5	Não trata de acordo com a legislação.
3.35	Resíduo de graxa			1		2	2	5	3	10	5	Não trata de acordo com a legislação.
4	CORTE E VINCO											
	ENTRADA DE:											
4.1	Graxa	1				2	2	0	0	2	11	
4.2	Óleo lubrificante	1				2	2	0	0	2	11	
4.3	Pano de limpeza	1				2	2	0	0	2	11	
4.4	Faca de corte	3				3	9	0	0	9	6	
4.5	Luva de algodão	1				3	3	0	0	3	10	
4.6	Energia elétrica	1				3	3	0	0	3	10	
4.7	Ar comprimido	1				3	3	0	0	3	10	

(Continua)

(Continuação da Tabela 3.18)

Número da operação / etapa	Descrição do Aspecto	Severidade						Probabilidade (P)	Importância do Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 1-Não 5-Sim	Existe Medida de Controle? 0-Sim 3-Sim mas não atende 6-Não	Resultado (somatória) R=I+RL+MC	Priorização (grau de importância vai do menor para o maior)	Medida de Controle
		Uso de Recursos Naturais	Contaminação das águas	Contaminação do solo e águas subterrâneas	Contaminação do ar	Incomodo a partes interessadas								
						Entradas	Saídas							
	SAÍDA DE:													
4.8	Papel-cartão impresso cortado defeituoso			2				2	4	5	0	9	6	Venda para reciclagem.
4.9	Apara de papel-cartão			2				2	4	5	0	9	6	Venda para reciclagem.
4.10	Faca usada			1				1	1	5	3	9	6	
4.11	Luva usada			1				1	1	5	3	9	6	
4.12	Pano sujo de óleo e graxa			1				2	2	5	0	7	8	
4.13	Emissão atmosférica				1			3	3	5	3	11	4	Não foram efetuadas medições.
4.14	Perda de energia			1				3	3	0	0	3	10	
4.15	Poluição sonora				1			3	3	5	0	8	7	O ruído está abaixo de 85 decibéis
4.16	Resíduo de graxa			1				2	2	5	3	10	5	Não trata de acordo com a legislação.
4.17	Resíduo de óleo			1				2	2	5	3	10	5	Não trata de acordo com a legislação.
5	DESTAQUE													
	ENTRADA DE:													
5.1	Marreta de borracha	3						3	9	0	0	9	6	
5.2	Luva de algodão	1						3	3	0	0	3	10	
	SAÍDA DE													
5.3	Marreta usada			1				1	1	5	3	9	6	

(Continua)

(Continuação da Tabela 3.18)

Número da operação / etapa	Descrição do Aspecto	Severidade						Probabilidade (P)	Importância do Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 1-Não 5-Sim	Existe Medida de Controle? 0-Sim 3-Sim mas não atende 6-Não	Resultado (somatória) R=I+RL+MC	Priorização (grau de importância vai do menor para o maior)	Medida de Controle
		Entradas			Saídas									
		Uso de Recursos Naturais	Contaminação das águas	Contaminação do solo e águas subterrâneas	Contaminação do ar	Incomodo a partes interessadas								
5.4	Apara de papel-cartão				2			3	6	5	0	11	4	Venda para reciclagem.
5.5	Luva de algodão usada				1			1	1	5	3	9	6	
6	COLAGEM													
	ENTRADA DE:													
6.1	Cola branca à base de PVA	3						3	9	0	0	9	6	
6.2	Pano de limpeza	1						2	2	0	0	2	11	
6.3	Graxa	1						2	2	0	0	2	11	
6.4	Óleo lubrificante	1						2	2	0	0	2	11	
6.5	Luva de algodão	1						3	3	0	0	3	10	
6.6	Energia elétrica	1						3	3	0	0	3	10	
6.7	Ar comprimido	1						3	3	0	0	3	10	
	SAÍDA DE:													
6.8	Caixa de cartão simples defeituosa				2			2	4	5	0	9	6	Venda para reciclagem.
6.9	Bombona de papelão da cola branca				1			2	2	5	3	10	5	Venda para reciclagem.
6.10	Luva de algodão usada				1			1	1	5	3	9	6	
6.11	Pano sujo de óleo e graxa				2			1	2	5	0	7	8	
6.12	Paletes				2			2	4	5	0	9	6	Reutilização em outra etapa.

(Continua)

(Continuação da Tabela 3.18)

Número da operação / etapa	Descrição do Aspecto	Severidade				Probabilidade (P)	Importância do Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 1-Não 5-Sim	Existe Medida de Controle? 0-Sim 3-Sim mas não atende 6-Não	Resultado (somatória) R=I+RL+MC	Priorização (grau de importância vai do menor para o maior)	Medida de Controle
		Entradas										
		Uso de Recursos Naturais	Contaminação das águas	Contaminação do solo e águas subterrâneas	Contaminação do ar							
6.13	Perda de energia			1		3	3	0	3	10		
6.14	Poluição sonora				1	3	3	5	8	7	O ruído está abaixo de 85 decibéis.	
6.15	Emissão atmosférica				1	3	3	5	11	4	Não foram efetuadas medições.	
6.16	Resíduo de cola branca			2		2	4	5	15	1		
6.17	Resíduo de graxa			1		2	2	5	10	5		
6.18	Resíduo de óleo			1		2	2	5	10	5		
7	EMBALAGEM DAS CAIXAS											
	ENTRADA DE:											
7.1	Paletes	1				3	3	0	3	10		
7.2	Papel <i>kraft</i>	3				3	9	0	9	6		
7.3	Fita gomada	3				3	9	0	9	6		
7.4	Água	1				3	3	0	3	10		
7.5	Luva de algodão	1				3	3	0	3	10		
	SAÍDA DE:											
7.6	Resto de papel <i>kraft</i>			1		2	2	5	7	8	Venda para reciclagem.	
7.7	Caixa de cartão simples defeituosa			2		2	4	5	9	6	Venda para reciclagem.	
7.8	Resíduo de fita gomada			1		1	1	5	6	9		

(Continua)

(Continuação da Tabela 3.18)

Número da operação / etapa	Descrição do Aspecto	Uso de Recursos Naturais				Severidade			Probabilidade (P)	Importância do Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 1-Não 5-Sim	Existe Medida de Controle? 0-Sim 3-Sim mas não atende 6-Não	Resultado (somatória) R=I+RL+MC	Priorização (grau de importância vai do menor para o maior)	Medida de Controle
		Entradas	Contaminação das águas	Contaminação do solo e águas subterrâneas	Contaminação do ar	Incomodo a partes interessadas	Saídas								
							Entradas	Saídas							
7.9	Tubete de papel <i>kraft</i>			1				2	2	5	3	10	5		
7.10	Paletes quebrados			1				1	1	5	3	9	6		
7.11	Luva de algodão usada			1				1	1	5	3	9	6		
7.12	Efluente			1				2	2	5	6	13	2		
8	INSPEÇÃO DE QUALIDADE														
	SAÍDA DE:														
8.1	Embalagem de caixa simples defeituosa			2				1	2	5	0	7	8	Venda para reciclagem	
9	REVESTIMENTO DOS PALETES														
	ENTRADA DE:														
9.1	Fita para arquear	1						3	3	0	0	3	10		
9.2	Cantoneira	3						2	6	0	0	6	9		
9.3	Tampa de madeira	3						2	6	0	0	6	9		
9.4	Filme <i>stretch</i>	2						3	6	0	0	6	9		
9.5	Pano de limpeza	1						2	2	0	0	2	11		
9.6	Graxa	1						2	2	0	0	2	11		
9.7	Óleo lubrificante	1						2	2	0	0	2	11		
9.8	Luva de algodão	1						3	3	0	0	3	10		
9.9	Energia elétrica	1						3	3	0	0	3	10		

(Continua)

(Continuação da Tabela 3.18)

Número da operação / etapa	Descrição do Aspecto	Severidade					Probabilidade (P)	Importância do Impacto $I = S \times P$	Existe Requisito Legal? 1-Não 5-Sim	Existe Medida de Controle? 0-Sim 3-Sim mas não atende 6-Não	Resultado (somatória) $R = I + RL + MC$	Priorização (grau de importância vai do menor para o maior)	Medida de Controle
		Entradas	Uso de Recursos Naturais	Contaminação das águas	Saidas								
					Contaminação do solo e águas subterrâneas	Contaminação do ar							
	SAÍDA DE:												
9.10	Resíduo de filme <i>stretch</i>			2			2	4	5	0	9	6	
9.11	Embalagem do filme <i>stretch</i>			2			2	4	5	0	9	6	
9.12	Embalagem da fita para arquear			2			2	4	5	0	9	6	
9.13	Resto de cantoneira			1			2	2	5	3	10	5	
9.14	Resto de fita para arquear			2			2	4	5	3	12	3	
9.15	Tube de filme <i>stretch</i>			2			2	4	5	3	12	3	
9.16	Tampa de madeira quebrada			1			1	1	5	3	9	6	
9.17	Pano sujo de óleo e graxa			1			2	2	5	0	7	8	
9.18	Luva de algodão usada			1			1	1	5	3	9	6	
9.19	Perda de energia			1			3	3	0	0	3	10	
9.20	Poluição sonora					1	3	3	5	0	8	7	O ruído está abaixo de 85 decibéis.
9.21	Emissão atmosférica					1	3	3	5	3	11	4	Não foram efetuadas medições.
9.22	Resíduo de graxa			1			2	2	5	3	10	5	
9.23	Resíduo de óleo			1			2	2	5	3	10	5	
10	EXPEDIÇÃO												
	SAÍDA DE:												
10.1	Resíduo de filme <i>stretch</i>			2			2	4	5	0	9	6	

É importante ressaltar que no trabalho de levantamento dos aspectos/impactos ambientais, além das operações normais dos processos produtivos, as operações anormais (as manutenções, ajustes de máquinas) devem também ser contempladas.

3.2.4.3 Plano de gerenciamento de resíduos

Para melhor conhecer a forma de destinação dos resíduos da empresa, elabora-se o **Plano de gerenciamento de resíduos**. Ele visa identificar cada tipo de resíduo sólido gerado pela empresa e sua respectiva classificação, de acordo com a norma da ABNT NBR 10004:1987. Pela classificação considerada, são estabelecidos os procedimentos para a definição dos sistemas de acondicionamento, transporte, armazenamento e destinação final. De acordo com a norma NBR 10004 (1987), os resíduos sólidos são classificados quanto à sua natureza:

- Classe I - resíduos perigosos: *são os resíduos que em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogeneidade podem apresentar risco à saúde pública, provocando ou contribuindo para o aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada;*
- Classe II - resíduos não-inertes: *são os resíduos que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I (perigosos) e/ou de resíduos classe III (inertes). Podem ter propriedades como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água;*
- Classe III - resíduos inertes: *são os resíduos que, quando submetidos de forma representativa ao teste de solubilização de resíduos (NBR 10006:1987), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água.*

Assim, após a classificação dos resíduos sólidos, torna-se mais fácil estabelecer formas de segregação dos resíduos para posterior fim, como: reutilização, reciclagem, incineração, dentre outras formas.

O Plano de gerenciamento elaborado pela empresa-escopo deste trabalho objetivou compreender como são administrados os resíduos mais gerados pela empresa. Não foram propostas ações concretas imediatas, pois a metodologia de Produção Mais Limpa visa reduzir ou até eliminar a geração dos resíduos. Portanto, no decorrer da aplicação da metodologia emergem naturalmente proposições coerentes como alternativas para os diversos tipos de

resíduos. Foram sugeridas apenas algumas propostas simples de minimização da quantidade dos resíduos gerados.

O Plano de gerenciamento está descrito na Tabela 3.19 a seguir.

Tabela 3.19 – Plano de gerenciamento de resíduos

Informações	Resíduos			
	Aparas de cartão	Filmes plásticos	Chapas de alumínio	Restos de madeira
Composição típica	Papel-cartão, embalagens defeituosas, rebarbas	Filme <i>stretch</i>	Chapas de alumínio	Paletes, tampas de madeira
Fonte geradora	Processos de desbobinamento, corte e vinco e destaque	Processos de impressão <i>off-set</i> e expedição	Processos de impressão <i>off-set</i>	Expedição, recebimento e armazenagem
Contaminantes	Tinta, cola	-	Tinta	-
Classificação	Resíduo de papel e papelão	Resíduo de plástico	Sucata de metais ferrosos	Resíduo de madeira
Quantidade mensal	79,165 t	0,30 t	0,125 t	10,00 t
Forma de acondicionamento	Fardo	Em container	A granel	A granel
Forma de estocagem provisória	Em área aberta	Em área aberta	Em galpão	Em área aberta
Tipo de transporte	Terceirizado	Terceirizado	Terceirizado	Terceirizado
Tipo de tratamento utilizado	Freqüência: regularmente	Freqüência: regularmente	Freqüência: regularmente	Freqüência: regularmente
Destinação final convencional	Prensagem	Nenhum	Nenhum	Nenhum
	Reciclagem externa	Reciclagem externa/ Reprocessamento	Reciclagem externa	Reprocessamento externo
Alternativas de minimização	Melhor projeto de embalagem, negociação com o cliente sobre qualidade, largura da bobina pelo projeto	Diminuição de estoque, de transporte de estoque intermediário, alternativa de proteção	-	Utilização de material mais durável

Pelo Plano de gerenciamento de resíduos pode-se chegar à seguinte conclusão:

Atualmente, a empresa não possui um sistema de coleta seletiva. Os resíduos são recolhidos sem segregação, o que dificulta a reciclagem externa, e até a interna, e diminui o valor econômico do resíduo para fins de comercialização.

A forma de acondicionamento do papel é inadequada.

A grande maioria dos resíduos é armazenada a céu aberto (no pátio da empresa), contribuindo para a proliferação de vetores transmissores.

Os paletes e as tampas de madeira danificados são doados, com o transporte por conta do receptor.

Os efluentes dos processos são despejados diretamente na galeria de drenagem de águas pluviais, não passando por nenhum tratamento prévio.

Os tubetes das bobinas de papel utilizadas não são reciclados, sendo enviados para o lixão municipal.

3.2.5 Passo 9: Identificação dos focos do estágio de avaliação

Após o passo 8 “Análise dos *inputs* e *outputs*”, são conhecidos os problemas com os quais se lidará em etapa posterior. As informações obtidas nesse diagnóstico permitem que sejam identificados os focos de trabalho.

Os focos de estudo do estágio de avaliação são definidos por diversos fatores. Os critérios a ser utilizados estão listados abaixo (CNTL, 2001.c):

- Nível de periculosidade para o meio ambiente;
- Custo das matérias-primas;
- Submissão a regulamentos e taxações presentes e futuras;
- Custo do gerenciamento de resíduos e emissões (tratamento e disposição);
- Potencial de responsabilidade ambiental;
- Quantidade de resíduos;
- Consumo de energia;
- Propriedades perigosas dos resíduos (toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade);
- Perigos para a segurança dos empregados e áreas vizinhas;
- Potencial para a Produção Mais Limpa;
- Potencial para a remoção das condições que retardam o progresso da produção ou de correntes de resíduos;

- Orçamento disponível para a avaliação;
- Potencial de subsídios ou garantias para investimento em tecnologias mais limpas;
- Expectativas com relação à competitividade futura.

Pelos dados obtidos, pode-se fazer a identificação dos focos de estudo utilizando-se os seguintes critérios:

- de custo do resíduo: quanto custa para a empresa o resíduo gerado;
- da quantidade de resíduo: quanto gera do resíduo;
- dos impactos ambientais: que contemplam a periculosidade do resíduo (quanto perigoso é o resíduo), a existência de requisitos legais (quão rigorosas são as leis que regem o resíduo e como é cumprida pela empresa) e as medidas de controle.

Então, estabeleceu-se uma matriz a fim de determinar quais são os focos, de acordo com a Tabela 3.20. A pontuação da matriz é definida pelos valores coletados no Diagnóstico. Ela resulta da média dos pontos obtidos nos diversos critérios. A menor pontuação corresponde ao maior valor do critério avaliado. Pode haver pontuações iguais para diferentes aspectos.

A priorização dos aspectos deverá ocorrer do menor para o maior somatório, podendo também ocorrer priorização igual para diferentes aspectos.

Tabela 3.20 – Matriz de priorização dos aspectos

Aspecto de saída	Critérios			Pontuação (A) + (B) + (C) N	Priorização
	Custo do resíduo (A)	Quantidade (B)	Impactos Ambientais (C)		
Apara de papel-cartão	1	1	5	2,33	1
Borra de Tinta	Sem dados	Sem dados	3	3,00	3
Chapa de alumínio gasta	6	8	5	6,33	10
Papel-cartão impresso defeituoso	Sem dados	1	5	3,00	3
Efluentes	Sem dados	9 *	2	5,50	8
Embalagem de bobina de papel-cartão	Sem dados	Sem dados	6	6,00	9
Lata de tinta	Sem dados	4 *	3	3,50	5
Luva de algodão usada	Sem dados	11 *	5	8,00	14
Paletes	2	3	5	3,33	4

(Continua)

(Continuação da Tabela 3.20)

Resíduo de verniz	Sem dados	Sem dados	3	3,00	3
Resíduo de filme <i>stretch</i>	4	6	5	5,00	6
Resto de fita para arquear	Sem dados	Sem dados	3	3,00	3
Resíduo de cola branca	Sem dados	4 *	1	2,50	2
Resíduo de óleo	7	9	4	6,67	12
Resto de cantoneira	Sem dados	10 *	4	7,00	13
Resto de fita gomada	Sem dados	7	6	6,5	11
Resto de papel <i>Kraft</i>	Sem dados	2	5	3,5	5
Envolto de bobina	5	5	6	5,33	7
Tubete de bobina	3	4	3	3,33	4

(*) Estimativas baseadas no conhecimento *a priori*.

Diante disso, verificam-se quais são os focos do estudo (os aspectos a serem priorizados) e, com base nessa informação, sabe-se que áreas deverão ser estudadas com maior ênfase.

Os aspectos de entrada relacionados com os aspectos prioritários de saída são: **tinta, bobina de papel-cartão, palete, verniz, fita para arquear, filme *stretch*, cola branca e papel *kraft*.**

O *checklist* do término desse estágio vem a seguir. É fundamental responder a ele a fim de conhecer o cumprimento dos requisitos do Programa.

Na empresa estudada obtiveram-se as respostas apresentadas na Tabela 3.21 a seguir.

Tabela 3.21 – Checklist de avaliação do estágio 2 – Diagnóstico

Avaliação da Implementação PML – Estágio 2				
Descrição		Sim	Não	Sem importância
1	Foram coletadas informações sobre a empresa e seus processos?	X		
2	Fontes de informação externas à empresa foram identificadas?		X	
3	Todos os componentes do Ecotime se dedicaram ao estágio?		X	
4	Desenvolveram-se fluxogramas de processo?	X		

(Continua)

(Continuação da Tabela 3.21)

5	Foram realizadas ações para a instalação de sistema de monitoramento para a comparação dos resultados obtidos com o programa com o que era realizado anteriormente?		X	
6	Foram definidos focos de ação?	X		
7	Foram revistos os objetivos do programa?		X	
8	Foram revistos o planejamento e o cronograma de implementação do programa?		X	
9	A gerência e os demais funcionários foram informados sobre o andamento do programa?	X		
10	A composição do Ecotime foi modificada?	X		

É importante dizer que alguns membros do Ecotime foram substituídos no decorrer desse estágio. As principais causas foram: pedido de demissão e falta de dedicação ao programa. Porém, os pedidos de demissão não surgiram em função do programa. Foram provenientes de outras oportunidades de trabalho que surgiram para os funcionários. Mas, com relação à falta de dedicação, conclui-se que o programa permite enxergar quem são as pessoas realmente comprometidas com a empresa. Salienta-se isso porque, durante a execução do estágio de Diagnóstico, valores referentes a atividades produtivas são exibidos, e muitas vezes esses valores vão de encontro ao que era difundido na empresa pelos funcionários da área. O programa não tem como objetivo de prejudicar as pessoas, mas as próprias pessoas são responsáveis pelos seus prejuízos.

Pelo *checklist*, pode-se notar que alguns pontos não foram atendidos. Isso se explica pelo fato de não haver tempo disponível para a realização dos mesmos.

Nessa etapa, devem-se implementar todas as oportunidades de melhoria vislumbradas que sejam simples de fazer. Objetiva-se com isso aumentar a motivação dos funcionários, levando-os a perceber a relevância do programa e a possível obtenção de bons resultados.

3.3 Terceiro estágio: Avaliação

Como 3º estágio no Programa PML, a Avaliação objetiva levantar dados concretos atualizados, analisá-los e determinar quais são as opções de Produção Mais Limpa existentes para o ajuste dos aspectos anteriormente priorizados.

As opções devem adequar ou melhorar as condições dos aspectos de saída relevantes sob o conspecto dos efeitos ambientais, custos operacionais, periculosidade, quantidades etc.

A Avaliação abrange os passos a seguir:

Passo	Descrição
10	Elaboração do balanço de massa.
11	Análise do balanço de massa.
12	Estabelecimento das opções de Produção Mais Limpa.
13	Organização das opções.

3.3.1 Passo 10: Elaboração do balanço de massa

Para conhecer as quantidades das entradas e das saídas nas etapas produtivas, é necessário elaborar o balanço de massa. Sem ele, o resultado do Programa de Produção Mais Limpa torna-se menosprezível. Portanto, o cerne da Avaliação é o balanço, pois fornece a análise quantificada dos fluxos de materiais e energia. Também possibilita a compreensão da fonte dos resíduos gerados.

O balanço de massa é elaborado seguindo-se a Lei da Conservação da Massa, que estabelece que nada se cria, mas se transforma. Então, por meio desse princípio pode-se expor que (em termos quantitativos):

$$\text{SAÍDAS} = \text{ENTRADAS} + \text{ACÚMULO}$$

As entradas são compostas por matérias-primas, materiais auxiliares, insumos, energia e água. As saídas englobam produtos, subprodutos, resíduos, efluentes e emissões. O acúmulo refere-se a aspectos provenientes de etapas produtivas acumuladas e de etapas posteriores à análise.

É interessante dominar as definições de cada termo indicado para se compreender a equação (CNTL, 2001.e):

- **Matéria-prima:** recurso natural ou semimanufaturado que se submete a processos com a finalidade de produzir o produto final, fazendo, portanto, parte dele em quantidade expressiva;
- **Material auxiliar:** material de entrada dos processos que atuam na elaboração do produto final, sem a necessidade de sofrer transformação e participando em pequenas quantidades se comparadas à de matéria-prima;
- **Insumo:** entra no processo com o intuito de servir ao processo, sem fazer parte do produto final;
- **Produto:** bem ou serviço resultante da atividade produtiva, considerado como o objetivo principal;

- **Subproduto:** classificação intermediária entre produto e resíduo, que não é comercializado como produto final, mas pode ser comercializado;
- **Resíduo, efluente e emissão:** são os itens que saem do processo, normalmente associados às entradas desse processo.

Antes de iniciar a elaboração do balanço de massa, os focos de avaliação devem estar definidos conforme está estipulado no estágio dois. Devido a isso, trabalham-se as etapas de operação relacionadas com os focos determinados. A elaboração consiste em medir toda a entrada, material acumulado e saída, nas etapas de operação determinadas, durante um período de tempo pré-definido.

Ao invés de trabalhar com apenas algumas etapas da operação, pode-se também elaborar o balanço de massa de todo o fluxo do processo ou dos processos. Dependerá da empresa estudada. Na empresa-escopo deste trabalho, foi possível elaborar o balanço para todos os processos, pois desde o início do trabalho enfocou-se simplesmente o fluxo de fabricação do seu principal produto, o que facilitou o desenvolvimento de todas as atividades do Programa, ficando entendido que o fluxograma intermediário deve ser tratado como o específico. O balanço de todo o fluxo de processo permite uma melhor visualização do percurso do material pela produção.

Para medir as entradas e saídas é preciso determinar um período de tempo adequado, medir uma quantidade de produção significativa para representar um ano de produção e observar as condições habituais que necessitam ser conhecidas (sazonalidades, variações de turnos, alterações por mudanças climáticas, dentre outras).

É necessário ajustar o balanço de massa sempre que possível. A precisão estabelecida indicará a necessidade de refazê-lo. O erro na igualdade $SAÍDA = ENTRADA + ACÚMULO$ representa o índice da precisão. Então, quanto maior for o erro, menor será a exatidão e maior se torna o desequilíbrio do balanço, tornando-o inapropriado.

A Tabela 3.22 apresenta o balanço de massa efetuado na empresa. A medição foi efetuada no período de duas semanas e projetada para um ano (multiplicando-se por 26).

O resultado do balanço fora aprazível, pois o erro obtido foi de 0,42%, um erro bastante aceitável.

Vale salientar que foram considerados no balanço todas as matérias-primas e materiais auxiliares do fluxo do produto principal, já que foram indicados como focos de estudo, lembrando os aspectos de entrada identificados como foco: tinta, bobina de papel-cartão, palete, verniz, fita para arquear, filme *stretch*, cola branca e papel *Kraft*.

Se algum insumo tivesse sido considerado nesse balanço, o seu valor não deveria ser adicionado ao somatório final, pois não participa da composição do produto final.

Tabela 3.22 – Balanço de massa da empresa em estudo

ENTRADAS				PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS			Unidades em kg/ano
Matérias-primas e materiais auxiliares (kg)	Água (kg)	Energia (kWh)	Etapas	Efluentes líquidos (kg)	Resíduos sólidos (kg)	Emissões atmosféricas		
Bobina de cartão (5.103.275,95) Filme stretch (2.316,5)			2. Desbobinamento e Corte		Apara de cartão simples (0) Cartão cortado defeituoso (5.768,15) Tubete de bobina (46.532,5) Embalagem de bobina (37.292) Invólucro plástico de bobina (16.953) Tubete de filme stretch (203,5)	NM (não medido)		
Cartão cortado								
Tintas (34.924,5) Verniz à base de água (35.724)	NM	EE (NM)	3. Impressão Off-set	NM	Cartão impresso defeituoso (49.803) Resíduo de filme stretch (2.288) Resíduo de verniz (832) Borra de tinta (2.366) Paletes (34.601) Lata de tinta (3.880,5) Bombona plástica de verniz (1.404)	NM		
Cartão impresso								
		EE (NM)	4. Corte e vinco		Cartão simples cortado defeituoso (405,6) Apara de cartão simples (257.576,8)	NM		
Cartão simples cortado								
			5. Destaque		Apara de cartão simples (210.366)			
Cartucho de cartão simples								
Cola branca à base de PVA (16.179,8)		EE (NM)	6. Colagem		Caixa de cartão simples defeituosa (49.285,6) Bombona de papelão da cola branca (390) Resíduo de cola branca (93,6)	NM		
Caixa de cartão simples								
								(Continua)

(Continuação da Tabela 3.22)

ENTRADAS		PROCESSO PRODUTIVO		SAÍDAS		
Matérias-primas e materiais auxiliares (kg)	Água (kg)	Energia (kWh)	Etapas	Efluentes líquidos (kg)	Resíduos sólidos (kg)	Emissões atmosféricas
Paletes (52.260) Papel <i>Kraft</i> (44.990,4) Fita gomada (2.366)		NIM (não medido)		Resto de papel <i>kraft</i> (122,2) Caixa de cartão simples defeituosa (0) Tubete de papel <i>kraft</i> (150,8) Paletes quebrados (0) Resíduo de fita gomada (62,4)		
7. Embalagem das caixas		Embalagem de caixa de cartão simples		NIM (não medido)		
8. Inspeção de Qualidade		Embalagem inspecionada		Embalagem de caixa de cartão simples defeituosa (0)		
9. Revestimento dos paletes		EE (NIM)		Embalagem da fita para arquear (65) Resíduo de filme <i>stretch</i> (52) Resto de cantoneira (26) Resto de fita de arquear (5,2) Tubete de filme <i>stretch</i> (390) Tampa de madeira quebrada (0)		
Fita de arquear (1.040) Cantoneira (5.226) Tampa de madeira (507) Filme <i>stretch</i> (3.822)		Produto pronto para expedição		10. Expedição		
		Embalagem de cartão simples expedido		Resíduo de filme <i>stretch</i> (1.055,6)		
		SUBTOTAL		721.970,45 kg		
5.302.632,15 kg				Somatório dos produtos: Produto expedido: 4.558.598,2 kg		
TOTAL						
Total de matérias primas e materiais auxiliares	Total de água	Total de energia	Total de efluentes líquidos	Total de resíduos sólidos	Total de emissões atmosféricas	
5.302.632,15 kg				721.970,45 kg		
Somatório total de entradas: 5.302.632,15 kg		Somatório total de saídas: 5.280.568,65 kg		Diferença: 22.063,5 kg		

3.3.2 Passo 11: Análise do balanço de massa

Com a elaboração do balanço, podem-se avaliar as quantidades de resíduos, matérias-primas, materiais auxiliares, insumos, água e energia provenientes dos processos, os seus respectivos custos e a eficiência da utilização do material na produção. Pode-se perceber também que tipo de resíduos é gerado, a fonte de sua geração e a quantidade ocasionada.

Esse é o prognóstico do Programa, no qual se verificam as falhas existentes para posterior correção.

As avaliações estão apresentadas nas Tabelas 3.23, 3.24 e 3.25. Os dados foram extraídos do balanço de massa.

Na Tabela 3.23, nota-se que os quatro primeiros resíduos são os mais significativos. Juntos equivalem a 95% dos custos totais dos resíduos avaliados. Mostra, no entanto, a significância e a importância de priorizar o estudo dos quatro primeiros aspectos de saída.

Tabela 3.23 – Avaliação dos resíduos gerados no ano projetado

Subprodutos, resíduos, efluentes e emissões	Quantidade anual do resíduo (kg) (A)	Custo da matéria-prima (R\$/kg) (B)	Custo do resíduo associado à matéria-prima (R\$) (C)=(A x B)	Custos dos resíduos							Total (R\$) (J)=(C+H-I)
				Armazenagem (R\$) (D)	Tratamento (R\$) (E)	Transporte (R\$) (F)	Disposição (R\$) (G)	Subtotal (R\$) (H)=(D+E+F+G)	Valor de Venda (R\$) (I)		
Apara de cartão simples	467.942,80	1,48	692.555,34	330,00	8.860,61	-	-	9.190,61	60.832,57	640.913,39	
Cartão impresso defeituoso	49.803	1,48	73.708,44	35,50	943,03	-	-	978,53	6.474,39	68.212,58	
Caixa de cartão simples defeituosa	49.285,60	1,48	72.942,69	35,00	933,24	-	-	968,24	6.407,13	67.503,79	
Borra de tinta	2.366	14,67	34.709,22	-	-	-	-	-	-	34.709,22	
Paletes	34.601	0,60	20.760,60	385,00	-	-	-	385,00	-	21.145,60	
Resíduo de filme <i>stretch</i>	3.395,60	3,60	12.224,16	120,60	-	-	-	120,60	203,74	12.141,03	
Cartão cortado defeituoso	5.768,15	1,48	8.536,86	-	55,78	-	-	55,78	382,96	8.209,69	
Resíduo de verniz	832	4,70	3.910,40	-	-	-	-	-	-	3.910,40	
Cartão simples cortado defeituoso	405,60	1,48	600,29	-	7,68	-	-	7,68	52,73	555,24	
Resto de papel <i>Kraft</i>	122,20	1,50	183,30	-	-	-	-	-	16,00	167,30	
Resíduo de cola branca	93,60	8,00	748,80	-	-	-	-	-	-	748,80	
Resíduo de fita gomada	62,40	2,07	129,17	-	-	-	-	-	-	129,17	

Tabela 3.24 – Avaliação das matérias-primas determinadas nos focos de estudo

Matérias-primas	(A) Quantidade anual (kg/ano)	(B) Custo Unitário (R\$)	(C)=(AxB) Custo Total Anual (R\$)	Percentual da matéria-prima que se incorpora ao produto (%) (*)	Percentual da matéria- prima na composição do produto (%) (**)	Finalidade da utilização
Bobina de cartão	5.103.275,95	1,48	7.552.848,41	87	97	Impressão
Tinta	34.924,50	14,67	512.342,42	93	1	Impressão
Verniz	35.724,00	4,70	167.902,80	94	1	Impressão
Cola branca PVA	16.179,80	8,00	129.438,40	97	1	Colagem

(*) Refere-se à eficiência no emprego do material, ou seja, à quantidade da matéria-prima utilizada;

(**) Quantidade existente do material no produto final.

Constata-se na Tabela 3.24 que a bobina de cartão representa a matéria-prima com menor eficiência de uso e, portanto, deve ser priorizada. A tinta, pelo seu alto custo anual, pode galgar bons resultados de melhoria.

Tabela 3.25 – Avaliação dos insumos e materiais auxiliares determinadas nos focos de estudo

Insumos e Materiais Auxiliares	(A) Quantidade anual (kg)	(B) Custo Unitário (R\$)	C=(AxB) Custo Total Anual (R\$)	Finalidade da utilização	Tipo e material de embalagem	Material perigoso
Papel <i>Kraft</i>	44.990,40	1,50	67.485,60	Embalagem	-	Não
Paleta	52.260,00	0,60	31.356,00	Suporte	-	Não
Filme <i>stretch</i>	6.138,50	3,60	22.098,60	Proteção	Plástico	Não

Na Tabela 3.25, atente-se para o papel *kraft* que é o material auxiliar de maior custo anual. Porém, deve-se salientar o fato de que a geração dos resíduos desse material é muito pouco e desprezível com relação aos custos.

3.3.3 Passo 12: Estabelecimento das opções de Produção Mais Limpa

Com a realização de uma adequada análise do balanço de massa, pode-se iniciar a etapa de geração de opções.

A atividade de geração de opções é coordenada pelas cinco características de um processo, conforme o diagrama apresentado na Figura 3.7 a seguir.

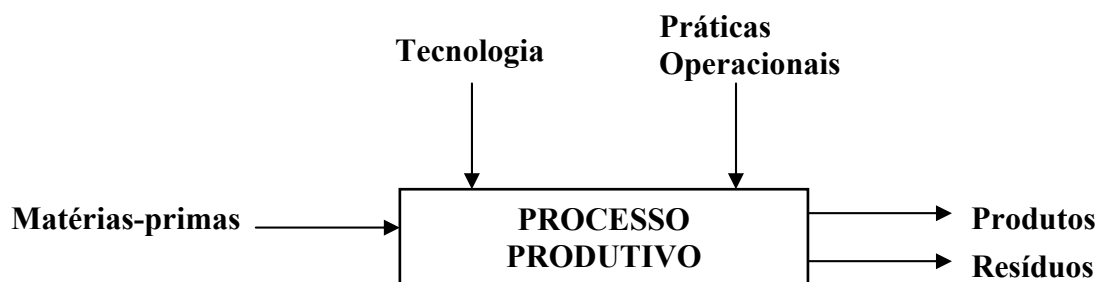


Figura 3.7 – As cinco características de um processo produtivo

Fonte: UNEP (2002)

Verifica-se na Figura 3.7 que processo é composto por matérias-primas, o que, de forma geral, inclui: energia, água, insumos, materiais auxiliares etc; por tecnologia, que engloba componentes de operacionalidade como equipamentos, layout etc; por práticas operacionais, que se referem a treinamento e motivação de pessoal; por produtos; e por resíduos, que são provenientes das matérias-primas e do processamento.

Conhecendo as características de processo, são traçadas as formas de geração de opções de Produção Mais Limpa pelo rastreamento das cinco características.

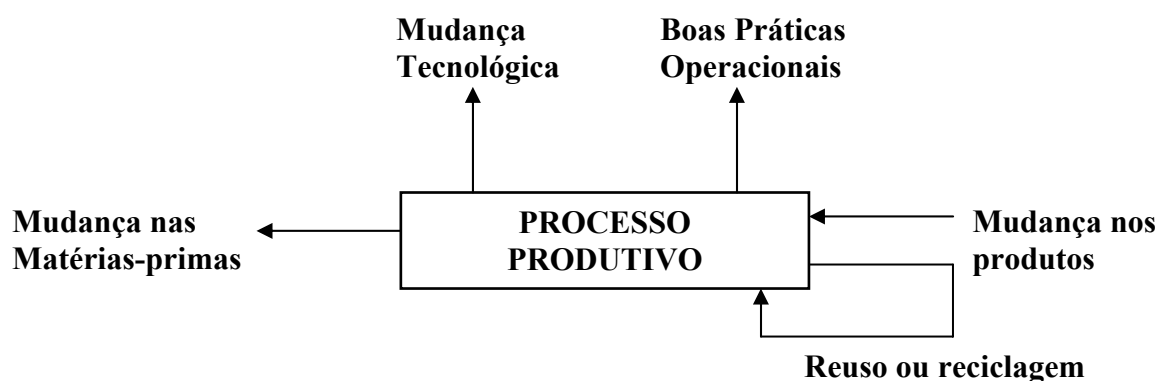


Figura 3.8 – As formas de atuação da PML para gerar oportunidades de melhoria

Fonte: UNEP IE (1996, p. 30)

Os elementos da Figura 3.8 acima permitem identificar as maneiras de se evitarem ou minimizarem os problemas relacionados com as características do processo.

O preenchimento das Tabelas Matrizes Padronizadas elaboradas pelo CNTL facilita na produção de opções. Deve-se fazer uso de *brainstorming* (tempestade de idéias) como auxílio ao preenchimento.

As Tabelas são preenchidas utilizando os resíduos mais expressivos (prioritários) obtidos pela análise do balanço de massa. São eles: **apara de cartão simples, cartão impresso defeituoso, caixa de cartão simples defeituosa e borra de tinta**. A equipe Ecotime, por meio de consenso entre as partes, chegou à definição de que seria interessante trabalhar também com filme *stretch* (custo considerável).

Por meio da técnica de *brainstorming* com a equipe Ecotime, puderam ser preenchidas as sete Tabelas Matrizes apresentadas a seguir.

A **Matriz 1** refere-se a “Categorias dos subprodutos, resíduos, efluentes e emissões”. Ela serve para ordenar os resíduos em categorias que direcionam o tipo de estratégia a ser adotada, com a finalidade de eliminação ou minimização dos problemas. A Matriz 1 está representada na Tabela 3.26.

Tabela 3.26 – Matriz de categorias dos subprodutos, resíduos, efluentes e emissões

Nº	Categorias	Subprodutos, resíduos, efluentes e emissões				
		I	II	III	IV	V
A	Matérias-primas e insumos não-utilizados	X	X	X	X	X
B	Produtos não-comercializados					X
C	Impurezas e substâncias secundárias nas matérias-primas					X
D	Subprodutos e resíduos inevitáveis	X	X	X		X
E	Subprodutos e resíduos não-desejados	X	X	X	X	X
F	Materiais auxiliares usados				X	
G	Substâncias produzidas na partida ou na parada de equipamentos e sistemas		X	X		X
H	Lotes mal produzidos e refugos		X	X		
I	Resíduos e materiais de manutenção e reposição					
J	Materiais de manuseio, transporte e estocagem				X	X
K	Materiais de amostragem e análises					
L	Perdas devido a evaporação e emissões					
M	Materiais de distúrbios operacionais e vazamentos					
N	Materiais de embalagem				X	

Os principais subprodutos, resíduos, efluentes e emissões listados na Matriz são os seguintes:

I	Apara de cartão simples
II	Cartão impresso defeituoso
III	Caixa de cartão simples defeituosa
IV	Resíduo de filme <i>stretch</i>
V	Borra de Tinta

A **Matriz 2** refere-se a “Possíveis alternativas para a redução da geração de subprodutos, resíduos, efluentes e emissões”. Por meio dessa matriz, representada pela Tabela 3.27, podem-se perceber formas de eliminar ou minimizar os resíduos em estudo.

São cinco os grupos de melhoria: alternativas com *housekeeping*, processo e tecnologia, produto, matéria-prima e técnicas de tratamento.

Para possibilitar o preenchimento dessa matriz, faz-se necessário conhecer o significado de cada grupo e de cada medida de minimização.

I. Grupo *housekeeping*: denominam-se boas práticas operacionais as medidas de procedimento que visam a reduzir os resíduos da empresa. São, geralmente, medidas de baixo custo e de elevado aumento de eficiência.

As medidas de minimização desse grupo são as seguintes:

- Otimização de parâmetros operacionais: reavaliação do fluxo de material, mudança de concentração dos materiais, aumento da capacidade produtiva;
- Padronização dos procedimentos: eliminação das perdas provenientes de vazamentos, reorganização dos intervalos de manutenção e limpeza;
- Melhoria no sistema de compras: aumento na eficiência de compras, melhoria em estocagem, distribuição;
- Melhoria no sistema de informações e treinamento: treinamento adequado, transparência nos custos, definição de responsabilidades;
- Melhoria no sistema de manutenção: adequação dos processos de manutenção, manutenção preventiva, adequação de ferramentas.

II. Grupo *processo e tecnologia*: mudanças que visam a modificações nos processos e nos equipamentos utilizados. Pode haver grandes dispêndios devido à aquisição de equipamentos caros.

São quatro as medidas desse grupo:

- Modificação da tecnologia: maior vida útil dos materiais, aumento da eficiência de energia, condições de processo melhoradas;
- Modificação no processo: redução da entrada de impurezas, recuperação e reutilização de materiais, recuperação de calor, segregação de resíduos;
- Ajustes do *layout* e do processo: gerenciamento da capacidade produtiva, modificação do fluxo de trabalho, exclusão de etapa produtiva, vedação de equipamentos;
- Automação dos processos: automação, maquinaria de uso eficiente de energia com ajuste de velocidade.

III. Grupo produto: medidas que objetivam modificações nos produtos para reduzir a geração de resíduos durante a produção e durante e após seu uso.

As medidas do grupo são as seguintes:

- Pequenas alterações no produto: possibilidades melhoradas de retorno de materiais após o uso;
- Ajustes no projeto: análise do ciclo de vida do produto, troca de materiais;
- *Re-design* do produto: evitar componentes críticos, longevidade aumentada.

IV. Grupo matérias-primas: alternativas para se reduzir ou eliminar o uso de materiais perigosos nos processos, melhorar o preparo dos materiais e também reduzir a geração de resíduos.

As medidas estão listadas abaixo:

- Substituição de matéria-prima ou de fornecedor: redução do número de componentes, uso de energia alternativa, substituição de solventes;
- Melhoria no preparo da matéria-prima: escolha de materiais com menos impurezas, uso de materiais menos tóxicos, uso de materiais biodegradáveis;
- Substituição de embalagens: embalagens retornáveis, uso de materiais reciclados.

V. Grupo técnicas de tratamento: mudanças na reutilização e reciclagem de materiais, uso de técnicas “fim-de-tubo”.

São quatro as medidas desse grupo:

- Logística associada a subprodutos e resíduos: aumento da eficiência da logística de resíduos, facilitação dos circuitos fechados, minimização das despesas com a disposição dos resíduos, minimização das despesas com limpeza, recuperação e reuso dos materiais;
- Reuso e reciclagem interna: uso dos resíduos como matérias-primas, reutilização de material renovado para o mesmo propósito ou para propósito diferente, reuso parcial de substância residual;
- Reuso e reciclagem externa: uso dos resíduos em processos externos à empresa;
- Técnicas de “fim-de-tubo”: estações de tratamento de efluentes, de emissões e de resíduos sólidos.

Tabela 3.27 – Matriz de possíveis alternativas para a redução da geração de subprodutos, resíduos, efluentes e emissões

Nº	Grupos	Classificação da alternativa de minimização	Subprodutos, resíduos, efluentes e emissões				
			I	II	III	IV	V
1	HOUSEKEEPING	Otimização dos parâmetros operacionais					
2		Padronização dos procedimentos		X	X	X	
3		Melhoria do sistema de compras e vendas	X				
4		Melhoria no sistema de informações e treinamento		X	X	X	X
5		Melhoria no sistema de manutenção		X	X		
6	PROCESSO E TECNOLOGIA	Modificação de tecnologia		X	X		
7		Modificação no processo, inclusão ou exclusão de etapas					
8		Ajustes do layout e do processo			X		
9		Automação dos processos		X	X	X	
10	PRODUTO	Pequenas alterações no produto	X		X		
11		Ajustes no projeto	X		X		
12		Re-design do produto	X		X		
13	MATÉRIA-PRIMA	Substituição de matéria-prima ou de fornecedor	X	X	X	X	
14		Melhoria no preparo da matéria-prima					X
15		Substituição de embalagens	X				X
16	TÉCNICAS DE TRATAMENTO	Logística associada a subprodutos e resíduos					
17		Reuso e reciclagem interna		X		X	
18		Reuso e reciclagem externa	X			X	X
19		Técnicas de fim de tubo	X	X	X	X	X

Os principais subprodutos, resíduos, efluentes e emissões listados na Matriz são os seguintes:

I	Apara de cartão simples
II	Cartão impresso defeituoso
III	Caixa de cartão simples defeituosa
IV	Resíduo de filme <i>stretch</i>
V	Borra de Tinta

As próximas tabelas exigem que sejam descritas as alternativas de melhoria sugeridas no processo de *benchmarking*, de acordo com a classificação da Tabela 3.27.

A **Matriz 3** expõe “Medidas de minimização com a utilização de *housekeeping*”, conforme se constata na Tabela 3.28 abaixo.

Tabela 3.28 – Matriz de minimização com a utilização de *housekeeping*

Nº	Descrição da alternativa de minimização	Subprodutos, resíduos, efluentes e emissões				
		I	II	III	IV	V
2.1	Definição de procedimentos para manuseio e inserção no equipamento.		X	X		
2.2	Definição de procedimentos para o revestimento do estoque intermediário.				X	
3.1	Renegociação com o fornecedor para a agilidade na entrega dos materiais solicitados.	X				
3.2	Negociação com o cliente para melhor controle nas compras.	X				
4.1	Treinamento dos funcionários.		X	X	X	X
5.1	Manutenção preventiva.		X	X		

A **Matriz 4**, “Medidas de minimização com a utilização de automação, modificação nos processos e na tecnologia”, encontra-se preenchida na Tabela 3.29.

Tabela 3.29 – Matriz de minimização com a utilização de automatização, modificação nos processos e na tecnologia

Nº	Descrição da alternativa de minimização	Subprodutos, resíduos, efluentes e emissões				
		I	II	III	IV	V
6.1	Reavaliação no sistema de <i>set-up</i> das máquinas de impressão, evitando novas gerações de resíduos, e das máquinas de colagem.		X	X		
6.2	Sistema automático de alimentação, evitando com que as folhas sejam inseridas individualmente na máquina de impressão e colocação de dispositivos de parada de máquina no caso de anormalidades, impedindo a geração de novos resíduos.		X	X		
8.1	Redefinição da velocidade do processamento, adequando-a à melhor relação custo/ benefício.			X		
9.1	Procura de equipamento mais moderno que possa desbobinar, cortar e imprimir, evitando logo tempo de espera e estocagem.		X			
9.2	Procura de equipamento mais moderno que seja mais fácil de realização do <i>setup</i> .			X		
9.3	Procura de equipamento mais moderno que evite o manuseio manual.				X	

A **Matriz 5** refere-se a “Medidas de minimização com a utilização de mudanças no produto” e encontra-se preenchida na Tabela 3.30 a seguir.

Tabela 3.30 – Matriz de minimização com a utilização de mudanças no produto

Nº	Descrição da alternativa de minimização	Subprodutos, resíduos, efluentes e emissões				
		I	II	III	IV	V
11.1	Ajustes no projeto da embalagem de papel cartonada para que não haja aparas provenientes de corte da bobina, maximizando seu uso.	X				
11.2	Ajustes no projeto da embalagem de papel cartonada facilitando a sua colagem.			X		
12.1	Ajuste do produto sem comprometimento do projeto, com pequenas mudanças no volume da embalagem e adaptações para a colagem.	X		X		

A **Matriz 6** relaciona-se a “Medidas de minimização com substituição de Matérias-primas, Insumos e Materiais Auxiliares”, conforme a Tabela 3.31.

Tabela 3.31 – Matriz de minimização com a substituição de matérias-primas, insumos e materiais auxiliares

Nº	Descrição da alternativa de minimização	Subprodutos, resíduos, efluentes e emissões				
		I	II	III	IV	V
13.1	Avaliação de matéria-prima papel cartonado, passando a utilizar um papel com melhor aderência à tinta e melhor absorção de cola.		X	X		
13.2	Avaliação de material auxiliar filme <i>stretch</i> , passando a utilizar um revestimento substituto retornável.				X	
13.2	Avaliação dos fornecedores para adequar a exigência da empresa quanto à substituição de materiais.	X				
14.1	Melhoria na mistura da tinta, permitindo uma maior eficiência no seu uso.					X
15.1	Substituição de embalagem pelo fornecedor, reduzindo a quantidade de resíduos de embalagem.	X				X

A **Matriz 7**, “Medidas de minimização e redução de impacto ambiental com a utilização de técnicas de tratamento”, está representada na Tabela 3.32 abaixo.

Tabela 3.32 – Matriz de minimização e redução de impacto ambiental com a utilização de técnicas de tratamento

Nº	Descrição da alternativa de minimização	Subprodutos, resíduos, efluentes e emissões				
		I	II	III	IV	V
17.1	Reuso interno do cartão impresso defeituoso, em <i>setup</i> de outros processos.		X			
17.1	Reuso interno do filme <i>stretch</i> para revestimentos dos produtos na expedição.				X	
18.1	Devolução de embalagem ao fornecedor.	X			X	X
18.2	Venda para reciclagem.	X	X	X	X	X

3.3.4 Passo 13: Organização das opções

Após a geração de opções de melhoria, elas devem ser organizadas, indicando-se aquelas que deverão ser submetidas ao estudo de viabilidade técnica, ambiental e econômica. Para isso, é necessário fazer com que não existam dúvidas sobre as opções, e as opções similares devem ser fundidas.

As opções devem ser agrupadas por etapa operacional. As opções simples e óbvias que não requerem um estudo mais aprofundado devem ser implementadas de imediato. As opções que se perceberem inviáveis devem ser eliminadas de imediato.

Os estudos de viabilidade contemplam as opções priorizadas. Essa priorização deve ser feita com base no consenso dos integrantes do Ecotime.

Na empresa em estudo, foram organizadas as opções apresentadas na Tabela 3.33 a seguir.

Tabela 3.33 – Organização das oportunidades de melhoria

Nº	Oportunidade e/ou problema	Etapas do processo ou área da empresa	Ação a ser adotada	Necessidade
1	Formação de resíduo de filme <i>stretch</i>	Desbobinamento e Corte	Utilização de proteção reutilizável substituída do filme	Estudo da proteção adequada
2	Produção de borra de tinta	Impressão <i>Off-set</i>	Mudança da embalagem unitária da tinta por uma de maior volume	Negociação com o fornecedor
3	Geração de cartão já impresso defeituoso	Impressão <i>Off-set</i>	Reavaliação do sistema de ajuste de máquina e troca de ferramentas	Treinamento dos operários
4	Produção de caixa colada defeituosa	Colagem	Análise da velocidade da coladeira para verificar a relação produto/ defeituoso	Testes de responsabilidade do Departamento de Qualidade
5	Surgimento de cartão impresso defeituoso	Impressão <i>Off-set</i>	Verificação da possibilidade de reutilizar diversas vezes o defeituoso em ajuste de máquina	Pesquisa das condições de reuso
6	Produção de aparas de cartão simples	Desbobinamento e Corte	Definição de formatos-padrão de bobina	Projetos das embalagens
7	Produção de aparas de cartão simples	Desbobinamento e Corte	Negociação dos projetos com os clientes	Conscientização dos clientes quanto à importância do <i>eco-design</i>
8	Produção de aparas de cartão simples	Desbobinamento e Corte	Parceira com o fornecedor para controle automático das necessidades de estoque	Estruturação do sistema de informação
9	Produção de aparas de cartão simples	Desbobinamento e Corte	Acompanhamento sistemático das necessidades dos clientes	Acordo de fornecimento programado mediante o sistema de informação eletrônico
10	Geração de cartão já impresso defeituoso	Impressão <i>Off-set</i>	Análise dos diversos tipos de papel no mercado e suas respectivas proporções de defeituosos	Esforço do Departamento de Qualidade

(Continua)

(Continuação da Tabela 3.33)

Nº	Oportunidade e/ou problema	Etapa do processo ou área da empresa	Ação a ser adotada	Necessidade
11	Surgimento de cartão impresso defeituoso	Impressão <i>Off-set</i>	Treinamento dos funcionários	Esforço do Departamento de Produção
12	Produção de caixa colada defeituosa	Colagem	Substituição de cola por encaixe em certos tipos de embalagem	Negociação com os clientes e elaboração de testes
13	Produção de caixa colada defeituosa	Colagem	Redução dos pontos de cola de 6 para 4	Integração do pessoal de projeto e de produção
14	Ocorrência de caixa de cartão simples defeituosa	Colagem	Treinamento dos operários do processo de colagem	Esforço do Departamento de Produção
15	Ocorrência de caixa de cartão simples defeituosa	Colagem	Realização de manutenção preventiva com frequência adequada	Esforço do Departamento de Manutenção
16	Ocorrência de caixa de cartão simples defeituosa	Colagem	Definição de procedimento de <i>set-up</i> das coladeiras	Trabalho integrado dos Departamentos de Qualidade e Manutenção
17	Ocorrência de caixa de cartão simples defeituosa	Colagem	Análise da relação cola/ incidência de defeituoso	Esforço do Departamento de Qualidade
18	Formação de resíduo de filme <i>stretch</i>	Embalagem dos produtos nos paletes	Arrumação de palete para que não se precise do encamisamento com filme	Determinação empírica
19	Formação de resíduo de filme <i>stretch</i>	Embalagem dos produtos nos paletes	Definição do procedimento de proteção manual	
20	Formação de resíduo de filme <i>stretch</i>	Área de produção	Avaliação do filme com relação a resistência x custo	Trabalho para o Departamento de Qualidade e de Custos
21	Formação de resíduo de filme <i>stretch</i>	Área de Produção	Treinamento dos funcionários no uso do filme	
22	Latas de tinta	Impressão <i>Off-set</i>	Devolução para o fornecedor (reciclagem)	Acordo com o fornecedor
23	Latas de tinta	Impressão <i>Off-set</i>	Venda externa	Verificação da necessidade do mercado

Após a organização das opções, deve-se responder ao *checklist* referente ao estágio 3, para avaliar como foram abordados os assuntos relativos a esse estágio.

Na Tabela 3.34 são apresentadas as respostas obtidas na empresa em estudo.

Tabela 3.34 – Checklist de avaliação do estágio 3 – Avaliação

Avaliação da PML – Estágio 3				
	Descrição	Sim	Não	Sem importância
1	Foram gerados Balanços de Massa para todas as etapas de operação que são focos de estudo?	X		
2	Foram atribuídos custos aos elementos do Balanço de Massa?	X		
3	Foram realçadas as causas e as fontes dos resíduos e emissões dos elementos em estudo?	X		
4	Foram coletadas e documentadas as informações sobre as opções de PML?	X		
5	Foi feito um <i>brainstorming</i> na geração de opções?	X		
6	As opções foram ordenadas?	X		
7	A gerência e os demais funcionários foram informados sobre o andamento do programa?	X		
8	Foram geradas opções de baixo ou de nenhum custo?	X		
9	Houve modificação da composição do Ecotime?		X	

Esse estágio foi bastante satisfatório na empresa, pois todos os passos foram rigorosamente obedecidos. Justifica-se essa obediência pelo fato de a composição do Ecotime não ter sido alterada durante a execução deste estágio. Então, os membros estão bem mais conscientes da importância do Programa. Foi também ressaltado, no decorrer deste 3º estágio do Programa PML, que o mesmo deveria ser bem trabalhado para que o Programa pudesse produzir bons resultados. Afinal, o estágio 3 conduz aos resultados a serem obtidos.

3.4 Conclusões do capítulo

Foram abordadas as etapas iniciais do Programa PML, referentes a Planejamento, Diagnóstico e Avaliação. Foram discutidos os treze passos do Programa, os quais versaram desde o comprometimento da alta administração da empresa, passando pela sensibilização dos funcionários, pelo levantamento dos dados já conhecidos pela gerência, pela investigação e análise dos dados atualizados até a composição das opções de melhoria das atividades significativamente poluentes.

Após esse processo inicial, pode-se prosseguir para as etapas referentes à concretização dos benefícios almejados, abordadas no capítulo 4.

4. RESULTADOS OBTIDOS COM A PML

Uma forma de o Programa PML lidar com a exequibilidade das oportunidades idealizadas no estágio de avaliação é por meio das análises de viabilidade, estimando-se com isso os efeitos da oportunidade após a sua implementação.

Os resultados alcançados com o trabalho de PML na empresa são relatados neste capítulo. Porém, é apresentada apenas uma das opções priorizadas no passo 13, por causa da grande quantidade de informações necessárias para a realização da viabilidade de cada opção, sendo necessário um extenso trabalho para relatar todas elas. Além disso, como este trabalho pretende mostrar como se desenvolve o Programa PML e como foram extraídas e manipuladas as informações no fabricante de embalagens de papel, não é necessário expor o estudo de mais de uma opção de melhoria.

O relato dos resultados seguirá a ordem de desenvolvimento da PML em seis estágios (apresentado na Figura 3.1 do capítulo anterior). Já foram desenvolvidos os três primeiros estágios, restando os três últimos: viabilidade, implementação e monitoramento e melhoria contínua. Assim, neste capítulo será apresentado inicialmente o estudo de viabilidade da opção priorizada, o qual permitirá comprovar a praticabilidade da opção; posteriormente, narra-se a implementação do estudo na empresa, expondo as dificuldades e benefícios conseguidos; e, para finalizar, é mostrado como o monitoramento da opção implementada tem sido feito, como forma de comparar os resultados reais com aqueles planejados pelo estudo de viabilidade.

4.1 Quarto estágio: Viabilidade

O quarto estágio do Programa PML objetiva avaliar as oportunidades identificadas no estágio anterior e selecionar as mais viáveis para implementação. As opções devem ser avaliadas tecnicamente, ambientalmente e economicamente.

O estágio de Análise de Viabilidade das opções contempla os passos listados abaixo:

Passo	Descrição
14	Avaliação prévia.
15	Avaliação técnica.
16	Avaliação econômica.
17	Avaliação ambiental.
18	Escolha das opções de implementação.

4.1.1 Passo 14: Avaliação prévia

Com a avaliação prévia, pretende-se identificar o grau de aprofundamento dos aspectos da opção a ser analisada. Existem casos que possuem benefícios evidentes, não necessitando de estudos de viabilidade. Já outros casos precisam de um nível de detalhamento extenso. Existem opções que demandam altos investimentos, e outras que não exigem nenhum gasto com sua implementação. Há também opções que requerem mudanças técnicas, e opções que precisam simplesmente de pequenas alterações nos procedimentos operacionais. Portanto, é importante conhecer melhor a opção por meio da avaliação prévia.

A opção abordada neste capítulo é a primeira da priorização do passo 13: **a formação de resíduo de filme *stretch***. Para a avaliação do caso, é preciso conhecer do que se trata. A situação original do problema é a seguinte:

O processo de desbobinamento e corte das bobinas de papel-cartão [papel que possui as seguintes propriedades: lisura superficial, rigidez e apresentação em verso claro, limpo e homogêneo, e apresenta ótimos resultados com recursos gráficos diferenciados, como plastificação, laminação, hot stamping, tintas foscas e brilhantes, relevos, dentre outros] produz as folhas cortadas e aparadas que serão posteriormente utilizadas para impressão nas impressoras off-set. Porém, com a finalidade de proteger os lotes (paletes com as folhas cortadas empilhadas) contra a umidade, usa-se o revestimento plástico filme stretch [filme para paletização, produzido por extrusoras planas, tem como matéria-prima de fabricação a resina petroquímica Polietileno de Baixa Densidade Linear (PBDL) que possui as seguintes características: é transparente, incolor, atóxica, impermeável e plastificada]. Trata-se de uma membrana plástica que recobre as folhas de papel até serem utilizadas no processo de impressão off-set. Após isso, descarta-se a membrana usada, que é depositada no pátio de resíduos, para depois ser vendida ao reciclador.

Para a solução dessa questão, foi sugerida pelo Ecotime, durante a sessão de *brainstorming*, a ação de utilizar uma proteção substituta do filme plástico *stretch* que seja reutilizável. Conseguiu-se descobrir que existem diversos materiais que podem substituí-lo sem prejuízo da qualidade.

A proteção proposta para a substituição foi uma capa plástica, cuja vida útil foi estimada em aproximadamente 6 meses. Essa capa plástica proposta é confeccionada utilizando-se os

resíduos plásticos provenientes dos invólucros da bobina de papel-cartão. A confecção envolve simplesmente as atividades de corte do plástico e costura das arestas, com a fixação de uma cinta com velcro na ponta, para o fechamento da parte inferior da capa.

O invólucro na bobina de papel-cartão só tem a função de proteger o rolo de papel, sendo descartado como resíduo assim que é removida da bobina (ao iniciar o uso do papel da bobina), de acordo com a Figura 4.1. Portanto, essa alternativa de resolver o problema da atividade de encapar os paletes não gerará novos resíduos. Simplesmente dará uma utilidade para um resíduo gerado por outra operação: no caso, o invólucro da bobina de papel.

De acordo com a proposta delineada, pode-se dizer que a opção encontra-se no nível 1 de aplicação da PML, que é reduzir na fonte (conforme pode-se observar na Figura 2.6).

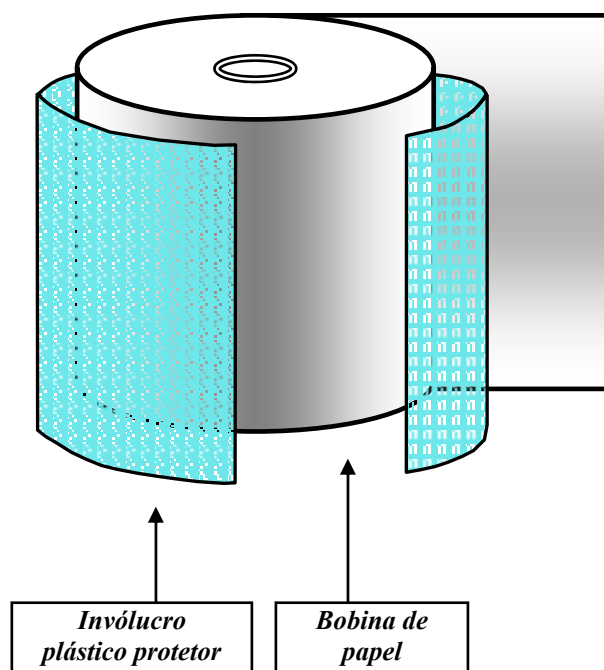


Figura 4.1 – Ilustração de bobina de papel e sua camada plástica de proteção

4.1.2 Passo 15: Avaliação técnica

Depois de avaliar preliminarmente o caso, conhecendo do que se trata e a solução proposta para o problema, inicia-se o passo de avaliação técnica da opção.

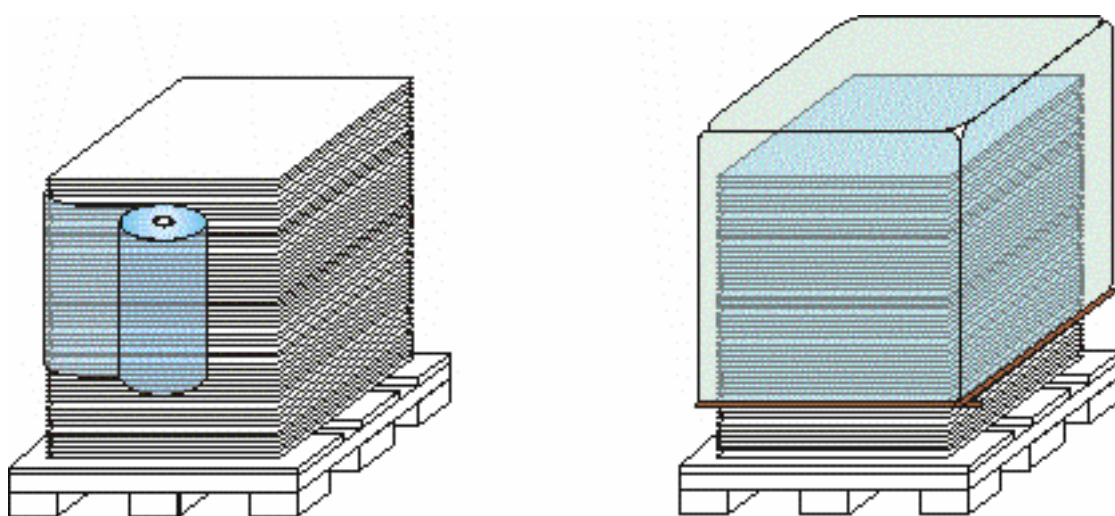
Os casos mais complexos, que não possuem uma viabilidade óbvia, devem ser analisados tecnicamente, principalmente os que requerem investimento.

São diversos os aspectos a serem observados no desenvolvimento dessa avaliação. Alguns estão relacionados a seguir (CNTL.c, 2001):

- Natureza do caso: mudanças de máquinas, mudança de materiais, nos procedimentos da produção;
- Natureza da mudança: especificação da mudança, instalações e serviços requeridos, cronograma de planejamento;
- Conseqüência na produção: efeito sobre o produto e a produção;
- Efeitos nas pessoas: possíveis efeitos nos funcionários, treinamento necessário;
- Licenças necessárias;
- Controle laboratorial.

A aplicação do **benchmarking genérico** é uma boa ferramenta nessa etapa, ou seja, devem ser investigadas as técnicas utilizadas por empresas que realizam atividades similares, o que facilita bastante os trabalhos técnicos da opção. O processo de *benchmarking* ajuda a identificar os elementos críticos das áreas-alvo e as empresas que alcançaram desempenhos exemplares naquelas áreas. Ele também guia a empresa na aprendizagem de como obter aqueles desempenhos (GEMI, 1994).

Na opção em análise, a viabilidade técnica restringiu-se à utilização de um novo procedimento de realização da atividade de revestimento dos paletes com folhas cortadas. Em vez de ser realizado por meio de um funcionário recobrando o palete, de forma manual, com o uso de rolo de filme *stretch*, com várias passadas ao seu redor (sem procedimento de atividades, isto é, sem uma quantidade padrão de passadas e de movimentos), passa-se a, simplesmente, esse mesmo funcionário cobrir o palete com a capa proposta e apertar a cinta de fechamento na base do palete, conforme a Figura 4.2 abaixo.



Aplicação da proteção de filme *stretch*

Aplicação da proteção proposta

Figura 4.2 – Comparativo entre a nova aplicação da proteção às folhas e a antiga com o uso de filme *stretch*

Essa opção proporciona uma redução do tempo de colocação da proteção no palete. Além disso, proporciona uma melhora das condições ergonômicas do funcionário executor da atividade: ele não precisa conduzir um rolo ao redor do palete diversas vezes.

Os benefícios técnicos alcançados pela opção, tais como o aumento de produtividade e a melhoria em saúde ocupacional nessa atividade, puderam ser constatados pela realização do **Estudo de Tempo**.

O Estudo de Tempo, conforme a definição de Barnes (1997, p. 272), “*é usado na determinação do tempo necessário para uma pessoa qualificada e bem treinada, trabalhando em ritmo normal, executar uma tarefa especificada*”. O estudo de tempo possui diversas aplicações, mas, nesse caso, ele foi utilizado com o objetivo de determinar o tempo-padrão de aplicação dos revestimentos (tanto o atual como o proposto) a fim de se identificar o aumento ou a diminuição da produtividade em função do uso do novo método.

Para esse estudo de caso foi necessária a utilização de cronômetro digital de minuto decimal, que possui seu ciclo dividido em 100 espaços por minuto, cada espaço representando 0,01 minuto, a folha de observações e uma prancheta adaptada para facilitar a observação do tempo, a qual possui apoio para o papel e o cronômetro.

Foram obedecidos os passos definidos em Barnes (1997) para a execução de um estudo de tempo:

1. Coletar e registrar informações da atividade em estudo;
2. Dividir a atividade em elementos e registrar uma descrição completa da atividade em estudo;
3. Medir e registrar o tempo gasto na atividade;
4. Determinar o número de ciclos a ser cronometrado;
5. Avaliar o ritmo do operador;
6. Determinar as tolerâncias;
7. Determinar o tempo-padrão para a operação.

Como deveriam ser comparados os métodos atual e o proposto na colocação de proteção nos paletes, foram efetuados dois estudos de tempo. Foram obedecidas as seguintes regras para a elaboração desses estudos:

- **No registro das informações:** as informações sobre o método devem ser incluídas na folha de observações. Devem constar informações necessárias à identificação do método, como: nome da operação, material e máquina utilizadas, tamanho do lote, dentre outras.

- **Divisão da atividade em elementos:** deve-se subdividir a atividade em um número definido de elementos mensuráveis e descrevê-los separadamente. Esses elementos devem ser curtos, mas possíveis de ser medidos.
- **Medição e registro dos tempos:** existem vários métodos para a leitura do cronômetro. São eles: leitura contínua, leitura repetitiva e leitura acumulada. Nesse trabalho, utilizou-se a leitura repetitiva, em que o cronômetro é zerado no fim de cada elemento. O método repetitivo tem como principal vantagem sobre o método contínuo o fato de o tempo de observação de cada elemento poder ser visto na folha de observações, o que possibilita o analista de estudo notar qualquer variação nos tempos ocorridos no mesmo elemento, já que na leitura contínua é necessário calcular, após as observações, o tempo gasto em cada elemento. A leitura acumulada era utilizada na época dos cronômetros de ponteiros, não sendo mais usada com o aparecimento dos cronômetros digitais.
- **Número de ciclos a ser cronometrado:** como se trata do estudo de tempo de uma técnica de amostragem, quanto maior o número de amostras, mais representativo será o resultado do estudo. Quanto maior a variabilidade dos tempos obtidos para um elemento, maior deverá ser o número de ciclos a ser observado.

O cálculo do erro-padrão da média dos elementos é dado pela fórmula (4.1) apresentada abaixo (Barnes, 1997).

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\frac{1}{N} \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sqrt{N'}} \quad (4.1)$$

$\sigma_{\bar{x}}$ = desvio-padrão da distribuição por amostragem da média

N' = número necessário de observações para se prever o tempo real com erro relativo de $\pm 5\%$ e 95% de nível de confiança

X = leitura do cronômetro ou observação individual (min)

N = número efetivo de observações do elemento

Para se aplicar a fórmula (4.1), é necessário indicar o nível de confiança e o erro relativo desejável. Como são utilizados geralmente em estudos de tempos o nível de confiança de 95% e erro relativo de $\pm 5\%$ (a média dos valores observados para cada elemento não se afastará mais de $\pm 5\%$ na probabilidade de 95%), a fórmula para determinar o número necessário de observações será apresentada na fórmula (4.2) a seguir.

$$N' = \left[\frac{40\sqrt{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X} \right]^2 \quad (4.2)$$

- **Avaliação do ritmo:** trata-se da análise, feita pelo analista de tempo, de comparação do ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal. A avaliação tem um julgamento subjetivo.

O sistema empregado nos estudos foi o da *Westinghouse*. Esse sistema baseia-se em quatro fatores para as estimativas da eficiência do operador: habilidade, esforço, condições e consistência. Os valores de desempenho em cada fator são abordados na Tabela 4.1 a seguir.

Tabela 4.1– Coeficientes de desempenhos

Fonte: Barnes (1997, p. 298)

Habilidade			Esforço		
A1	+0,15	Super hábil	A1	+0,13	Excessivo
A2	+0,13		A2	+0,12	
B1	+0,11	Excelente	B1	+0,10	Excelente
B2	+0,08		B2	+0,08	
C1	+0,06	Bom	C1	+0,05	Bom
C2	+0,03		C2	+0,02	
D	0,00	Médio	D	0,00	Médio
E1	-0,05	Regular	E1	-0,04	Regular
E2	-0,10		E2	-0,08	
F1	-0,16	Fraco	F1	-0,12	Fraco
F2	-0,22		F2	-0,17	
Condições			Consistência		
A	+0,06	Ideal	A	+0,04	Perfeita
B	+0,04	Excelente	B	+0,03	Excelente
C	+0,02	Boa	C	+0,01	Boa
D	0,00	Média	D	0,00	Média
E	-0,03	Regular	E	-0,02	Regular
F	-0,07	Fraca	F	-0,04	Fraca

A aplicação do fator de ritmo no tempo médio observado fornece o tempo normal da atividade. O tempo normal é calculado por meio da fórmula (4.3) abaixo:

$$\text{tempo normal} = \text{tempo observado} \times (1 + \text{fator de ritmo}) \quad (4.3)$$

- **Determinação das tolerâncias:** o tempo normal calculado contém nenhuma tolerância. Porém, deve-se considerar o tempo para as interrupções na atividade. As tolerâncias para as interrupções que podem ocorrer são: tolerância para a

fadiga, tolerância pessoal e tolerância de espera. Nos estudos de tempo realizados, não foi necessário determinar as tolerâncias, pois só ocorreu a medição nos momentos em que se disponibilizavam paletes para o revestimento e era iniciada a operação. O operário responsável por essa atividade é remanejado sempre para outras tarefas assim que faltam paletes para revestir.

- **Determinação do tempo-padrão:** nos estudos executados, o tempo-padrão, desconsiderando-se as tolerâncias, é igual ao tempo normal.

Como uma primeira providência para o Estudo de Tempo, elaborou-se a descrição dos métodos antigo e novo de proteção dos paletes. A Tabela 4.2 abaixo apresenta-as em detalhe.

Tabela 4.2– Elementos da atividade de revestimento dos paletes com folhas de papel

Método Atual	Método Proposto
1. Soltar o filme do rolo e fixá-lo em um canto do palete na parte inferior.	1. Apanhar capa e abri-la.
2. Puxar o rolo liberando filme ao redor da pilha de folhas até dar um giro completo.	2. Abraçar a capa plástica na parte superior da pilha de folhas.
3. Realizar um ciclo completo novamente abrangendo 2/4 da altura das folhas.	3. Puxar a capa revestindo toda a pilha.
4. Girar novamente atingindo a porção 3/4 da altura.	4. Ao atingir a parte inferior da pilha, esticar a cinta e fechar o velcro.
5. Realizar outra volta para completar a altura.	
6. Finalizar com o fechamento da parte superior da pilha.	

Para determinar o número de ciclos a serem observados, foi realizado um estudo prévio dos métodos. A Tabela 4.3 a seguir mostra dez leituras prévias do estudo dos dois métodos para a determinação das quantidades de observações a serem feitas nos estudos de tempo. O número de ciclos foi determinado com base em toda a atividade e não no cálculo dos elementos individualmente.

Tabela 4.3– Valores de X e X² para substituição da fórmula de determinação do número de ciclos (N=10)

Método Atual		Método Proposto	
Leituras da atividade X	Quadrado das leituras X²	Leituras da atividade X	Quadrado das leituras X²
125	15.625	38	1.444
105	11.025	42	1.764
130	16.900	47	2.209
127	16.129	39	1.521
116	13.456	41	1.681
123	15.129	48	2.304
123	15.129	46	2.116
129	16.641	41	1.681
144	20.736	41	1.681
121	14.641	41	1.681
ΣX= 1.243	ΣX² = 155.411	ΣX= 424	ΣX² = 18.082

Substituindo-se os valores N, X e X² na fórmula (4.2), haverá os seguintes ciclos de observações:

- Para o método atual, devem ser observados 10 ciclos completos;
- Para o método proposto, devem também ser medidos 10 ciclos completos.

Determinou-se o fator de ritmo único para todos os elementos da operação, como forma de facilitar o trabalho do analista. Os resultados da avaliação de ritmo de ambos os métodos estão descritos na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Avaliação dos desempenhos dos operários nos dois métodos

Habilidade			Esforço		
Super-hábil	A1	+0,15	Excessivo	A1	+0,13
	A2	+0,13		A2	+0,12
Excelente	B1	+0,11	Excelente	B1	+0,10
	B2	+0,08		Proposta B2	+0,08
Bom	Proposta C1	+0,06	Bom	C1	+0,05
	Atual C2	+0,03		C2	+0,02
Médio	D	0,00	Médio	D	0,00
Regular	E1	-0,05	Regular	E1	-0,04
	E2	-0,10		Atual E2	-0,08
Fraco	F1	-0,16	Fraco	F1	-0,12
	F2	-0,22		F2	-0,17
Condições			Consistência		
Ideal	A	+0,06	Normal	A	+0,04
Excelente	B	+0,04	Excelente	Proposta B	+0,03
Boa	Proposta Atual C	+0,02	Boa	C	+0,01
Média	D	0,00	Média	D	0,00
Regular	E	-0,03	Regular	Atual E	-0,02
Fraca	F	-0,07	Fraca	F	-0,04
Fator de Eficiência:	Método Atual: $+0,03 - 0,08 + 0,02 - 0,02 = -0,05$				
	Método Proposto: $+0,06 + 0,08 + 0,02 + 0,03 = +0,19$				

Após a determinação dos elementos da atividade e os números de ciclos, foram realizadas as observações. Os estudos de tempo para o uso do método antigo e do novo método de colocação da proteção dos paletes estão representados nas Tabelas 4.5 e 4.6

Pelos estudos de tempo percebe-se claramente o aumento da produtividade pelo uso do novo método. Como a produtividade do método existente é de 1,181 min por palete protegido e a produtividade do método proposto é de 0,505 min por palete protegido, então, o aumento da produtividade é de aproximadamente duas vezes e meia, comprovando-se o benefício técnico da alternativa sugerida.

Do balanço de massa da empresa em estudo apresentado na Tabela 3.24 do Capítulo 3, obtêm-se as quantidades medidas com a utilização do filme *stretch* na operação de proteção das folhas de papel-cartão no palete. Refere-se, por conseguinte, ao método existente. A Tabela 4.7 quantifica as entradas e as saídas do filme *stretch* referente à atividade de proteção das folhas, e a Tabela 4.8 mostra o balanço de massa para o método proposto.

Tabela 4.7– Análise quantitativa das entradas e saídas nos processos referentes ao estudo

ENTRADAS	PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS
Matérias-primas, insumos e auxiliares	Etapas	Resíduos sólidos
Filme <i>stretch</i> (2.316,5 kg/ano)	2. Desbobinamento e Corte Cartão cortado	
	3. Impressão <i>Off-set</i> Cartão impresso	Resíduo de filme <i>stretch</i> (2.316,5 kg/ano)
2.316,5 kg/ano	TOTAL	2.316,5 kg/ano

Tabela 4.8 – Análise quantitativa do método proposto

ENTRADAS	PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS
Matérias-primas, insumos e auxiliares	Etapas	Resíduos sólidos
Filme <i>stretch</i> (0) Capa plástica (200 unidades= 120 kg/ano) (*)	2. Desbobinamento e Corte Cartão cortado	
	3. Impressão <i>Off-set</i> Cartão impresso	Resíduo de filme <i>stretch</i> (0) Resíduo de capa plástica (*)
120 kg/ano	TOTAL	0 kg/ano

(*) Capa plástica confeccionada com invólucro plástico proveniente da bobina de papel-cartão (resíduo gerado no processo de desbobinamento e corte); então, não existe a geração de resíduos sólidos nesse balanço.

4.1.3 Passo 16: Avaliação econômica

A avaliação econômica, do ponto de vista do empresariado, é o elemento-chave para a determinação da viabilidade da opção. Pretende-se com o passo 16 elaborar o orçamento de capital da opção proposta para avaliar a viabilidade do projeto.

Para prosseguir neste passo, é importante conhecer alguns conceitos. Segundo Weston e Brigham (2000), a elaboração do orçamento de capital é o processo de avaliação de projetos que detalha as entradas e saídas projetadas durante um período de tempo futuro. Já Gitman (2002) acrescenta algo mais ao conceito, explicando que orçamento do capital é o processo composto pela avaliação e seleção de investimentos a longo prazo e que sejam relacionados ao objetivo das empresas de aumentar a riqueza de seus proprietários.

Dos conceitos citados, conclui-se que métodos de análise de fluxos de caixa devem ser adotados para se verificar a exequibilidade do projeto. Por conseguinte, a primeira ação a ser efetivada é a composição dos fluxos de caixa da opção, ou seja, a determinação das entradas e saídas de caixa do projeto. Sanvicente (1997) classifica os fluxos de caixa em quatro tipos:

- **Despesas de investimento:** são os gastos necessários à implementação do projeto, os quais podem ser incorporados ao ativo fixo da empresa ou se referem às necessidades de colocar o novo ativo em funcionamento.

Para o levantamento dos investimentos da opção de Produção Mais Limpa, devem ser determinados quais os ativos necessários à sua implementação e definidos os recursos adicionais de que se necessita para o funcionamento desses ativos. Portanto, é fundamental conhecer os investimentos a serem realizados na opção. Para facilitar essa atividade, o CNTL (2002.f) lista, na Tabela 4.9, os investimentos mais prováveis de ocorrer.

- **Despesas operacionais:** são os gastos correspondentes aos recursos necessários ao funcionamento normal do previsto no projeto em cada período. Devem ser incluídos nessa conta os gastos com: matéria-prima, materiais auxiliares, insumos, mão-de-obra de produção, tratamento e disposição de resíduos, serviços comprados de outras empresas ou obtidos na própria empresa, manutenção, seguros, limpeza e alguns outros.
- **Receitas operacionais:** referem-se às entradas decorrentes da venda do produto ou do serviço envolvido. Como o orçamento de capital está relacionado com o tempo futuro, ele é obtido com o uso de técnicas de previsão de demanda.

Na análise de projetos PML, os ganhos econômicos alcançados são calculados em função da redução dos gastos e não do aumento das receitas, visto que o crescimento das receitas está atrelado à vontade do mercado. Portanto, uma maior rentabilidade deve ser alcançada por meio da aplicação do Programa PML, com a implementação de uma opção que possibilite à empresa produzir mais com a mesma ou menor quantidade de materiais utilizados no método existente.

Tabela 4.9 – Tipos de investimentos

Fonte: Adaptado do CNTL (2002.f)

Itens de investimentos	Descrição
Máquinas e equipamentos	Incluem também fretes, taxas, seguros, acessórios complementares etc. É um tipo de investimento muito comum na aplicação da Produção Mais Limpa.
Instalação, montagem e testes	Gastos relacionados com a colocação dos ativos fixos em condições de trabalho.
Outros equipamentos	Equipamentos não diretamente relacionados à produção.
Terrenos e obras preliminares às construções	Gastos raros nos projetos de Produção Mais Limpa. Trata-se de gastos referentes à compra de terrenos, bem como os gastos legais e complementares à aquisição, assim como também os gastos com serviços de preparo do terreno para as futuras construções.
Construções	Gastos com as construções relacionadas com o projeto. Investimento não muito comum em Produção Mais Limpa.
Obras complementares	Obras necessárias ao bom funcionamento das construções.
Veículos, móveis e utensílios	Investimentos não muito frequentes em alternativas de Produção Mais Limpa. Referem-se a gastos com veículos, móveis e utensílios necessários ao desenvolvimento das atividades do projeto.
Estudos, projetos e gastos de instalação	Relativo a gastos com estudos de: análises de viabilidades, engenharia, comercialização etc.
Patentes, licenças e tecnologia	Pagamento de patentes, como condição para produzir, de licenças e gastos com tecnologia.
Capacitação e colocação em funcionamento	Gastos referentes ao período, logo após a implementação do projeto, em que a empresa tem perdas (período de adaptação).
Imprevistos	Margem de erro devido a modificações das condições originais.

- **Valor residual:** é o valor de liquidação dos ativos fixos adquiridos para a execução do projeto. Resulta no fim da vida do projeto e baseia-se no valor contábil residual do investimento, isto é, o seu cálculo leva em consideração a

depreciação acumulada durante a vida útil do projeto. É a diferença entre o valor de aquisição do ativo e a depreciação acumulada até a data da sua liquidação.

Após o estabelecimento dos tipos de fluxos de caixa concernentes ao projeto, devem-se montar os fluxos de caixa. Porém, para se verificar a viabilidade econômica, é preciso comparar o fluxo de caixa do método atual. Chama-se fluxo de caixa incremental a comparação entre o método proposto e o atual para saber o quanto fluirá para a empresa como resultado do projeto proposto. A avaliação dos fluxos de caixa incremental determina a viabilidade da implementação da opção.

No caso escolhido para estudo, a proteção das folhas de papel-cartão, os tipos de fluxos de caixa, tanto do método atual como do método proposto, são apresentados nas Tabelas 4.10 e 4.11 a seguir.

Tabela 4.10 – Tipos de gastos na análise do método atual

Método atual	Quantidade	Unidade
Despesas operacionais		
Resíduo filme <i>stretch</i>	2.316,5	kg/ano
Custo unitário de disposição do resíduo de filme <i>stretch</i>	3,65 (*)	R\$/kg
Custo total de disposição do resíduo de filme <i>stretch</i>	8.455,22	R\$/ano
Valor de venda do resíduo	0,06 (**)	R\$/kg
Receita total da venda do resíduo	138,99	R\$/ano
Mão-de-obra utilizada na aplicação do filme	0,098417 (***)	h/kg
Custo da mão-de-obra utilizada (inclusive encargos)	2,246	R\$/h
Custo da mão-de-obra total utilizada na aplicação do filme	512,05	R\$/ano

(*) Calculado com base na Tabela 3.9 “Avaliação dos resíduos gerados no último ano”. Utilizou-se o custo total do resíduo, sem considerar seu preço de comercialização, dividido pela quantidade gerada.

(**) Calculado com base na Tabela 3.9 “Avaliação dos resíduos gerados no último ano”. Utilizou-se o valor de venda total do resíduo dividido pela quantidade comercializada.

(***) Obtido da divisão do tempo-padrão de revestimento (Tabela 4.5) pela quantidade média utilizada de filme por palete revestido (0,20 kg/paleta), convertendo-se o resultado de minutos para hora.

Tabela 4.11 – Tipos de fluxos de caixas na análise do método proposto

Método proposto	Quantidade	Unidade
Despesas de investimento		
Confecção de capas plásticas	200	ud/ano
Custo unitário da confecção das capas plásticas	4,00	R\$/ud
Valor das capas plásticas	800,00	R\$/ano
Despesas operacionais		
Paletes para proteção	11.582,50 (*)	ud/ano
Mão-de-obra utilizada na colocação da capa	0,008417 (**)	h/ud
Custo da mão-de-obra utilizada (inclusive encargos)	2,246	R\$/h
Custo da mão-de-obra total utilizada na colocação da capa	218,96	R\$/ano
Valor residual		
Sem valor de liquidação das capas plásticas		

(*) A quantidade de paletes por ano foi calculada com base na quantidade de resíduos gerados de filme e a quantidade necessária de filme para o revestimento de um palete.

(**) Obtido da conversão de minutos para hora o tempo-padrão de revestimento (Tabela 4.6).

Baseados nos tipos de fluxos definidos, os fluxos de caixa do método atual, do proposto e do incremental estão representados nas Tabelas 4.12, 4.13 e 4.14 a seguir. Os fluxos de caixa foram elaborados para o período de um ano, já que as capas plásticas possuem durabilidade de apenas 6 meses.

Tabela 4.12 – Fluxos de caixa do método atual

Discriminação	Ano	
	0	1
(+) Receitas	-	138,99
Venda de resíduo de filme <i>stretch</i>	-	138,99
(-) Custos Operacionais	-	(8.967,27)
Disposição de resíduo de filme <i>stretch</i>	-	(8.455,22)
Mão-de-obra	-	(512,05)
(=) Fluxo de Caixa Líquido	-	(8.828,28)

Tabela 4.13 – Fluxos de caixa do método proposto

Discriminação	Ano	
	0	1
Investimentos	(800,00)	-
(+) Receitas	-	-
Venda de resíduo de filme <i>stretch</i>	-	-
(-) Custos Operacionais	-	(218,96)
Mão-de-obra	-	(218,96)
(=) Fluxo de Caixa Líquido	-	(218,96)

Tabela 4.14 – Fluxos de caixa incremental

Discriminação	Ano	
	0	1
(+) Fluxo de caixa método atual	-	8.828,28
(-) Fluxo de caixa método proposto	(800,00)	(218,96)
(=) Diferença líquida	(800,00)	8.609,32
Lucro tributável	-	8.609,32
(-) IRPJ (15% sobre lucro real)	-	(1.291,98)
(=) Lucro líquido	-	7.317,92
Fluxo de caixa incremental	(800,00)	7.317,92

Observa-se do fluxo de caixa incremental que o método proposto possibilita uma redução dos custos operacionais de cerca sete mil reais ao ano, resultante da não-geração de novos resíduos e do aumento da produtividade dos trabalhadores. Porém, para se verificar a viabilidade econômica da proposta, deve-se analisar a lucratividade da mesma, pois existe desembolso em investimento.

Existem diversas técnicas de análise de orçamento de capital, ou seja, métodos para decidir se se aceita ou se rejeita o projeto. As três técnicas mais comuns de avaliação são: período de recuperação do investimento (*payback*), valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR). Neste estudo são utilizadas as três técnicas como forma de comprovar a viabilidade do projeto.

O método de período de *payback* é definido como o período de tempo necessário para que o desembolso correspondente ao investimento inicial seja recuperado. Para Weston (2002), o *payback* é o espaço de tempo em que as entradas líquidas de um investimento recuperam o custo de investimento. Então, no método proposto, o *payback* pode ser encontrado de acordo com a fórmula (4.4) abaixo.

$$Payback = \frac{\text{Investimento inicial de capital}}{\text{Fluxo de caixa incremental}} \quad (4.4)$$

Substituindo na fórmula, obtém-se para o estudo o período de *payback* de 0,1093, significando que o projeto terá seu investimento recuperado em menos de dois meses. Logo, evidencia-se a rapidez com que os gastos com despesas de investimentos serão resgatados.

Outro método-padrão de análise é o Valor Presente Líquido (VPL). Esse método encontra o valor presente dos fluxos de caixa futuros líquidos, descontados à taxa de retorno exigida (Weston, 2000). A fórmula (4.5) apresenta como determinar o valor presente líquido de um projeto.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - II \quad (4.5)$$

FC_t = fluxo de caixa incremental no período t

k = custo de capital do projeto

II = investimento inicial de capital

n = quantidade de períodos da série de fluxos de caixa

Se o VPL for positivo, o projeto é viável, ao passo que, se o VPL for negativo, torna-se inviável e deve ser rejeitado. Então, quanto maior for o VPL, maior será a rentabilidade do projeto.

Antes de se calcular o VPL, deve-se escolher uma taxa de desconto ou custo de capital a ser utilizada. A taxa usada para o projeto proposto foi de 18% ao ano, referente à taxa básica da economia brasileira, taxa *Selic*, no mês de setembro de 2002.

Então, como efeito da aplicação da taxa de 18%, o VPL teve como resultado R\$3.9855,11, valor maior do que zero, comprovando com isso a aceitabilidade do projeto pela utilização do método VPL.

O último método a ser utilizado é a Taxa Interna de Retorno (TIR). A TIR é a taxa de desconto que iguala o somatório dos valores presentes das entradas de caixa líquidas e o investimento inicial.

VPL (entradas) = Investimento inicial

Chega-se, então, à seguinte fórmula (4.6):

$$\sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} = II \quad (4.6)$$

A taxa de desconto k transforma-se em TIR no momento em que ocorre a igualdade entre os componentes de entrada e saída.

A comprovação da viabilidade do projeto, utilizando-se esse método, dá-se quando a TIR calculada for maior do que a taxa de desconto adotada. Se a TIR for menor, o projeto deve ser rejeitado.

No projeto proposto, a TIR calculada resultou em 814,74%, indicando que o projeto, pela análise por esse método, é rentável, já que esse percentual é bem maior do que a taxa de 18% considerada como taxa de atratividade.

Com base nessas análises, pode-se dizer que o método proposto, em termos econômicos, possui um elevado grau de êxito.

4.1.4 Passo 17: Avaliação ambiental

O objetivo básico do Programa PML consiste na obtenção de melhorias ambientais nas empresas. Com o emprego do passo referente à avaliação ambiental, espera-se determinar quais são as influências da opção sobre o meio ambiente. As avaliações podem ser efetuadas sob três diferentes abordagens. Pode-se utilizar uma abordagem simples, fundamentada na quantificação das características dos resíduos, emissões e efluentes e suas respectivas reduções. Também existe a avaliação complexa do efeito da composição de novos *inputs* e *outputs*. E a terceira abordagem de avaliação ambiental corresponde à análise do ciclo de vida dos produtos (ACV). A ACV, segundo Chehebe (1998, p. 10) “*é uma técnica para avaliação dos aspectos e dos impactos potenciais associados a um produto, compreendendo etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo (berço) à disposição do produto final (túmulo)*”. A ACV, portanto, é uma ferramenta técnica que pode ser utilizada nas tomadas de decisão. Contudo, deve ser aplicada somente em casos especiais, pois, pelo volume de informações que precisa ser levantado, exige um montante financeiro razoável para arcar com as despesas.

No caso em estudo, foi empregada a abordagem da avaliação simples. É necessário apenas levantar a redução dos resíduos relacionada com a opção.

Possibilita-se, com a implementação do estudo proposto, eliminar a geração de resíduo de material utilizado na proteção das folhas cortadas no processo de desbobinamento e corte, eliminação proporcionada pela substituição do filme plástico *stretch* por capa plástica de alta resistência. Ressalte-se que, pelo fato de as capas plásticas propostas serem confeccionadas com os resíduos plásticos provenientes dos invólucros da bobina de papel-cartão, essa operação não gerará novos resíduos.

Vale ressaltar que, além dos benefícios ambientais relativos à redução dos resíduos, obtêm-se também melhorias ergonômicas. No método proposto, são conseguidas melhorias referentes a aspectos antropométricos, que estão relacionados com as habilidades físicas das pessoas. Tenta-se adaptar as tarefas às características dos funcionários. Esses benefícios são alcançados pela adoção de padrões de altura das folhas de papel-cartão no palete. Pelo estabelecimento desses padrões, objetiva-se facilitar o recobrimento do topo da pilha por um funcionário de tamanho médio.

4.1.5 Passo 18: Escolha das opções de implementação

Após a análise de viabilidade das opções identificadas, devem-se documentar os resultados e realizar a seleção das opções para implementação. Na documentação, é preciso que conste a viabilidade das opções com relação aos aspectos ambientais, técnicos e econômicos. As opções viáveis devem ser priorizadas pelo emprego de um método comparativo ponderado de pontuação, com os pontos variando de 0 a 10. A Tabela 4.15 abaixo expõe um modelo para o uso do método de seleção de opções.

Tabela 4.15 – Método comparativo de priorização de opções

Fonte: Adaptado do CNTL (2001.c)

Critério	Peso	Opção 1		Opção 2		Opção 3		Opção 4		Opção 5	
		Ponto	PP	Ponto	PP	Ponto	PP	Ponto	PP	Ponto	PP
1. Custos											
2. Redução de resíduos											
3. Facilidade de implementação											
4. Saúde e segurança do trabalho											
5. Redução de toxicidade											
6. Aceitação dos funcionários											
7. Responsabilidade social											
TOTAL											

A coluna referente a PP compõe-se do valor resultante da multiplicação do peso do critério pela pontuação da opção no respectivo critério. A comparação e a priorização das opções dar-se-ão pelo total obtido por cada opção. A opção de maior totalização será a primeira do *ranking*. Então, as opções são ordenadas até se chegar à última opção, isto é, à que corresponde ao menor total.

Neste estudo, porém, não foi necessário desenvolver esse passo, pois só houve o detalhamento de uma única opção, não existindo a necessidade de se elaborarem comparações.

Com a finalização do passo da seleção das opções, torna-se essencial o preenchimento da avaliação do *checklist*. A Tabela 4.16 a seguir apresenta o resultado da aplicação do estágio 4 obtido na empresa em estudo.

Tabela 4.16 – Checklist de avaliação do estágio 4 – Viabilidade

Avaliação da PML – Estágio 4				
	Descrição	Sim	Não	Sem importância
1	Foram avaliadas tecnicamente as opções priorizadas no estágio anterior?	X		
2	Foram coletados todos os possíveis dados referentes aos tipos de fluxo de caixa das opções?	X		
3	As opções tiveram seus fluxos de caixa levantados?	X		
4	Foram analisados os retornos de investimentos das opções?	X		
5	Foram analisadas as taxas internas de retorno e os valores presentes líquidos das opções?	X		
6	Os investimentos das opções priorizadas estão dentro das limitações orçamentárias da empresa?	X		
7	As opções priorizadas melhoram as condições de saúde e segurança na empresa?	X		
8	As opções priorizadas reduzem os poluentes da produção?	X		
9	As opções priorizadas geram novos impactos ambientais?		X	

Na prática, trabalhou-se no estágio 4–Viabilidade, seis opções. Porém, na elaboração deste trabalho, particularizou-se apenas uma. Se todas fossem detalhadas, este estudo se tornaria muito longo e excederia o objetivo proposto, que é apresentar como foi desenvolvido o Programa PML numa empresa fabricante de embalagens de papel, comentando os passos seguidos para a obtenção do êxito.

4.2 Quinto estágio: Implementação

No estágio de implementação, busca-se pôr em prática as opções selecionadas no estágio anterior.

O quinto estágio é composto pelos seguintes passos:

Passo	Descrição
19	Planejamento da implementação PML.
20	Implementação das opções PML.

4.2.1 Passo 19: Planejamento da implementação PML

O planejamento de projetos é essencial em processos de mudanças. Para Slack *et alii* (2002), a atividade de planejamento para a implementação de projetos tem como objetivos a

determinação dos recursos (inclusive financeiros) necessários e a duração da execução, a alocação dos trabalhos e o acompanhamento do desempenho, e a avaliação de influências de mudanças sobre o projeto. A seqüência de execução de um planejamento deve obedecer ao caminho traçado pela Figura 4.3 abaixo.

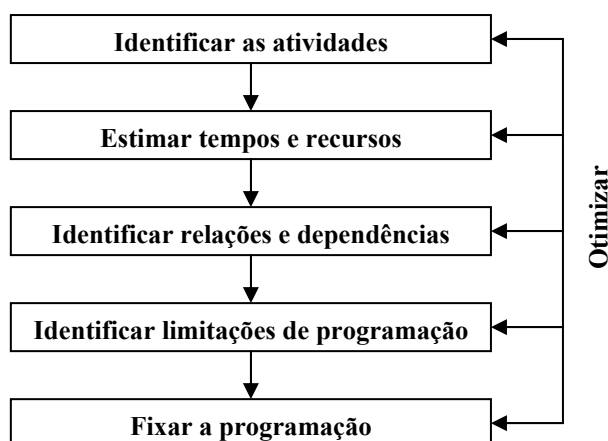


Figura 4.3 – Passos para planejamento de implementação de projetos

Fonte: Slack et alii (2002, p. 521)

- **Identificar as atividades:** são especificadas as tarefas relacionadas com o projeto. As tarefas devem ser definidas observando-se os objetivos do projeto e as restrições existentes.
- **Estimar tempos e recursos:** identificam-se, neste passo, a duração de cada tarefa do projeto e a quantidade de recursos necessários.
- **Identificar relacionamentos e dependências:** os relacionamentos entre as tarefas do projeto devem ser levantados. É preciso saber o tipo de relacionamento entre os componentes: se dependentes ou independentes.
- **Identificar limitações de programação:** são comparados os recursos disponíveis com os requisitos do projeto. Existem duas limitações: por tempo, em que a prioridade é a implementação do projeto em um certo prazo de tempo, e por recursos, em que os recursos disponíveis demarcam sua programação.
- **Fixar a programação:** alternativas devem ser geradas com base nas duas limitações, e deve-se examiná-las. A que melhor se adequar ao projeto deveria ser a escolhida e desenvolvida.

Fundamentado nesse roteiro, esboçou-se o planejamento do projeto proposto de adoção do novo método de **proteção das folhas de papel-cartão**. Por ser um projeto simples de

implementação, o seu planejamento também não exigiu grandes aprofundamento. No passo de identificação das atividades, foram definidas as tarefas listadas na Tabela 4.17 a seguir.

Tabela 4.17 – Tarefas identificadas para o projeto proposto

Nº	Descrição das tarefas
1	Recolhimento dos resíduos de invólucros plásticos não danificados.
2	Condução do material recolhido para a confecção de capas plásticas por costureiras terceirizadas.
3	Preparação das capas plásticas.
4	Colocação das capas no setor referente à atividade de proteção das folhas de papel-cartão.

Não há limitações de tempo nem de recursos para o projeto em estudo. Os recursos necessários são encontrados em abundância, e o tempo para a preparação das capas plásticas não prejudica o funcionamento da atividade atual, mas retarda a implementação do método proposto.

Com relação ao relacionamento das tarefas, elas possuem um relacionamento em série ou dependente, ou seja, a atividade 2 deve esperar a atividade 1 ser realizada; a atividade 3 depende da atividade 2 para sua consecução, e a atividade 4, da atividade 3.

A única restrição ao andamento da implementação do projeto deveu-se à liberação dos fundos financeiros para o pagamento dos serviços de costura das capas. Porém, devido ao baixo valor do investimento, não houve qualquer limitação orçamentária ao desembolso.

É importante também a elaboração de um cronograma para se acompanhar a implementação do projeto, e comparar o esperado e o realizado. O cronograma descrito abaixo, na Tabela 4.18, foi desenvolvido para ilustrar a execução do projeto em estudo.

Tabela 4.18 – Cronograma de acompanhamento da implementação do projeto

Descrição da atividade	Dias da semana														Responsável pela tarefa	Recursos necessários
	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D		
Recolhimento dos resíduos de invólucros plásticos não-danificados.															Operador da desbobinadeira	Plástico proveniente das bobinas de papel-cartão usadas
Condução do material recolhido para a confecção de capas plásticas por costureiras terceirizadas.															Integrante do Ecotime	Material plástico recolhido e veículo automotor
Preparação das capas plásticas.															Costureiras terceirizadas	Desembolso financeiro (100%)
Colocação das capas no setor referente à atividade de proteção das folhas de papel-cartão.															Integrante do Ecotime	Veículo automotor e capas plásticas

4.2.2 Passo 20: Implementação das opções PML

Para ser bem sucedido na implementação da opção PML, o Programa PML necessita do endosso dos funcionários ligados à área onde ocorrerá a implementação. As pessoas que foram indicadas como responsáveis pela implementação da opção deverão estar treinadas adequadamente e informadas dos detalhes do projeto e do seu propósito. Podem ser conseguidas, com isso, sugestões úteis ao desenvolvimento deste passo.

4.3 Sexto estágio: Monitoramento e melhoria contínua

O Programa PML não finaliza com a conclusão do último estágio. Na verdade, o objetivo do Programa é prosseguir para alcançar outras melhorias. Trabalhar-se-ão melhorias contínuas *ad aeternum*. Pelo menos, isso é o que se pretende com a implementação de todos os seis estágios do Programa PML.

Neste estágio são tomadas as decisões de monitoramento, de avaliação do desempenho do Programa PML por meio da comparação das observações realizadas com o planejado, e de intervenção para a realização das mudanças necessárias.

Assim, nesse estágio de Monitoramento e Melhoria Contínua do Programa PML, são incluídos os dois passos a seguir:

Passo	Descrição
21	Monitoramento do desempenho.
22	Continuidade do Programa.

4.3.1 Passo 21: Monitoramento do desempenho

Com o objetivo de comparar os resultados planejados com os resultados obtidos da implementação, torna-se fundamental monitorar o desempenho das opções de PML. A comparação permite visualizar a eficácia da opção implementada. E, como disse Drucker (*apud* Davis, 2001, p. 121), “*se você não pode medir isso, não pode gerenciá-lo*”. Então, a medição do desempenho dos negócios é um fator-chave para seus êxitos. Acrescentando a isso, o princípio 4 da norma ISO 14004 (1996), diz que: “*Medição, monitoramento e avaliação constituem atividades essenciais de um sistema de gestão ambiental, as quais asseguram que a organização está funcionando de acordo com o programa de gestão ambiental definido*”. A norma ISO 14004 (1996) cita no seu requisito 4.4.2 - Medição e Monitoramento - que: “*É recomendado que haja um sistema em funcionamento para medir e*

monitorar o efetivo desempenho em relação aos objetivos e metas ambientais da organização nas áreas e sistemas de gestão e processos operacionais.”

O monitoramento, para Verschoor e Reijnders (2001), deve ser definido como um processo de observação repetitiva para propósitos definidos, tal qual um estabelecimento financeiro ou fluxos de material para uma programação de tempo e espaço pré-arranjada. O monitoramento das atividades empresariais serve para diversas finalidades, incluindo gerência de processos e atendimento de padrão previamente estabelecido.

Mas para efetuar as comparações de desempenho, é necessário definir os indicadores que deverão ser usados. Indicadores são índices que representam uma informação gerada dos processos, serviços ou produtos resultantes de uma estrutura produtiva. Segundo Veleva e Ellenbecker (2001), os indicadores fornecem tipicamente informações-chave para o sistema físico, social e econômico. Eles permitem analisar as tendências das relações de causa e efeito. Os indicadores constituem-se em instrumentos de apoio à tomada de decisão com relação à estrutura produtiva.

Uma empresa pode monitorar seu desempenho ambiental com diferentes extensões (Verschoor e Reijnders, 2001; CNTL, 2002.g). A abordagem do desempenho ambiental em uma empresa dá-se em três extensões: a gerencial, a operacional e a ambiental. Com a interação do trinômio – gerencial/operacional/ambiental - consegue-se por meio de indicadores obter uma avaliação integradora do desempenho no ambiente global da empresa.

A extensão gerencial compreende procedimentos, práticas, capital humano e todas as outras decisões que envolvem aspectos ambientais da empresa. Os indicadores dessa extensão são chamados indicadores de gerenciamento ambiental (*Environmental Management Indicators – EMIs*). Eles fornecem informações sobre os esforços e a capacidade da empresa em gerenciar questões que influem no desempenho ambiental da empresa.

A extensão operacional responsabiliza-se pela infra-estrutura e equipamentos da empresa e pelos recursos por elas utilizadas. Seus indicadores são os indicadores de *performance* ambiental (*Environmental Performance Indicators – EPIs*) e eles fornecem informações sobre o desempenho da empresa com relação a seus *inputs* e *outputs*.

A extensão ambiental corresponde aos recursos naturais, à biota e à saúde humana. Os indicadores de condições ambientais (*Environmental Indicators – EIs*) caracterizam as condições ambientais locais, regionais e globais e permitem a identificação dos aspectos e impactos significativos para a empresa.

A Figura 4.4 a seguir, extraída do CNTL (2002.g), propõe tipos de indicadores ambientais corporativos.

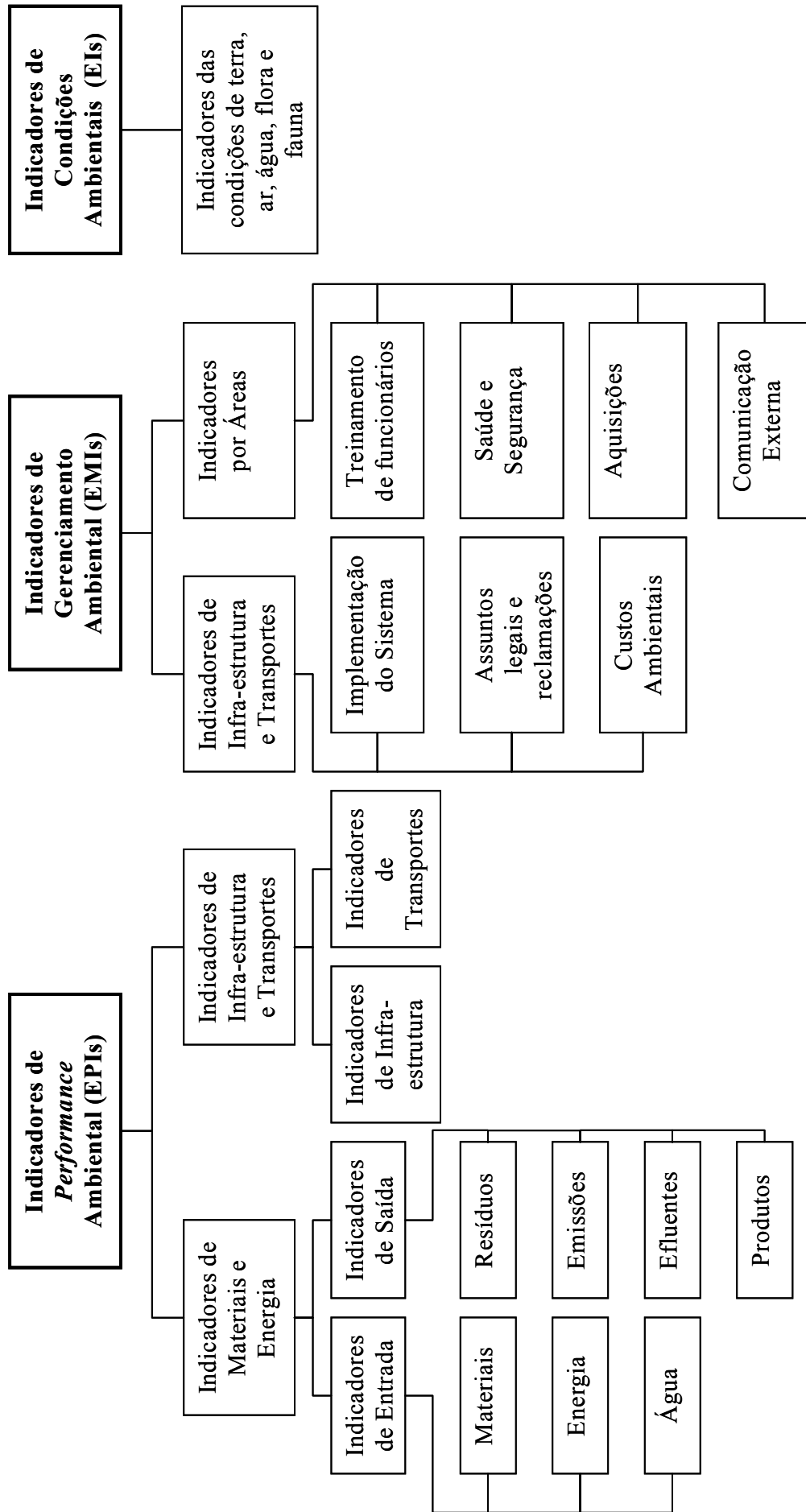


Figura 4.4 – Indicadores Ambientais Corporativos
 Fonte: Adaptado do CNTL (2002.g)

A seleção dos indicadores ambientais deve contemplar aqueles que relacionem as operações da empresa com a melhoria ou a degradação das condições do meio ambiente. Conforme o CNTL (2002.g), os indicadores ambientais devem fazer analogia com a situação ambiental na área de influência e com os efeitos ambientais dos processos, produtos e serviços da empresa. A seleção dos indicadores deve ser guiada pelo tipo de informação que é necessária e como ela será utilizada (Veleva e Ellenbacker, 2001).

Mas antes de selecionar os indicadores ambientais, é preciso conhecê-los. As categorias de indicadores ambientais estão listadas na Tabela 4.19 abaixo.

Tabela 4.19 – Categorias de indicadores ambientais

Fonte: Adaptado do CNTL (2002.g, p. 6)

Categorias de indicadores ambientais	Comparação
Absoluto x Relativo	O indicador absoluto é entendido em termos globais, sem comparação de fatores. O indicador relativo compara fatores, demonstrando medidas de melhorias de desempenho ambiental.
Corporativos x de Processo	O indicador corporativo determina se as ações realizadas estão de acordo com as planejadas ou se devem ser elaborados novos planos de ação ou de correção. O indicador de processo é essencial para se averiguarem níveis de consumo de recursos e de emissões relacionadas com as etapas do processo.
Quantitativo x de Custo	O indicador quantitativo utiliza medidas métricas. O indicador de custo associa-se a valores monetários.

O processo para a escolha dos indicadores considera cinco atividades elementares. O CNTL (2002.g) descreve essas atividades no modelo que está ilustrado na Figura 4.5 a seguir.

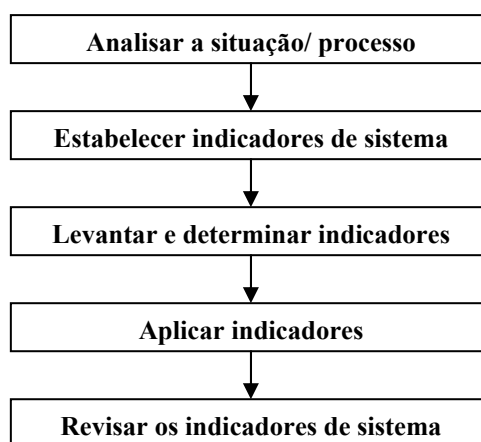


Figura 4.5 – Modelo para seleção de indicadores

Fonte: Adaptado do CNTL (2002.g)

A norma ISO 14004 (1996) diz, no seu requisito 4.4.2- Medição e Monitoramento -, que: “É recomendado que a identificação dos indicadores de desempenho ambiental apropriados para a organização seja um processo contínuo. Recomenda-se que tais indicadores sejam objetivos, verificáveis e reproduzíveis.” Para Cajazeira (1998), a criação de indicadores ambientais é uma necessidade organizacional.

Após selecionar os indicadores ambientais, devem-se determinar os critérios para a coleta de dados referentes aos indicadores escolhidos. Alguns elementos devem ser observados, como (CNTL, 2002.g, p. 10):

- **Descrição do indicador ambiental:** deve-se descrevê-lo de acordo com o tipo, comentando sua unidade de medição, a qual setor da empresa ele se refere, qual a importância do indicador no processo e o objetivo de sua escolha.
- **Classificação e desenvolvimento da base de dados:** deve-se verificar se não já existem registros do indicador. Se não existirem, deve-se criá-los.
- **Determinação dos recursos necessários:** devem ser definidos quais equipamentos e instrumentos serão necessários para o levantamento dos dados.
- **Identificação dos fatores de conversão:** devem ser utilizadas unidades de medição que demonstrem mais precisamente os dados levantados.
- **Definição da frequência da coleta de dados:** deve-se determinar o intervalo de tempo apropriado para o levantamento dos dados.

Na opção em estudo “Proteção das folhas de papel-cartão”, foram selecionados três indicadores, mas apenas os dois primeiros se revelaram relevantes para o estudo. Suas características estão descritas na Tabela 4.20 abaixo.

Tabela 4.20 – Indicadores escolhidos para a opção em estudo

Indicador	Características
1. Geração de resíduo na atividade de proteção de folhas de papel-cartão por folha cortada	É um indicador relativo, quantitativo e de processo que relaciona a quantidade de resíduos gerados na atividade de proteção de folhas de papel-cartão com a quantidade total de folhas produzidas pela empresa (sem impressão).
2. Geração de novo resíduo, para a empresa, proveniente da atividade de proteção por folha cortada	Indicador relativo, quantitativo e de processo que permite analisar a quantidade de resíduos novos para a empresa, gerados pela atividade de proteção de folhas de papel-cartão, pela quantidade total de folhas produzidas pela empresa (sem impressão).

(Continua)

(Continuação da Tabela 4.20)

3. Geração de resíduos na atividade de proteção das folhas de papel-cartão	Indicador absoluto, quantitativo e de processo, que verifica a quantidade total de resíduos gerados na atividade de proteção das folhas de papel-cartão.
--	--

Com base nesses indicadores, foram definidos os seus parâmetros de monitoramento. Elaboraram-se fichas dos indicadores, nas quais estão descritos detalhes para sua observação. Elas estabelecem os procedimentos de acompanhamento dos indicadores.

As fichas referentes aos dois indicadores selecionados encontram-se nas Tabelas 4.21 e 4.22 a seguir.

Tabela 4.21 – Informações sobre o indicador 1

NOME DO INDICADOR: Geração de resíduo na atividade de proteção de folhas de papel-cartão por folha cortada

Descrição do indicador

Indicador relativo que objetiva a medição do descarte de material de revestimento por folha cortada no processo de desbobinamento e corte. Com esse indicador, procura-se obter a quantidade de resíduos relativos, independentemente da procedência dos revestimentos utilizados na atividade.

A unidade de medição é o kg/folha produzida.

Classificação e desenvolvimento da base de dados

Como ainda não existem registros sobre o indicador, deve-se fazer uso de tabelas para o levantamento do peso do revestimento utilizado na entrada e do resíduo do revestimento na saída. Deve ser medida também a quantidade de folhas cortadas no processo de desbobinamento e corte, para posterior comparação dos dois fatores.

Determinação dos recursos necessários

Precisa-se somente de funcionário treinado para acompanhar a produção.

Busca de fatores de conversão

O fator folha produzida deverá ter sua unidade convertida para quilogramas.

Definição da frequência, período e parâmetros a serem monitorados

O período de medição deve ser de uma semana, com medição contínua, pois não se espera que exista uma variação acentuada no uso do revestimento com relação à produção.

Responsável pela coleta de dados: _____

Cargo: _____

Data: Outubro _____

Tabela 4.22 – Informações sobre o indicador 2

NOME DO INDICADOR: Geração de novo resíduo para a empresa, proveniente da atividade de proteção por folha cortada

Descrição do indicador

Indicador relativo que intenta investigar a geração de novos resíduos para a empresa, gerados pela atividade de proteção de folhas de papel-cartão, relativa à quantidade total de folhas cortadas pela empresa. Considera-se nesse indicador a procedência do material usado para revestimento.

A unidade de medição é o kg/folha produzida.

Classificação e desenvolvimento da base de dados

Como ainda não existem registros sobre o indicador, deve-se fazer uso de tabelas para o levantamento do peso do revestimento utilizado na entrada e do resíduo novo para a empresa na saída. Deve ser medida também a quantidade de folhas cortados no processo de desbobinamento e corte, para posterior comparação dos dois fatores.

Determinação dos recursos necessários

Precisa-se somente de um funcionário treinado para acompanhar a produção.

Busca de fatores de conversão

O fator folha produzida deverá ter sua unidade convertida para quilogramas.

Definição da frequência, período e parâmetros a serem monitorados

O período de medição deve ser de uma semana, com medição contínua, pois não se espera que exista uma variação acentuada no uso do revestimento com relação à produção.

Responsável pela coleta de dados: _____

Cargo: _____

Data: Outubro

Assim que os indicadores são definidos, passa-se a estabelecer o programa de monitoramento. Divide-se esse programa, em consonância com o CNTL (2002.g), em quatro fases distintas.

A primeira fase refere-se ao planejamento. O planejamento é composto por sete atividades que são expostas na Figura 4.6.

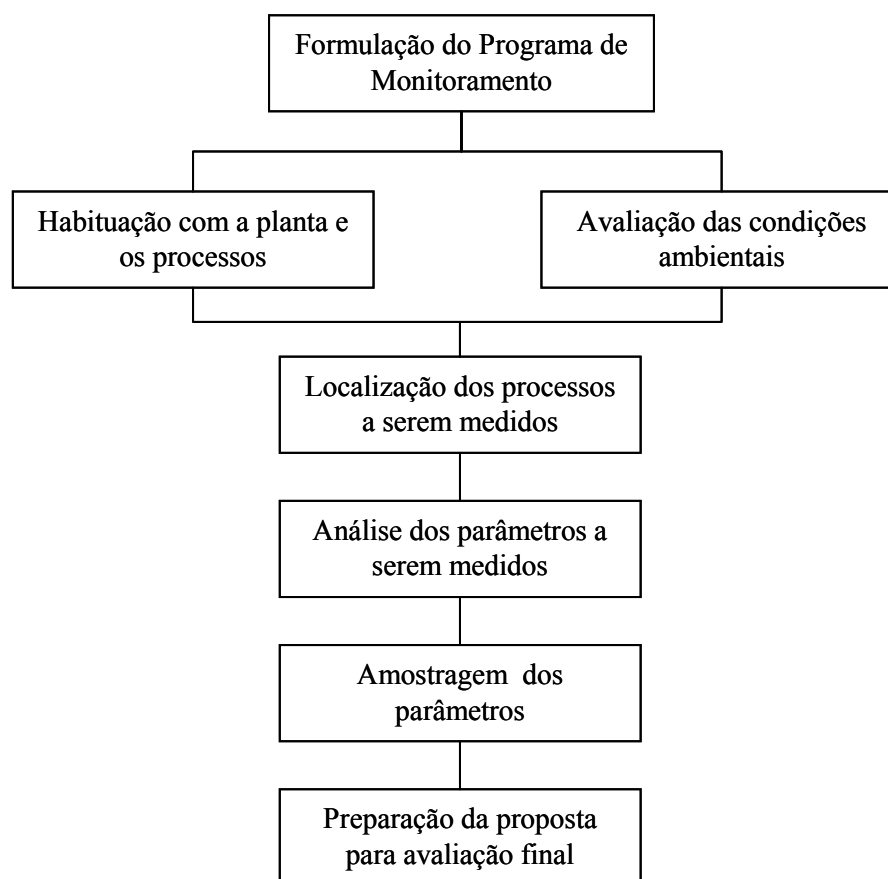


Figura 4.6 – Fases de planejamento de um Programa de Monitoramento

Fonte: Adaptado do CNTL (2002.g, p. 30)

O primeiro passo a ser dado na implementação do programa de monitoramento deve ser a definição de seus objetivos. Em seguida, as pessoas envolvidas no programa devem habituar-se aos processos da empresa, conhecer suas condições ambientais e averiguar os requisitos legais imputados às atividades da empresa.

A localização dos pontos a serem medidos será baseada nas atividades anteriores. O objetivo do programa e as condições ambientais indicarão que pontos deverão ser amostrados. Após isso, os parâmetros a serem medidos precisam ser estabelecidos. As amostragens serão realizadas com base nos parâmetros determinados. Os parâmetros devem abranger todo o ciclo da operação no processo.

Na segunda fase de um programa de monitoramento, realiza-se a preparação. Essa fase compreende a fixação de um sistema de documentação, a calibração dos instrumentos de medição, o estabelecimento dos procedimentos para a coleta das amostras, incluindo a

obtenção de informações sobre as proteções apropriadas de manuseio dos materiais de amostragem e provimento de instruções aos responsáveis pela amostragem.

A terceira fase refere-se à implementação do programa de monitoramento. As amostragens devem ser realizadas e adequadamente registradas, com identificação correta das amostras. Procede-se então, quando necessário, às análises químicas das amostras coletadas.

A quarta fase está relacionada com os registros e análise de dados. Os dados obtidos devem ser averiguados. As anomalias existentes devem ser investigadas. Em seguida, os dados devem ser tratados para possibilitar o gerenciamento dos processos, de acordo com os objetivos estabelecidos previamente.

Fundamentado nesse roteiro, o plano de monitoramento do caso proposto para o fabricante de embalagens de papel foi estabelecido pela identificação dos pontos de medição e dos parâmetros a serem monitorados no fluxograma de processo ilustrado na Figura 4.7 abaixo.

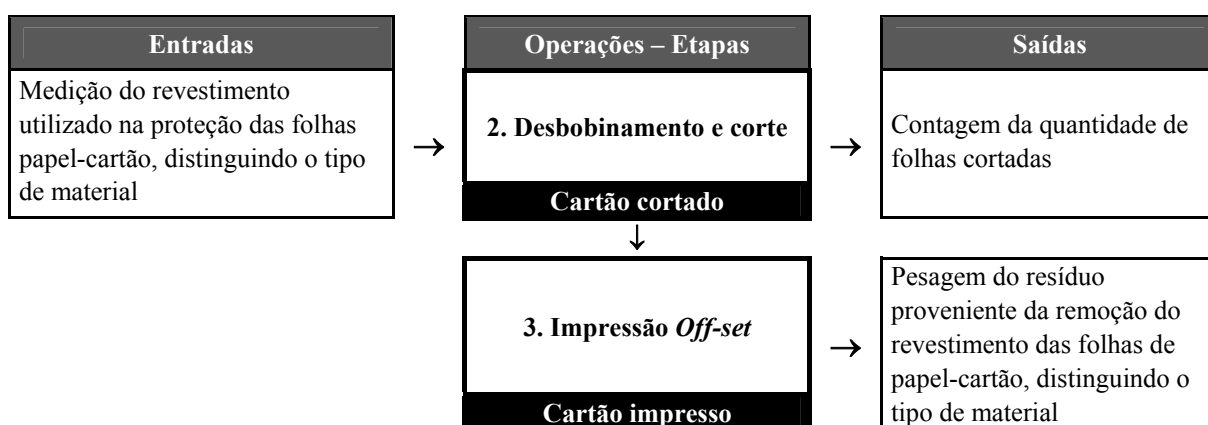


Figura 4.7 – Identificação de pontos e parâmetros de amostragens para o caso em estudo

Após a identificação dos pontos e parâmetros, elaborou-se uma ficha de procedimento das medições a serem realizadas. A ficha está referenciada na Tabela 4.23 a seguir.

Tabela 4.23 – Ficha de Monitoramento

Metodologia utilizada para realizar as medições
O valor quantitativo do filme aplicado nas folhas, após o processo de desbobinamento e corte, deverá ser obtido por meio do cálculo da diferença do rolo de filme pesado antes e após o uso. Para obter a quantidade descartada de filme, deve-se simplesmente pesar o resíduo. No caso do uso da capa reutilizável, as capas serão previamente pesadas. O resíduo gerado será a quantidade de capas descartadas ao longo de um ano (previsão baseada na vida útil da capa).
Determinação dos recursos necessários
Para realizar o estudo, precisa-se somente de um funcionário treinado, com ficha de acompanhamento das entradas e das saídas.
Definição da frequência, período e parâmetros a serem monitorados
O período da medição deve ser de uma semana, não utilizando a frequência, mas medindo continuamente o filme na entrada e o total na saída. As capas não precisarão de medição.

Responsável pela coleta de dados: _____

Cargo: _____ **Data:** Outubro

Os dados coletados e analisados no processo de monitoramento estabelecido para a empresa conduziu aos seguintes resultados (Tabela 4.24):

Tabela 4.24 – Indicadores medidos

Indicadores	Antes da implantação do estudo de caso	Após a implantação do estudo de caso	Melhoria
Geração de resíduo na atividade de proteção de folhas de papel-cartão por folha cortada	0,4984 g/kg	0,000 g/kg	100%
Geração de novo resíduo para a empresa, proveniente da atividade de proteção por folha cortada	0,4984 g/kg	0,0240 g/kg	95,2%

Conclui-se que o projeto proposto, ao levar em consideração a quantificação dos resíduos gerados, independentemente do reuso de resíduos de outros processos, obtém uma redução de aproximadamente 95% de resíduos gerados por produto. Além disso, quando é considerado que o resíduo reaproveitado na confecção das capas e, portanto, não é novamente gerado o resíduo, apenas repassado de atividade, a redução de resíduo por produto é total. Deixa-se de gerar resíduos na atividade de proteção das folhas de papel-cartão após o processo de **desbobinamento e corte**.

4.3.2 Passo 22: Continuidade do programa (melhoria contínua)

O Programa PML não finaliza com o término do monitoramento e a visualização dos benefícios alcançados. Espera-se muito mais com o Programa: a **Melhoria Contínua**.

O requisito 4.5.3 da norma ISO 14004 (1996) define a melhoria contínua como a *“avaliação contínua do desempenho ambiental (...) em relação à política, objetivos e metas ambientais, com o propósito de identificar oportunidades para melhoria. É recomendado que o processo de melhoria contínua: identifique oportunidades para a melhoria do sistema de gestão ambiental que conduzam à melhoria do desempenho ambiental; determine a causa ou causas básicas de não-conformidades ou deficiências; desenvolva e implemente planos de ações corretivas e preventivas para abordar as causas básicas; verifique a eficácia das ações corretivas e preventivas; documente quaisquer alterações nos procedimentos que resultem de melhoria dos processos; e compare os resultados com os objetivos e metas”*.

A melhoria contínua, de acordo com Slack *et alii* (2002, p. 602), *“adota uma abordagem de melhoramento de desempenho que presume mais e menores passos de melhoramento incremental [melhorias específicas nas atividades]”*.

Kaizen é a palavra em japonês que significa melhoria contínua. O processo *kaizen* é definido como a melhoria contínua das práticas de trabalho, eficiência pessoal e é utilizada como filosofia empresarial. Esse processo não permite que as empresas permaneçam estáticas durante muito tempo. Imai (1996, p. 12), um dos principais proponentes do *kaizen*, comenta que o processo *kaizen* *“estimula o pensamento orientado por processos, pois os processos precisam ser aperfeiçoados para que os resultados melhorem. Se houver algo de errado com os resultados, é porque alguma coisa deu errado no processo. A gerência deve identificar e corrigir esses problemas baseados no processo”*.

Slack *et alii* (2002) cita que a habilidade em conduzir processo de melhoria contínua é algo nem sempre inerente nos funcionários das empresas. É necessário ter desenvolvidas habilidades específicas para a sustentação de melhoramento contínuo. São seis as habilidades organizacionais, mencionadas por Slack *et alii* (2002), que precisam ser aprimoradas.

A Tabela 4.25 compara as habilidades com as aptidões obtidas pela implementação do Programa PML.

Tabela 4.25 – Habilidades para melhoria contínua e aptidões obtidas pelo Programa PML

Habilidade organizacional	Aptidões adquiridas da PML
Habilidade de gerar envolvimento sustentável em melhoria contínua	Na PML, utilizam-se técnicas e ferramentas simples, que facilitam a identificação e a solução de problemas. Também são utilizadas medidas para dar continuidade ao programa. A alta administração apóia o programa por meio de alocações de recursos. Os funcionários têm seus valores reconhecidos e são incentivados a sugerir oportunidades.
Habilidade de ligar melhoria contínua aos objetivos estratégicos da empresa	A alta administração exibe declarações de motivação ao programa e de busca a objetivos e metas. Os resultados dos métodos em estudo são monitorados. As atividades do programa fazem parte dos grupos de trabalho.
Habilidade de passar a melhoria contínua por meio de barreiras organizacionais	Os funcionários cooperam por meio de grupos inter e multifuncionais. A visão holística dos negócios sobrepõe-se à visão cartesiana. As atividades de PML envolvem representantes de níveis hierárquicos diferentes.
Habilidade de administrar estrategicamente o desenvolvimento da melhoria contínua	O Programa PML é monitorado e desenvolvido continuamente. O programa é regularmente revisado e alterado de acordo com um planejamento cíclico. A alta administração aloca os recursos necessários ao desenvolvimento contínuo do Programa PML. Qualquer mudança profunda na estrutura empresarial é planejada pela PML.
Habilidade de articular e demonstrar os valores de melhoria contínua	A gestão empresarial adota posturas em prol da PML. O Programa PML possibilita a contribuição de todos os funcionários na busca de melhorias de desempenho.
Habilidade de aprender por meio da atividade de melhoria contínua	As experiências contribuem bastante para a continuidade do Programa PML. Surgem oportunidades de desenvolvimento profissional dos funcionários e todos da empresa podem participar dessa aprendizagem. A gerência age sobre o sistema de aprendizagem.

O processo de melhoramento contínuo permite perceber que a empresa deve continuamente procurar modos de melhorar seu desempenho ambiental. Podem ser tomadas, na resolução dos problemas que são identificados no ciclo de melhoria contínua, ações corretivas ou preventivas. Cajazeira (1998, p.83) define as ações da seguinte maneira: “A ação corretiva é o resultado de um planejamento de arranjos sistemáticos e formais que busca detectar não-conformidades ou oportunidades de melhorias existentes, com a finalidade de eliminar as causas dessas não-conformidades, de modo a prevenir reincidências e consolidar ganhos obtidos. A ação preventiva também é resultado de planejamento de arranjos sistemáticos e formais, porém com o objetivo de identificar não-

conformidades ou oportunidades de melhoria potenciais, através da eliminação das causas dessas não-conformidades, de modo a prevenir ocorrência e consolidar ganhos obtidos.”

Portanto, a ação corretiva trata de problema identificado no presente como tendo ocorrido e persistido, e proporciona aprendizado e melhoria reais para o futuro. Já a ação preventiva trata de problema previsto como possível de vir a acontecer, e proporciona aprendizado e melhoria para o futuro. A PML objetiva sempre alcançar melhorias preventivas em vez de corretivas, pois o seu objetivo principal é a eliminação na fonte.

Além disso, Reis (2002, p. 87) explica a importância da ação preventiva sobre a ação corretiva: *“Cabe aqui alertar que prevenir é sempre muito mais barato que corrigir, razão porque devemos ter a gestão do sistema voltada para a prevenção dos impactos ambientais. Normalmente, corrigir impactos ambientais é sempre extremamente caro, além das penalizações a que a empresa está sujeita por ter infringido os regulamentos ambientais.”*

O Programa PML precisa, periodicamente, ser revisado. Nessas revisões precisa-se avaliar se os objetivos e as ações propostas foram realizados. A empresa também necessita ajustar os objetivos da PML às novas estratégias da empresa.

Finalizando o estágio 6 do Programa PML, devem-se examinar as atividades cumpridas. O preenchimento do *checklist* abaixo ajuda na avaliação do estágio de Monitoramento.

Tabela 4.26 – Checklist de avaliação do estágio 6 – Monitoramento

Avaliação da PML – Estágio 6				
Descrição		Sim	Não	Sem importância
1	As opções selecionadas de PML foram implementadas?		X	
2	O desempenho das opções implementadas estão sendo monitoradas e avaliadas constantemente?		X	
3	Foi realizada uma comparação real do antes e depois da implementação das opções?	X		
4	As informações relevantes usadas durante o Programa PML foram arquivadas adequadamente?	X		
5	Os resultados da PML foram divulgados?	X		
6	A alta administração e os funcionários estão informados sobre o processo de melhoramento contínuo?		X	

Na empresa em estudo, algumas das opções de PML não foram implementadas, apesar de terem apresentados viabilidade econômica, técnica e ambiental. Além disso, o processo de melhoria contínua não foi implementado. No fim da implementação do Programa, com a saída da equipe externa - trata-se do autor deste estudo -, a coordenação do Programa de Produção

Mais Limpa ficou carente de alguém que exercesse um papel de liderança junto aos demais funcionários da empresa para dar continuidade ao Programa. E, devido a isso, provavelmente, os resultados obtidos com a implementação do Programa serão os únicos.

4.4 Conclusões do Capítulo

Foram discutidos os três estágios finais da implementação da Produção Mais Limpa. Foram eles: viabilidade, implementação e monitoramento.

Foram apresentados os passos necessários para a realização das avaliações ambiental, técnica e econômica das opções de melhoria escolhidas, que, no caso da empresa em estudo, se comprovou ser extremamente viável nas três análises. Abordaram-se também os requisitos para implementação da opção viável, que se realizou facilmente na opção estudada neste trabalho, bem como as atividades de monitoramento e continuidade do Programa.

Com relação à continuidade, o Programa não foi bem sucedido, o que se deve à ausência de pessoas que pudessem conduzi-lo quando se deu o afastamento do agente externo.

5. CONCLUSÕES

São vários os fatores causadores de poluição. Dentre os fatores, o maior responsável pelas agressões ambientais provém dos sistemas produtivos industriais. Essas agressões decorrem da exploração acelerada dos recursos naturais e das emissões de poluentes no ar, na água e na terra. Os avanços tecnológicos na industrialização contribuíram para a ampliação drástica de seus impactos ambientais. E os impactos passaram a ocorrer de forma mais imediata e com maior efeito nocivo.

Contudo, as empresas, no final da década de 1980, tiveram de rever suas estratégias, incorporando a variável ambiental, devido às exigências do mercado, às imposições legais vigentes e ao esforço de redução de seus custos. Daí surgiu a prevenção ambiental como o principal objetivo a ser almejado pelas empresas.

O objetivo deste trabalho foi resolver alguns problemas existentes em uma empresa fabricante de embalagens de papel no Estado de Pernambuco. Existiam pressões externas e internas à empresa para a realização de mudanças ambientais. Os fatores externos eram com relação ao cumprimento de requisitos legais ambientais, à fiscalização dos órgãos licenciadores, às exigências dos seus clientes e às questões relativas à responsabilidade social. Os fatores internos abrangiam as questões de segurança do ambiente de trabalho e a preocupação com os seus empregados.

Como conseqüência do objetivo de resolver todas as questões acima descritas e de trabalhar com a prevenção dos problemas ambientais, adotou-se o Programa de Produção Mais Limpa como metodologia de resolução. No estudo foram abordados os seis estágios do Programa PML. Os resultados obtidos com a execução de cada um dos estágios são apresentados a seguir.

No estágio de **Planejamento**, foram realizadas atividades de convencimento da alta direção da empresa para que se conseguisse implementar o Programa. Isso só seria possível se houvesse um empenho dela no processo. Além da direção, todos os funcionários da empresa participaram de reuniões de sensibilização sobre a causa ambiental, como forma de obter o seu comprometimento. As barreiras que possivelmente dificultariam a implementação do Programa PML foram identificadas com o propósito de serem solucionadas. O único passo que não fora seguido nesse estágio refere-se à formulação de objetivos e metas. Mas, no decorrer dos trabalhos, comprovou-se que diversas falhas poderiam ter como origem a ausência de objetivos que respaldassem a política ambiental.

O estágio de **Diagnóstico** forneceu uma visão geral dos procedimentos e do nível de conhecimento ambiental da empresa. Realizou-se uma investigação das legislações ambientais pertinentes à empresa, visando identificar as condições em que ela se encontrava com relação aos requisitos legais. Procurou-se entender também os processos produtivos da empresa. Isso foi feito por meio de *layout* e fluxogramas de processo, sendo elaborados dois tipos de fluxogramas: o global – fabricação de embalagens de papel (que descreve de forma generalizada os componentes que integram a empresa) - e o intermediário – fabricação de embalagens de papel cartonado simples (que retrata o setor que deverá ser alvo do estudo). Escolheu-se trabalhar o fluxo do papel cartonado simples pelo fato de ser ele o produto mais significativo produzido pela empresa. A análise dos *inputs* e *outputs* possibilitou a determinação dos pontos que deveriam ser o alvo do Programa. Todos os dados da empresa obtidos nesse estágio serviram de base para comparações com as implementações feitas. Ainda nesse estágio, a avaliação dos aspectos e impactos permitiu conhecer os impactos procedentes dos diversos aspectos analisados, distinguindo, portanto, os mais impactantes. Um Plano de gerenciamento também foi elaborado. Ele proporcionou a compreensão de como são administrados os resíduos gerados pela empresa.

O estágio de **Diagnóstico** finalizou-se com o estabelecimento dos focos de estudo para o próximo estágio (Avaliação).

No estágio de **Avaliação**, dados concretos atualizados foram coletados e analisados. Assim, com fundamento nessas informações, foram definidas quais as opções de Produção Mais Limpa deveriam ser priorizadas. Por meio da elaboração e análise do balanço de massa, pôde-se avaliar que tipo de resíduos é gerado, a fonte de sua geração e a quantidade ocasionada. Após a avaliação do balanço, opções de Produção Mais Limpa para os processos em estudo puderam ser criadas, organizadas e priorizadas, a fim de serem submetidas a avaliações de viabilidade. Cabe salientar que se conseguiu uma boa atuação no desenvolvimento desse estágio na empresa, pois todos os passos foram rigorosamente cumpridos.

No estágio de **Viabilidade**, foram realizadas as avaliações da opção selecionada: formação de resíduo de filme *stretch* na atividade de proteção de folhas de papel-cartão do estoque, após o processo de desbobinamento e corte. Sugeriu-se a substituição do filme pela utilização de uma capa plástica reutilizável confeccionada com os resíduos plásticos provenientes das bobinas de papel-cartão. Essa opção proporcionou, além de uma redução do tempo de mão-de-obra para sua colocação, uma melhora nas condições ergonômicas do

funcionário responsável pela atividade. Os Estudos de Tempo realizados comprovaram esses resultados. A avaliação de viabilidade econômica constatou que:

- O período de *payback*, ou período de recuperação do investimento, foi de menos de 2 meses;
- O valor presente líquido (VPL) obteve um resultado de cerca de quatro mil reais ao ano, comprovando a sua viabilidade;
- A taxa interna de retorno (TIR), reforçando a comprovação do VPL, apresentou um valor em torno de 800%, atestando com isso a exequibilidade da opção.

Pela avaliação ambiental, verificou-se que, com a implementação do estudo proposto, eliminar-se-ia a geração de resíduo de material utilizado na proteção das folhas cortadas no processo de desbobinamento e corte. Então, com base nas avaliações, ficou mais do que provado que essa opção de Produção Mais Limpa deveria ser implementada.

Na **Implementação**, esboçou-se um plano de ação para a implementação do novo método de proteção das folhas de papel-cartão. Por se tratar de um projeto simples de implementação, o seu planejamento não exigiu grandes aprofundamentos.

No último estágio, do **Monitoramento e melhoria contínua**, as comparações dos resultados esperados com os resultados obtidos se sucederam. Foi fundamental o monitoramento para se avaliar o desempenho do novo método.

Apesar de toda a relevância dada à melhoria contínua na empresa em estudo, não houve a continuidade do Programa. Ocasinou-se isso, provavelmente, pela carência de uma coordenação do Programa de Produção Mais Limpa que exercesse um papel de liderança junto aos demais funcionários da empresa, após a saída do agente externo.

Então, as conseqüências do Programa PML, nos diversos fatores que motivaram a elaboração deste estudo, foram as seguintes:

- A empresa passou a conhecer os regulamentos legais e em quais deles ela estava em desacordo (tratamento dos efluentes, disposição do óleo lubrificante usado, armazenamento de baterias, condicionamento dos resíduos de produtos químicos e uso do gás clorofluorcarbono). Pôde, assim, adequar-se aos requisitos, evitando sofrer multas dos órgãos ambientais fiscalizadores;
- A imagem ambiental da empresa foi bastante melhorada, comprovando perante seus clientes, a importância por ela dada às questões ambientais, por meio de registros e de ações;

- A empresa, embalada na mentalidade ambiental provida pelo Programa, desenvolveu campanhas educativas (uso da educação ambiental) de reciclagem e de boa vizinhança;
- Os empregados puderam aprender conceitos, técnicas e princípios da PML que podem ser utilizados no seu dia-a-dia. Foram também capacitados para enxergar suas atividades de uma outra maneira, envolvidos pelo espírito do ambientalmente correto;
- Os resíduos começaram a ser observados de uma nova forma. Passaram a ser contabilizados como matéria-prima não-utilizada.

A Figura 5.1 abaixo exhibe como foram tratados com os diferentes problemas objetivos deste estudo.

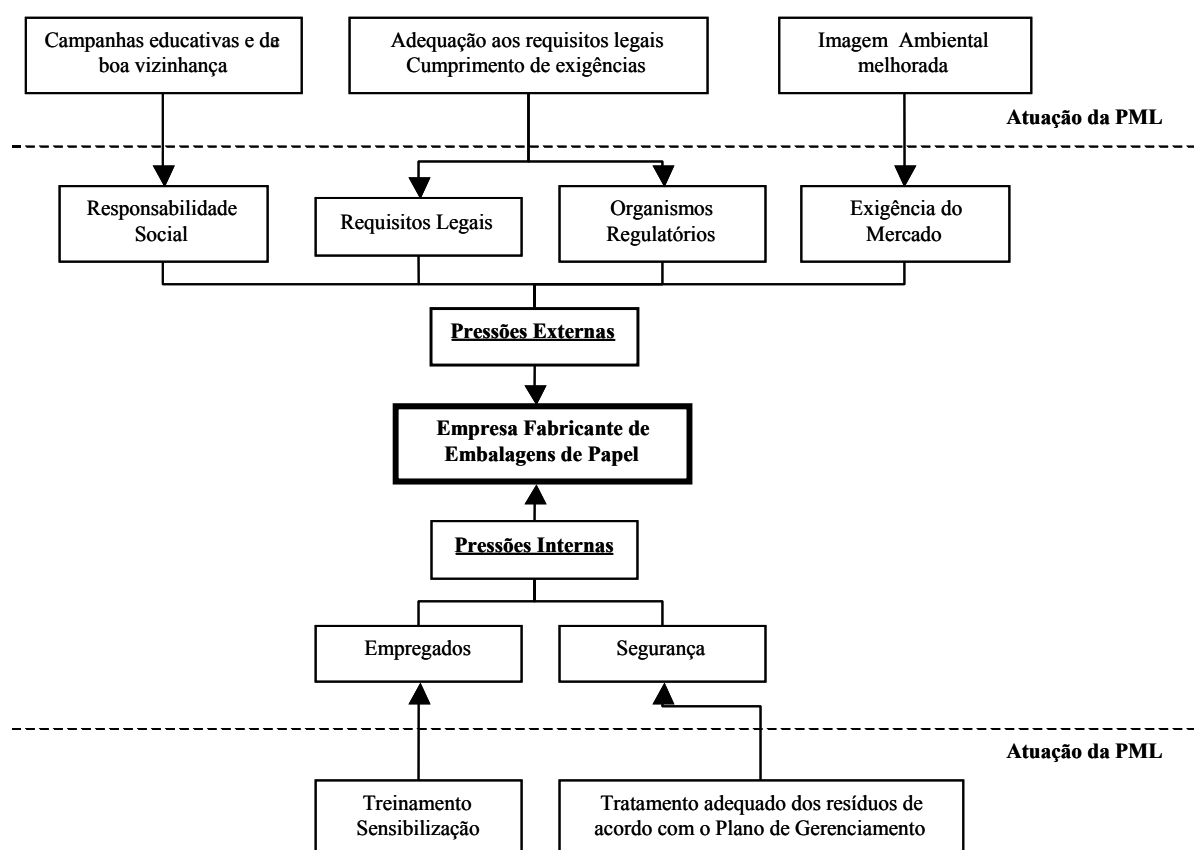


Figura 5.1 – Efeitos da PML sobre os objetivos do estudo

Este estudo teve algumas limitações. Foram elas:

- Houve uma falta de comprometimento dos membros que compuseram o Ecotime: apesar de ter sido realizada uma sensibilização desses membros e a participação deles tenha ocorrido de maneira voluntária, eles não estavam plenamente

conscientes dos problemas da empresa e das necessidades de melhorias ambientais;

- Ausência de operários de chão-de-fábrica: conhecimentos específicos de operação dos diversos processos estudados não puderam ser compartilhados;
- Falta de estabelecimento de objetivos e metas: induziu ao surgimento de diversas falhas no decorrer da implementação do programa.

As recomendações para trabalhos futuros são as seguintes:

- Implementar o Programa de Produção Mais Limpa em outros setores da economia, como forma de mostrar que o Programa PML não se restringe a atividades manufatureiras;
- Desenvolver novas técnicas de avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais que tenham um menor teor de subjetivismo;
- Diagnosticar processos com base na análise dos parâmetros dos poluentes gerados pela empresa.

Para finalizar, vale ressaltar a importância da utilização do Programa de Produção Mais Limpa para a busca da melhoria contínua e da competitividade da empresa. No entanto, para que isso floresça, é necessário o envolvimento sistemático da alta administração em todo o processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 10004. Resíduos Sólidos. 1987.

ABNT. NBR 14001. Sistemas de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso. 1996.

ABNT. NBR 14004. Sistemas de gestão ambiental: diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. 1996.

ABNT. NBR 14010. Diretrizes para auditoria ambiental: princípios gerais. 1996.

ABNT. NBR 14011. Diretrizes para auditoria ambiental: procedimentos de auditoria e auditoria de sistemas de gestão ambiental. 1996.

ABNT. NBR 14012. Diretrizes para auditoria ambiental: critérios de qualificação para auditores ambientais. 1996.

ABNT. NBR 7229. Contribuição de esgoto por pessoa. 1982.

ALMEIDA, Fernando. *O bom negócio da sustentabilidade*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 2002.

APPLE, James M. *Plant payout and materials handling*. New York, The Ronald Press Company, 1950, second edition.

BAAS, Leo W. Cleaner production: beyond projects. *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, 3: 55-59, 1995.

BACKER, Paul de. *Gestão ambiental: a administração verde*. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1995.

BANCO DO NORDESTE & CEBDS. *Guia da Produção Mais Limpa: faça você mesmo*. Rio de Janeiro, 2002.

BARNES, Ralph. *Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho*. Trad. [da 2º ed. americana] Sérgio Luiz Assis, José Guedes Azevedo e Arnaldo Pallotta; revisão técnica Miguel de Simoni e Ricardo Seidl da Fonseca. São Paulo, Edgard Blücher, 1997.

BNDES, CNI e SEBRAE. *Pesquisa gestão ambiental na indústria brasileira*. Brasília, 1998.

_____. *Relatório da competitividade da indústria brasileira*. Brasília, 2001.

BRAGA, Benedito *et alii*. *Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo, Prentice Hall, 2002.

BRASIL. Lei nº. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências [online]. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm. Acessado em 12 ago. 2002.

_____. Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências [online]. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938org.htm. Acessado em 12 ago. 2002.

CAIRNCROSS, Frances. *Meio ambiente: custos e benefícios*. Trad. Cid Knipel Moreira. São Paulo, Nobel, 1992.

CAJAZEIRA, Jorge Emanuel R. *ISO 14001: manual de implantação*. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1998.

CHEHEBE, José Ribamar B. *Análise do ciclo de vida dos produtos: uma ferramenta gerencial da ISO 14000*. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1998.

CHIU, Shen-yann *et alii*. Applications of a corporate synergy system to promote cleaner production in small and medium enterprises. *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, 7: 351-358, 1999.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS (CNI). *Indústria Sustentável no Brasil - Agenda 21: Cenários e Perspectivas*. 2002.

CNTL (a). Rio Grande do Sul. Tratamento de resíduos. Apostila, 2001.

CNTL (b), Rio Grande do Sul. *Manual de implantação do Programa de Produção Mais Limpa*. Apostila, 2001.

CNTL (c), Rio Grande do Sul. *As cinco fases da Produção Mais Limpa*. Apostila, 2001.

CNTL (d), Rio Grande do Sul. *Manual de questões ambientais e Produção Mais Limpa*. Apostila, 2001.

CNTL (e), Rio Grande do Sul. *Manual 04: Relatório de implantação do Programa Produção Mais Limpa*. Apostila, 2001.

CNTL (f), Rio Grande do Sul. *Manual de viabilidade econômica*. Apostila, 2002.

CNTL (g), Rio Grande do Sul. *Manual de indicadores e plano de monitoramento*. Apostila, 2002.

DONAIRE, Denis. *Gestão ambiental na empresa*. São Paulo, Atlas, 1999.

DORNELAS, José Carlos Assis. *Empreendedorismo: transformando idéias em negócios*. Rio de Janeiro, Campus, 2001.

EDER, P.; FRESNER, J. The role of cooperative cleaner production projects. *IPTS-Newsletter*, issue 27, 1998.

EKVALL, Tomas; FINNVEDEN, Göran. Allocation in ISO 14041: a critical review. *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, 9: 197-208, 2001.

ENGEL, Peter. *Princípios de organização japoneses*. São Paulo, Ediouro, 1982.

FRANCISCO, Luiz. Produtividade e Qualidade. In: *Palmo a Palmo: coletânea de artigos sobre recursos humanos*. Recife, ABRH (Associação brasileira de recursos humanos), 1990.

FRESNER, Johannes. Cleaner production as a means for effective environmental management. *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, 6: 171-179, 1998.

GEMI (GLOBAL ENVIRONMENTAL MANAGEMENT INITIATIVE). *Benchmarking: the primer- Benchmarking for continuous environmental improvement*. Washington, D.C., 1994.

GETZNER, M. The quantitative and qualitative impacts of clean technologies on employment. *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, 10: 305-319, 2002.

GITMAN, Lawrence J. *Princípios da Administração Financeira*. Trad. Arthur Ridolfo, Fabio Gallo, José Albuja e Luiz Alberto. São Paulo, Harbra, 2002.

GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. Agenda 21 do Estado de Pernambuco [online]. Disponível: http://www.sectma.pe.gov.br/notitia/download/Ag21PE_Ate_cap5p.pdf. Acessado em 15 jul. 2002.

GREENPEACE. Princípios da Produção Limpa [online]. Disponível: <http://www.greenpeace.org.br>. Acessado em 23 out. 2002.

HOJDA, Ricardo Gross. Gestão ambiental é vantagem competitiva. *Gazeta Mercantil*, São Paulo, mai. 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Classificação nacional de atividades econômicas [online]. Disponível: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em 10 out. 2002.

KINLAW, Dennis C. *Empresa competitiva e ecológica: estratégias e ferramentas para uma administração consciente, responsável e lucrativa*. São Paulo, Makron, 1997.

LEMONS, Ângela Denise da Cunha. *A Produção Mais Limpa como geradora de inovação e competitividade: O caso da Fazenda Cerro do Tigre*. Porta Alegre, UFRGS, 1998. Dissertação (Mestrado em Administração), Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

LOMBORG, Bjørn. *O ambientalista cético: medindo o verdadeiro estado do mundo*. Rio de Janeiro, Campus, 2002.

MAIMON, Dália. *Passaporte Verde: Gestão ambiental e competitividade*. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1996.

_____. *ISO 14001: passo a passo da implantação nas pequenas e médias empresas*. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1999.

MOREIRA, Daniel A. *Administração da produção e operações*. São Paulo, Pioneira, 2000.

OHNO, Taiichi. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre, Bookman, 1997.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Disponível: <http://www.un.org>.

OLDERBURG, Kirsten U.; GEISER, Kenneth. Pollution prevention and/or industrial ecology? *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, 5: 103-108, 1997.

PETRONI, Alberto. Developing a methodology for analysis of benefits and shortcomings of ISO 14001 registration: lessons from experience of a large machinery manufacturer. *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, 9: 351-364, 2001.

REIS, Luis Felipe Sanches. *Gestão ambiental em pequenas e médias empresas*. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2002.

REMMEN, Arne; LORENTZEN, Børge. Employee participation and cleaner technology: learning processes in environmental teams. *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, 8: 365-373, 2000.

ROMM, Joseph J. *Um Passo além da qualidade: como aumentar seus lucros e produtividade através de uma administração ecológica*. São Paulo, Futura, 1996.

SANVICENTE, Antonio Zoratto. *Administração financeira*. São Paulo, Atlas, 1997.

SCHIMDHEINY, Stephan *et alii*. *Mudando o rumo: uma perspectiva empresarial global sobre desenvolvimento e meio ambiente*. Rio de Janeiro, Fundação Getulio Vargas, 1992.

SEBRAE. O sistema SEBRAE [online]. Disponível: <http://www.electus.com.br/sebraece/sbr1.htm>. Acessado em 31 out. 2002.

SLACK, Nigel *et alii*. *Administração da produção*. São Paulo, Atlas, 2002.

TIBOR, Tom & Feldman, Ira. *ISO 14000: um guia para as normas de gestão ambiental*. São Paulo, Futura, 1996.

UNEP (UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME) [online]. Disponível: <http://www.uneptie.org/pc/cp>. Acessado em 12 jun. 2002.

UNEP IE (UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME – INDUSTRY AND ENVIRONMENT). *Cleaner Production: a training resource package*. Paris, United Nations Publication, 1996.

_____. *Cleaner Production Global Status Report*. Paris, United Nations Publication, 2002.

VELEVA, Vesela; ELLENBECKER, Michael. Indicators of sustainable production: framework and methodology. *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, 9: 519-549, 2001.

VENSELAAR, Jan. Environmental training: industrial needs. *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, 3: 9-12, 1995.

VERSCHOOR, Atie; REIJNDERS, Lucas. The environmental monitoring of large international companies: How and what is monitored and why. *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, 9: 43-55, 2001.

VLAVIANOS-ARVANITIS, Agni. Cleaner production: profit for future generations. *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, 6: 381-385, 1998.

WESTON, J. Fred; BRIGHAM, Eugene F. *Fundamentos da administração financeira*. Trad. Sidney Stancatti; revisão técnica Fabio Gallo Garcia e Luiz Alberto Bertucci. São Paulo, Makron Books, 2000.

WILKINSON, Paul. Measuring and tracking waste. In: *Conferência sobre Prevenção da Poluição Global*, Washington, D.C., 1991.