

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**UMA PROPOSTA DE SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL APLICADA NUMA
EMPRESA METAL MECÂNICA CATARINENSE**

FABIANO WIEMES

FLORIANÓPOLIS – SC

1999

FABIANO WIEMES

**UMA PROPOSTA DE SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL APLICADA NUMA
EMPRESA METAL MECÂNICA CATARINENSE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Mestre

FLORIANÓPOLIS

1999

FABIANO WIEMES

**UMA PROPOSTA DE SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL APLICADA NUMA
EMPRESA METAL MECÂNICA CATARINENSE**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre,
especialidade em Engenharia de Produção, e aprovada em sua forma final pelo
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador do Programa

Banca Examinadora:

Prof. Luiz Gonzaga de Souza Fonseca, Dr.

Orientador

Prof. Theresinha Maria Novais de Oliveira, Dra.

Prof. Alexandre Leripio, M.Sc.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade oferecida de participar deste programa;

Ao professor Dr. Luiz Gonzaga de Souza Fonseca por sempre Ter acreditado no meu trabalho;

Aos professores Dr. Paulo Maurício Selig e Dr. Alexandre Lerípio pela ajuda disponibilizada no início deste meu trabalho;

À professora Dra. Theresinha Maria Novais de Oliveira pela indicação e orientação destinada;

À Empresa Brasileira de Compressores, especialmente ao Sr. José L. Flores pela oportunidade oferecida para realização destes estudos;

Ao amigo M.Sc. Marcio Schissati pela análise crítica do trabalho;

Aos colegas do PPGEF pelos bons momentos propiciados;

Aos meus amigos e familiares pelo apoio e incentivo;

A minha esposa (Rosangela) e meu filho (que ainda não chegou) por estarem participando deste momento tão importante da minha vida;

A Deus.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE TABELAS	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	7
1.1 Esclarecimentos, Justificativas e Relevância do Tema	8
1.2 Objetivo	9
1.3 Objetivos Específicos	9
1.4 Metodologia de Pesquisa e Estruturação da Dissertação	9
1.5 Limites do Trabalho	10
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 Uma visão global	11
2.2 Estrutura Reguladora	13
2.2.1 Licenciamento Ambiental	14
2.2.2 Administração dos Resíduos	15
2.2.3 Administração da Água e dos Resíduos Aquosos	17
2.2.4 Qualidade do Ar	18
2.2.5 Saúde e Segurança	18
2.3 Desenvolvimento Sustentável	19
2.4 Soluções	22
2.4.1 Prevenir a geração	24
2.4.2 Minimizar a geração	25
2.4.3 Reciclagem	25
2.4.4 Recuperação	26
2.4.5 Reutilização	27
2.4.6 Tratamento	28
2.4.7 Disposição	28
2.5 A Série ISO 14000	29
2.6 A ISO 14001	30
2.7 Comentários Finais	33

CAPÍTULO 3 - ABORDAGENS DE IMPLANTAÇÃO DO SGA.....	35
3.1 Abordagem de Implantação PPG.....	36
3.1.1 Análise do Modelo PPG:.....	38
3.2 Abordagem de Implantação SGS – Thomson Microeletrônicos Incorporated...39	
3.2.1 Análise do Modelo SGS Thomson Microeletrônicos Incorporated.....	41
3.3 Abordagem David Thomas	42
3.3.1 Análise do Modelo David Thomas	45
3.4 Abordagem Gerard Kiely.....	45
3.4.1 Análise do Modelo Gerard Kiely.....	48
3.5 Comentários Finais	49
CAPÍTULO 4 - SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL	51
4.1 Opções de gestão ambiental:	51
4.2 Proposta de implantação de um SGA:.....	54
4.2.1 Obter o Apoio da Alta Administração e Criar um Setor de Meio Ambiente na Empresa.....	55
4.2.2 Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais da Empresa	56
4.2.3 Priorização dos Impactos Ambientais	57
4.2.4 Elaboração da Lista de Verificação da Atividade Priorizada.....	61
4.2.5 Implantação das mudanças no Processo Produtivo.....	63
4.2.6 Avaliação do Projeto Implantado.....	65
4.2.7 Gerenciamento de Processo – Estabelecimento da Rotina	71
4.3 Comentários Finais	77
CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO NUMA EMPRESA METAL MECÂNICA	78
5.1 A Empresa Pesquisada no Setor Metal Mecânico Catarinense.....	78
5.2 Processo Produtivo da Empresa	80
5.3 Sistema de Gestão Ambiental no Processo Produtivo da Empresa.....	81
5.3.1 Apoio da alta administração.....	81
5.3.2 Criação de um setor de meio ambiente na empresa	83
5.3.3 Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais da Empresa.....	85
5.3.4 Priorização do plano de Ação Baseado no Impacto Ambiental da Atividade	85
5.3.5 Elaboração da Lista de Verificação do Processo de Pintura.....	86
5.3.6 Análise das Tecnologias Disponíveis:.....	93
5.3.7 Implantação de Mudanças no Processo Produtivo:	96
5.3.8 Avaliação do Projeto Implantado:.....	97

5.3.9 Estabelecimento da Rotina:	97
5.4 Comentários Finais	98
6 CONCLUSÃO	99
6.1 Conclusões	99
6.2 Recomendações para Trabalhos Futuros	101
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	102
BIBLIOGRAFIA.....	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Prioridades no gerenciamento de resíduos (Valle, 1996)	23
Figura 2 – Etapas da Abordagem PPG	36
Figura 3 – Etapas da Abordagem SGS Thomson	40
Figura 4 – Etapas da Abordagem David Thomas	43
Figura 5 – Etapas da Abordagem Gerard Kiely	46
Figura 6 – Opções de Gestão Ambiental (Apostila Whirpool, 1998).....	51
Figura 7 – Modelo Proposto de SGA	54
Figura 8 - Ciclo PDCA	72
Figura 9 – Gerenciamento da Rotina.....	72
Figura 10 – Controle para Manter (Campos, 1994).....	74
Figura 11 – Fabricação do Compressor Hermético.....	80
Figura 12 – Sistema de Gestão da Empresa.....	82
Figura 13 – Etapas de Montagem do Compressor Hermético.....	87
Figura 14 – Revisão das Etapas de Fabricação do Compressor Hermético.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação dos Aspectos e Impactos Ambientais.....	57
Tabela 2: Diretrizes para classificar o índice de gravidade.....	59
Tabela 3: Diretrizes para classificação da ocorrência da condição.....	59
Tabela 4: Diretrizes para classificação da detecção	60
Tabela 5: Classificação dos Aspectos e Impactos Ambientais	60
Tabela 6: Etapas de Implantação do SGA na Empresa	83
Tabela 7: Processos de Pintura e Geração de Resíduos	92
Tabela 8: Aspectos Ambientais e de Qualidade	94
Tabela 9: Aspectos Econômicos	95

RESUMO

O crescimento populacional na última metade deste século, acompanhado dos rápidos avanços tecnológicos, produziu o intenso consumo do chamado capital natural, estabelecendo um cenário de rompimento do equilíbrio de diversos ecossistemas.

A irreversibilidade na geração dos resíduos é uma característica intrínseca aos sistemas produtivos antropogênicos. Isto não acontece na natureza, pois não existem resíduos que não podem ser aproveitados por outros organismos. Todos os resíduos gerados são consumidos pela reação em cadeia onde está inserido o organismo produtor.

Neste estudo apresenta-se uma metodologia de gestão ambiental, aplicada numa indústria metal mecânica catarinense, destinada a auxiliar no desenvolvimento do desempenho ambiental das organizações, utilizando as oportunidades econômicas como justificativas para tais investimentos.

Este estudo preconiza o conhecimento do processo produtivo da empresa, frente as questões ambientais, e correlaciona uma análise técnica/econômica de melhoria do desempenho dos processos produtivos, através da melhoria da produtividade das matérias-primas, diminuição do consumo de recursos naturais e minimização da geração de resíduos.

ABSTRACT

The population increase at this half part of the century, with the technology advances, resulted as a high natural capital consumption, showing a scenery with many ecosystem instability.

The irreversible residues generation is an intrinsic characteristic of anthropomorphic production system. In the nature, it doesn't happen because there isn't residues that couldn't be used by others organisms. Every residues generated are consumed by the chain reaction, where the producer organism is inserted.

This study approaches a methodology of environment management applied in a metal mechanical industry of the State of Santa Catarina – Brasil, with the aim of develop the environment performance, using the economics advantages to justify investments.

This study commend the knowledge of the productive process according the environment questions and correlate an analysis technical/economic to improve the productive process results, considering the raw material use, lower natural resources consumption and lower residues generation.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Vivemos em um mundo de crescente industrialização, uso de recursos, urbanização e intensificação da agricultura, que resulta em uma modificação muito rápida do meio ambiente. Os recursos naturais, que pareciam inesgotáveis, demonstraram a vulnerabilidade do “desenvolvimento” descontrolado já na década de 70, durante o primeiro choque do petróleo sofrido pela indústria mundial.

De uma forma geral, as indústrias centram sua atenção, no que se refere ao meio ambiente, no cumprimento das legislações. Este enfoque tende a direcionar ações corretivas no ponto final da geração de resíduos. O uso de recursos naturais, a urbanização e a necessidade de alimentar uma população em crescimento contínuo também considera esta abordagem.

Antes da presença do homem e antes da revolução industrial já ocorriam mudanças ambientais no nosso planeta, e sempre foi possível chegar a um ponto de equilíbrio com a readaptação ao meio. O fato é de que a escala de tempo utilizada até então considerava o tempo geológico. As modificações rápidas do meio ambiente, geradas pelo crescente desenvolvimento, podem provocar impactos ambientais complexos e inclusive, inviabilizar a continuidade das espécies.

Atualmente é unânime e crescente a preocupação com a necessidade de adequação da qualidade de vida e inclusão das limitações ambientais na concepção de desenvolvimento. Portanto, são necessários trabalhos sistemáticos, voltados a prevenir a geração de resíduos e disciplinar a utilização dos recursos naturais, incorporados ao dia-a-dia das empresas. Segundo Selig (1993), isto é conseguido através da atuação nos processos, que são os responsáveis diretos ou indiretos pelo sucesso do produto/serviço.

A medida que forem sendo obtidos êxitos com a melhoria do meio ambiente, ficará mais clara a necessidade de se desenvolver trabalhos baseados na criação de tecnologias mais efetivas de controle da poluição.

Considerando o desenvolvimento sustentável como a capacidade de satisfazer as necessidades de hoje sem prejudicar as necessidades das gerações futuras, pode-se afirmar que com a implantação de um sistema de gestão ambiental que direcione as ações em um processo de forma a disciplinar a utilização de recursos naturais, será possível atingir a sustentabilidade.

Este trabalho está voltado ao tratamento das questões ambientais na indústria no sentido de priorizar as ações destinadas a inibirem a geração de resíduos e a utilização descontrolada dos recursos naturais.

1.1 Esclarecimentos, Justificativas e Relevância do Tema

Os recursos naturais são limitados e as suas utilizações estão a cada dia mais abrangentes. Como resultado, tem-se um desequilíbrio natural que culmina em um grande desperdício e em grandes quantidades de resíduos gerados.

Portanto, faz-se necessário desenvolver metodologias que direcionem a atenção das empresas para estas questões. Não será possível resolver todos os problemas ao mesmo tempo, mas o princípio do desenvolvimento sustentável deve ser o limite para este comportamento. A solução vem de metodologias que priorizem e incorporem ações sistemáticas voltadas a melhoria contínua do desempenho ambiental das organizações.

Uma proposta de implantação e gerenciamento das questões ambientais se justifica em função da importância do assunto e das oportunidades econômicas relacionadas a estas questões.

Neste trabalho, será apresentada uma metodologia de análise e desenvolvimento de soluções ambientais aplicável à todas as indústrias nas quais existem processos produtivos com geração de resíduos industriais.

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é apresentar um modelo de gestão ambiental, e propor uma metodologia, sob a forma de diretrizes, que devem direcionar a implantação desta ferramenta, sistematizando o estudo dos resíduos de forma a minimizar os impactos no meio ambiente e reduzir os custos dos processos produtivos.

1.3 Objetivos Específicos

Os principais resultados esperados são:

- conhecer as principais questões envolvidas com o meio ambiente e as soluções para minimização da geração de resíduos;
- analisar as metodologias de implantação de SGA¹ propostas por alguns autores e empresas que estudaram o assunto;
- propor uma metodologia através de uma relação de diretrizes significativas para a implantação de um sistema de gestão ambiental;
- aplicar o modelo proposto numa indústria.

1.4 Metodologia de Pesquisa e Estruturação da Dissertação

A metodologia utilizada neste trabalho foi iniciada com uma revisão bibliográfica sobre as questões ambientais. A seqüência dos capítulos desta dissertação completa esta metodologia de pesquisa, a qual é descrita em conjunto com a estruturação do texto.

¹ SGA – Sistema de Gestão Ambiental

O segundo capítulo faz uma síntese histórica das questões direcionadas ao meio ambiente, apresenta as justificativas da necessidade de um desenvolvimento sustentável, demonstra as soluções técnicas disponíveis e finaliza com um referencial de gerenciamento. Todas as informações deste capítulo foram reunidas após uma revisão bibliográfica.

O terceiro capítulo demonstra uma série de propostas de implantação de sistemas de gestão ambiental, obtidas através de uma revisão bibliográfica. São analisadas quatro abordagens distintas de implantação seguidas de uma análise crítica.

O quarto capítulo inicia com uma apresentação de alternativas de gestão ambiental frente a necessidade de investimentos, e apresenta uma proposta de implantação de um SGA.

O quinto capítulo relata a aplicação e os resultados obtidos com a implantação do modelo proposto de gerenciamento ambiental numa indústria metal mecânica catarinense.

Finalmente, são apresentadas as conclusões obtidas no desenvolvimento do trabalho e algumas recomendações para trabalhos ou pesquisas futuras.

1.5 Limites do Trabalho

As questões ambientais exigem ações em todos os segmentos de uma sociedade. Entretanto, este trabalho se restringe a analisar a aplicação do SGA nas indústrias, sem que sejam relatadas as oportunidades e dificuldades encontradas na aplicação desta ferramenta em órgãos públicos, comércios, etc.

Durante o desenvolvimento desta dissertação não existe nenhuma preocupação em demonstrar os impactos ambientais positivos das empresas, embora freqüentemente existam boas práticas que poderiam ser estendidas a outras organizações.

CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será feita a fundamentação teórica que dará suporte à proposta de gerenciamento ambiental a ser apresentada no capítulo 4 desta dissertação.

2.1 Uma visão global

As atividades industriais são as maiores responsáveis por uma expressiva parcela dos impactos globais do meio ambiente. Algumas das principais questões relacionadas a estes problemas são:

- O aquecimento da temperatura da terra;
- A destruição da camada de ozônio;
- A poluição das águas;
- A degradação do solo;
- A destruição dos resíduos;
- A perda da biodiversidade.

O rápido e crescente desenvolvimento da atividade econômica vem deteriorando os ecossistemas e portanto levando-os a insustentabilidade.

Conforme apresentado por Silveira (1996), um sistema produtivo recebe insumos – matéria-prima e energia – e os processa de tal forma a se obter um produto manufaturado, que durante as suas operações unitárias do processo sempre irá gerar uma parcela de descarte, por maior que seja a sua eficiência.

Na década de 60 um grupo de cientista se reuniu e fundou o chamado Clube de Roma (1968). Este grupo passou a utilizar modelos matemáticos para analisar os riscos de um crescimento econômico contínuo, baseado em recursos naturais esgotáveis. A publicação do relatório “Limites do Crescimento” (1972) foi o resultado deste trabalho.

As décadas de 70 e 80 foram um período da regulamentação e do controle ambiental. Tem-se como marcos deste período a conferência de Estocolmo sobre o meio ambiente em 1972 e o protocolo de Montreal em 1987.

Strong (1992) comenta que durante a realização da Primeira Conferência das Nações Unidas a então primeira ministra da Índia, Indira Gandhi, fez a seguinte afirmação: *“A pobreza é a maior das poluições”*.

Baseado nisto, os países em desenvolvimento afirmaram que a solução dos problemas ambientais não significava parar o desenvolvimento, mas sim, preservar o meio ambiente e os recursos não renováveis.

A conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida também como Cúpula da Terra ou Rio 92, mostrou que nesse final de século a questão ambiental ultrapassa os limites das ações isoladas e localizadas, para se constituir em uma preocupação de toda a humanidade. (Valle –1996).

Segundo Guimarães (1992), as recomendações da Comissão Brundtland serviram de base para a Conferência sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento realizado no Rio de Janeiro – 1992. Esta Comissão apresentou o relatório “Nosso Futuro Comum” durante a Assembleia Geral da ONU em 1987 que tinha a função de alertar as autoridades governamentais para tomarem medidas efetivas no sentido de coibir e controlar os efeitos desastrosos da contaminação ambiental com o intuito de alcançar o desenvolvimento sustentável.

Os resultados da Rio 92 foram: a definição de duas convenções, (uma sobre clima e outra sobre biodiversidade), uma declaração de boas intenções conhecida como carta da terra e uma agenda de ação, A Agenda 21 (Mello, 1996).

De acordo com Souza (1993), a declaração de Boas Intenções (Declaração do Rio) visa estabelecer acordos internacionais que respeitem os interesses de todos e protejam a integridade do sistema global de ecologia e desenvolvimento.

A Agenda 21 trata de temas como industrialização, degradação ambiental, crescimento econômico e pobreza. Este documento propõe ações, objetivos, atividades e meios de implementação, na qual os mais diversos segmentos de uma sociedade são convocados a perseguirem o desenvolvimento sustentável (Conferência, 1996).

Também na década de 90, entraram em vigor as normas britânicas BS7750 – Specification for Environmental Systems e as normas internacionais de gestão ambiental, denominados de série ISO 14000.

2.2 Estrutura Reguladora

No Brasil existem requerimentos e regulamentações federais, estaduais e municipais. Os requerimentos federais estabelecem os requisitos gerais que devem ser aplicados em todo o país. Estes requerimentos federais podem ser complementados ou substituídos por regulamentos estaduais ou municipais, quando estes forem mais restritivos ou quando o regulamento federal indicar esta necessidade.

Adicionalmente, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) disponibiliza normas e padrões (NR ou NBR) relacionados ao meio ambiente e a segurança. Estes padrões são geralmente considerados como diretrizes de boas práticas de administração, embora possam existir casos onde estes padrões sejam utilizados como parte das exigências reguladoras.

A legislação federal, estadual e municipal é organizada nas seguintes seções: licenciamento/permissão, administração de resíduos, administração da água e de resíduos aquosos, qualidade do ar, saúde e segurança. A aplicabilidade destes regulamentos depende da natureza dos processos da empresa. As agências ambientais estaduais do estado de Santa Catarina (Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina – FATMA) são responsáveis pelo licenciamento ambiental das empresas e pela inspeção do processo produtivo. O Ministério do Trabalho (federal) é responsável pelo estabelecimento dos padrões de segurança e saúde no trabalho.

A lei federal Nº 9.605 (Lei de Crimes Ambientais – 12/02/98) proíbe todo tipo de poluição que possa resultar em dano a saúde humana ou a vida selvagem, destruição das florestas ou outro tipo de impacto no meio ambiente. Os diretores, administradores e pessoal de staff das companhias são os responsáveis pelos crimes ambientais do passado e do presente da organização.

2.2.1 Licenciamento Ambiental

O estado é responsável pelo licenciamento ambiental das empresas. Em Santa Catarina existe a lei Nº 5.793 – 15/10/80 e o decreto Nº 14.250 – 05/06/81. Estes exigem das instalações industriais:

- Uma Licença Preliminar (Licença Ambiental Prévia) para aprovação da viabilidade do projeto;
- Uma Licença de Instalação (Licença Ambiental de Instalação) para construir ou instalar uma empresa/projeto;
- Uma Licença Operacional (Licença Ambiental de Operação) para operar uma empresa.

A Licença Preliminar pode não ser necessária, se o projeto não criar um risco para o meio ambiente (conforme definido pelos regulamentos aplicáveis).

A Licença Operacional é o principal documento regulador utilizado para propósitos de conformidade. Esta licença define as exigências ambientais aplicáveis para as operações da empresa, considerando a água, o ar e os resíduos sólidos gerados. Geralmente existe uma Licença Operacional para toda a empresa, mas podem ser emitidas licenças para operações específicas (Ex. Estação de Tratamento de Efluentes) ou partes do processo.

2.2.2 Administração dos Resíduos

Providências Gerais

O Capítulo II, Seção II do Decreto Estadual de Santa Catarina Nº 14.250 – 05/06/81, estabelece as seguintes providências gerais para administração de resíduos e proteção da terra:

- É proibido depositar resíduos à terra que possam causar degradação da qualidade ambiental;
- O gerador do resíduo é o responsável pela correta destinação deste material no meio ambiente;

O Capítulo VIII da Lei Municipal de Joinville Nº 29 – 14/06/96, proíbe a disposição de resíduos sem que sejam tomadas medidas adequadas de proteção ambiental.

Tratamento e Disposição de Resíduos

A Portaria Nº 53 do Ministério do Interior (federal – 01/03/79) estabelece os padrões para tratamento e disposição dos resíduos sólidos e perigosos. As diretrizes de disposição final consideram :

- A NBR 10.157 que apresenta os critérios para projetar, construir e operar um aterro de resíduos perigosos;
- A NBR 8.419 que descreve os requerimentos aplicáveis para construção de um aterro de resíduos sólidos urbanos (inclui alguns resíduos industriais).

Tem-se as seguintes diretrizes de armazenamento de resíduos:

- A NBR 1.183 fixa as condições exigidas para armazenamento dos resíduos sólidos Classe I (perigosos);

- A NBR 1.264 fixa as condições mínimas para armazenamento de resíduos sólidos Classe II (não inertes) e Classe III (inertes).

O Capítulo VIII da Lei Complementar Municipal de Joinville Nº 29 – 14/06/96, estabelece que é necessário um monitoramento das águas subterrâneas nos aterros de resíduos.

O Capítulo IX da Lei Complementar Municipal de Joinville Nº 29 – 14/06/96, e o Artigo 8 do Decreto Estadual de Santa Catarina Nº 14.250 – 05/06/81, requerem uma distância mínima de 200 metros entre os corpos de água mais próximos e os recipientes de armazenamento de substâncias que podem causar risco para os recursos de água. Nos casos em que esta distância não é atendida, são necessárias autorizações específicas e medidas de segurança para prevenção de acidentes.

Inventário de Resíduos

A Resolução do CONAMA Nº 06 (federal – 15/06/88) exige que as empresas mantenham um inventário dos resíduos gerados nos processos produtivos. Estes devem ser submetidos as agências ambientais numa frequência anual, segundo uma classificação feita de acordo com a ABNT NBR 10.004 (Resíduos Classe I, II e III).

Classificação dos Resíduos

A ABNT NBR 10.004 classifica os resíduos sólidos industriais em classe I – perigosos, classe II – não inertes e classe III inertes afim de propor o tipo de tratamento adequado para a classe do resíduo.

A NBR 10.004 também disponibiliza uma lista de resíduos e contaminantes perigosos. Em alguns casos podem ser necessários testes de lixiviação (NBR 10.005) para determinar e classificar os resíduos perigosos.

Resíduos Hospitalares

A Resolução do CONAMA Nº 05 – 05/08/93, estabelece procedimentos relacionados a identificação, embalagem e disposição dos resíduos hospitalares e recomenda a incineração como a melhor tecnologia disponível para tratamento destes resíduos, embora não proíba a utilização de aterros controlados.

O Artigo 22 do Decreto Estadual de Santa Catarina Nº 14.250 – 05/06/81, define que a incineração ou o tratamento com radiações ionizantes é requerido para a disposição dos resíduos hospitalares.

Óleos

A Resolução do CONAMA Nº 09 – 31/08/93, classifica todo o lubrificante, óleo contaminado e hidráulico como resíduo perigoso e estabelece procedimentos que devem ser adotados para o armazenamento, tratamento e disposição destes materiais. Esta resolução sugere que se use a reciclagem sempre que possível.

2.2.3 Administração da Água e dos Resíduos Aquosos

A Resolução do CONAMA Nº 20 – 18/06/86, e o Capítulo II, Seção I do Decreto Estadual de Santa Catarina Nº 14.250 – 05/06/81, especificam a qualidade da água e os limites de descarte de efluentes em corpos receptores.

Entre os requerimentos para descarte de efluentes, tem-se:

- A não modificação dos padrões de qualidade do corpo receptor;
- O atendimento das especificações de contaminantes presentes nos efluentes a serem descartados;
- A proibição da utilização de água de chuva ou de descartes não poluídos na diluição dos efluentes contaminados.

2.2.4 Qualidade do Ar

Existem padrões federais e estaduais para o controle da qualidade do ar. Também existem limites estaduais e municipais para fontes estacionárias. O Capítulo X da Lei Complementar Municipal de Joinville Nº 29 – 14/06/96, e o Capítulo II, Seção III, Subseção III do Decreto Estadual de Santa Catarina Nº 14.250 – 05/06/81, prevêm limites de descarga máximos para “fumos” baseado na opacidade (quantidade de luz que passa pelos “fumos” gerados). Substâncias odoríferas, em quantidades que podem ser descobertas através do cheiro além dos limites de propriedade da empresa, são proibidas. Não há limites de descartes aplicáveis para combinações voláteis específicas.

O Capítulo II, Seção IV do Decreto Estadual de Santa Catarina Nº 14.250 – 05/06/81 e o Capítulo XI da Lei Complementar Municipal de Joinville Nº 29 – 14/06/96 definem critérios para o controle da poluição sonora.

2.2.5 Saúde e Segurança

A Secretaria de Saúde e Segurança Ocupacional é a agência nacional responsável por coordenar, dirigir, monitorar e supervisionar as atividades relativas a segurança ocupacional e saúde. As regulamentações federais que governam a saúde e segurança do trabalhador são descritas em normas reguladoras.

O atendimento das normas reguladoras não isenta as companhias de obedecerem qualquer outra providência pertinente que possa ser incluída em códigos de trabalho ou regulamentos de saúde do estado ou município. O estado de Santa Catarina segue as normas reguladoras federais.

As normas reguladoras foram desenvolvidas para proteger os direitos individuais dos trabalhadores assim como os das companhias e listar as responsabilidades de ambos. Em geral, os empregadores são requeridos a:

- Concordar e atender aos requisitos legais e regulatórias que consideram segurança ocupacional e saúde;
- Impedir que os funcionários executem ações inseguras durante a realização de seus trabalhos;
- Publicar as obrigações e proibições relativas aos empregados definindo as suas responsabilidades;
- Informar os funcionários sobre a possibilidade de penalização nos casos de não atendimento das especificações;
- Definir os procedimentos a serem seguidos no caso de um acidente de trabalho ou doenças profissionais;
- Adotar as medidas estabelecidas pelo Ministério do Trabalho;
- Eliminar ou neutralizar as atividades insalubres e perigosas.

Os empregados são responsáveis por:

- Obedecer os requisitos legais e normas reguladoras que consideram a segurança profissional;
- Usar o equipamento de proteção pessoal provido pelo empregador;
- Realizar os exames médicos previstos nas normas reguladoras;
- Cooperar com a companhia na aplicação das normas reguladoras.

2.3 Desenvolvimento Sustentável

“Um negócio sustentável é aquele que satisfaz as necessidades de hoje sem diminuir as oportunidades das gerações futuras.” (Lester Brown).

Silveira (1996) comenta que sempre ocorrerá descarte em qualquer processo produtivo e que pode-se estabelecer uma correlação na filosofia deste princípio com a Segunda Lei da Termodinâmica. Esta, aplicada aos sistemas energéticos, preconiza que a energia não pode ser completamente transformada

em trabalho, havendo perdas no processo sob a forma de calor. Entretanto, alguns estudos estão aproveitando o descarte do primeiro processo como matéria-prima de outros processos. É o chamado estudo ZERI.

Na realidade a poluição industrial é uma forma de desperdício e um indício da ineficiência dos processos produtivos. Resíduos industriais representam, na maioria dos casos, perdas de matéria-prima e insumos.

Pauli (1996) aborda o caso do primeiro choque do petróleo, em 1973, onde a indústria japonesa teve que reavaliar a sua competitividade após o aumento dos preços do petróleo. Atualmente esta indústria consome, por unidade produzida, menos de 60% da matéria-prima e da energia que consumia anteriormente.

Margulis (1990), afirma que é necessário avaliar as relações entre a oferta e a demanda dos diversos recursos. A forma pela qual devem ser gerenciados de modo a maximizar o bem-estar social, quais as taxas de exploração e quais as políticas de preços que garantam esta maximização, levando em consideração o conhecimento dos princípios básicos de utilização dos recursos naturais quanto à questão ambiental.

É possível observar que a aplicação do desenvolvimento sustentável exigirá mudança no dia-a-dia quanto a produção e consumo, em nossa forma de viver. O papel da população humana nos aspectos ambientais pode ser resumido na equação desenvolvida por Erlich e Erlich (1990).

$$I = PAT$$

Sendo:

I - Impacto da População no meio ambiente;

P - Tamanho da população;

A- Consumo per capita;

T- Dano causado pela tecnologia empregada para “suministrar”- produzir cada unidade de consumo.

A medida que P aumenta, também o T aumenta porque os insumos para mais pessoas devem ser extraídos de minas mais profundas ou transportadas por enormes distâncias. Também é sugerido que o consumo per capita de energia comercial em uma nação pode ser utilizado como substituto para o porte AT da equação, pois uma porção considerável do dano ambiental se correlaciona com o uso da energia comercial, desde a limpeza de bosques tropicais para a agricultura, até as extrações de minério, fabricações em geral, construção de estradas e extração de combustíveis fósseis. (Erich, 1991)

Houve um grande crescimento da população humana nos últimos 40 anos, acompanhado de um elevado consumo dos recursos e de pouca reciclagem. Como resultando, produtos nocivos são lançados ao meio ambiente em diferentes formas e concentrações. O uso da terra têm mudado muito rapidamente. Toda a população humana vive sobre aproximadamente 2% da superfície da terra, mas são necessários uns 60% adicionais para a produção de alimentos ou extração de recursos naturais. Uma boa parte da superfície terrestre restante é desértica ou está coberta com gelo ou ainda é de difícil acesso. (Miller, 1990)

Pauli (1996), declara:

“É óbvio que o mundo não está gerando a quantidade ou tipo de atividades para responder às necessidades básicas de comida, moradia, saúde, educação para todo o mundo. Chegou o momento de declarar guerra à pobreza, à sobre-exploração dos recursos naturais, de investir no recurso mundial mais sub-utilizado: a criatividade do ser humano”.

O Homem do século XX tem que vislumbrar que suas possibilidades futuras estão vinculadas não só a capacidade intelectual e científica de cada povo, mas a uma postura ética, em tudo que o homem idealizar, planejar e executar.

A sustentabilidade não renuncia ao paradigma moderno de crescimento ilimitado, mas leva em conta o argumento ecológico.

A integração das ferramentas destinados a atuar no controle da geração de resíduos a um sistema de gestão ambiental são certamente a melhor forma de alcançar um desenvolvimento sustentável.

As justificativas para estas iniciativas são as oportunidades de redução de custos nos processos produtivos, a sobrevivência da empresa e principalmente a necessidade global de sustentabilidade.

Não é possível mais para o homem considerar-se o centro do universo e achar que todas as coisas são destinadas a ele. É necessário agir e revisar toda a doutrina de lucros, consumismo e obsolescência planejada dos materiais (descartáveis). É necessário revisar a política de competição e denominação existente (individualismo)

2.4 Soluções

A maioria dos processos produtivos geram materiais residuais (líquidos, sólidos e gases) que necessitam de um tratamento para prevenir a contaminação que geralmente acontece no ponto final de descarga deste processo.

O aumento de normas, o gasto de destinação, os custos de responsabilidade civil e a consciência pública estão forçando os dirigentes governamentais e industriais a realizarem uma análise mais profunda das tecnologias de controle no ponto final de descarga. São as chamadas técnicas de redução de desperdício. (Hunt, 1990)

A figura 1 mostra uma seqüência a ser seguida em função da eficiência das diferentes soluções para o problema de geração de resíduos. Existem muitos fatores que limitam a escolha: a disponibilidade de recursos financeiros para investir nas soluções mais caras, a receptividade ao esforço em prol da reciclagem dos resíduos, a existência de matérias-primas na região, a disponibilidade dos demais recursos naturais.

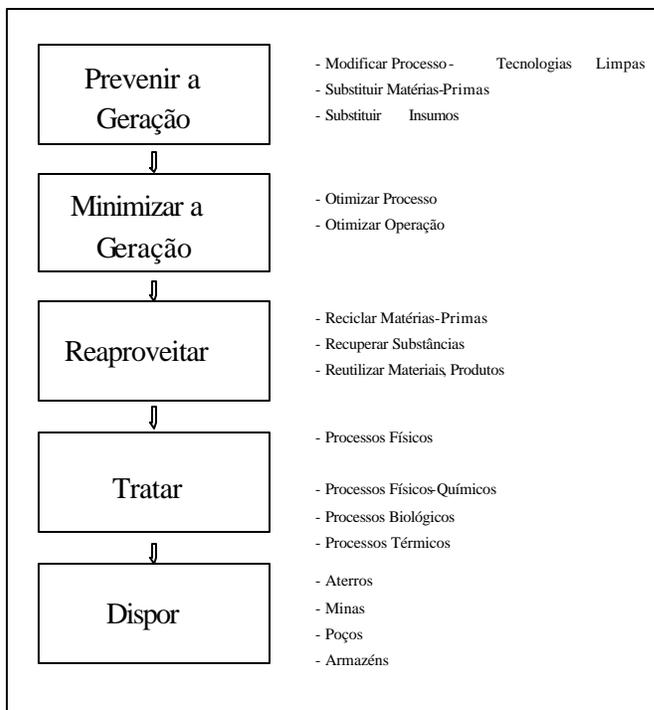


Figura 1 - Prioridades no gerenciamento de resíduos (Valle, 1996)

As soluções devem ser escolhidas a partir de abordagens distintas, conforme sugerido por Valle (1996):

- Prevenção da geração de resíduos - orientada para modificar o processo (tecnologias limpas);
- Minimização - orientada para reduzir o volume e o impacto causado pelos resíduos;
- Reaproveitamento - orientado para trazer de volta ao ciclo produtivo matérias - primas, substâncias e produtos extraídos dos resíduos. A abordagem de reaproveitamento, por sua vez pode ter três enfoques distintos:
 - Reciclagem: considera o reaproveitamento crítico de matéria-prima de fácil purificação, como o papel, o alumínio e o vidro;
 - Recuperação: considera a extração de algumas substâncias de resíduos, é o caso dos metais e óxidos;

- Reutilização: considera o reaproveitamento direto, sob a forma de um produto. Esse processo é utilizado onde os descartes alcalinos neutralizam os resíduos ácidos).
- Disposição - orientada para conter os efeitos dos resíduos, mantendo-os sob controle, em locais monitorados.

2.4.1 Prevenir a geração

Nesta forma de gerenciamento aplica-se as chamadas tecnologias que têm por objetivo básico eliminar a geração de resíduos em sua origem. Esta é a grande vantagem desta tecnologia frente as alternativas tradicionais de tratamento dos resíduos no final do processo.

De acordo com Kiely (1999), as tecnologias limpas não existem por si próprias:

“Se considera uma tecnologia limpa como uma tecnologia que reduz a geração de resíduos e/ou o uso de energia e materiais.”

A conversão para as tecnologias limpas implica, quase sempre, em modificações nos processos produtivos e ou nos produtos, razão pela qual sua adoção requer uma avaliação econômica cuidadosa.

O abandono de hábitos de consumo quando da inexistência de processos produtivos ambientalmente aceitáveis é uma outra solução para a prevenção da geração de resíduos.

Um exemplo de aplicação da “tecnologia limpa” é apresentado em detalhes no capítulo 5, com a substituição do processo de pintura dos compressores hermético por um processo eletroforético, seguido da mudança de matéria-prima (tinta) , da racionalização do consumo de energia e da minimização da geração de resíduos (sólidos e gasosos).

2.4.2 Minimizar a geração

A minimização da geração de resíduos depende de ações técnicas e gerenciais. A otimização dos processos através de ações técnicas está intimamente relacionada com os conceitos de tecnologias limpas, das quais utiliza-se para atingir seus objetivos de minimização na fonte.

Com as ações gerenciais também é possível atingir os objetivos de minimizar a geração de resíduos. Esta técnica é apresentada por Freeman (1998) com o Modelo de Administração de Inventários que consiste em exercer um controle adequado sobre as matérias-primas, produtos intermediários e finais e o fluxo do desperdício relacionado com a manufatura.

Freeman (1998) ressalta que:

“Em muitos casos, os desperdícios são somente matérias-primas obsoletas ou fora de especificações, contaminadas ou desnecessárias.”

Os métodos de controle de inventários abrangem desde simples modificações de procedimentos de ordenamento até as técnicas de manufatura Just in Time (JIT). Um exemplo desta solução pode ser observado no item 3.6 deste trabalho, onde é descrito um modelo aplicado pela General Motors na gestão de materiais.

2.4.3 Reciclagem

A reciclagem permite trazer de volta à origem, sob a forma de matérias-primas, aqueles materiais que não se degradam facilmente e que podem ser reprocessados mantendo suas características básicas.

Segundo Valle (1996), entre os resultados observados com a prática da reciclagem observa-se:

- Possibilidade de reduzir o volume de resíduos a serem dispostos ou tratados.
- Recuperação de valores contidos nos resíduos.

Entre os exemplos desta prática tem-se a reciclagem das latas de alumínio com utilização de 10% da energia gasta para produzir a mesma, quantidade de alumínio primário, o vidro, as demais sucatas metálicas das indústrias e os óleos lubrificantes.

Somente os óleos lubrificantes, classificados como resíduos perigosos pela ABNT, representam no Brasil, um volume de 150 milhões de litros/ano que poderia ser totalmente reciclado. Como referência tem-se que apenas um litro de óleo é capaz de esgotar o oxigênio de um milhão de litros de água (Revista Gerenciamento Ambiental n. 01).

2.4.4 Recuperação

Alguns resíduos, principalmente aqueles gerados na produção industrial, podem ser tratados, com o fim de recuperarem frações ou substâncias que são reaproveitadas no processo produtivo (Valle, 1996).

Entretanto, a opção de recuperação dos resíduos deve ser considerada somente após a avaliação de todas as alternativas anteriores de redução de resíduos (Kiely, 1999).

Segundo (Hunt 1990), as técnicas de recuperação dos resíduos podem contribuir para suprimir os custos de eliminação dos mesmos, reduzir os custos de matérias-primas e possivelmente obter um ganho através de um resíduo que se possa vender.

Os metais são em muitos casos recuperados, como o chumbo das baterias, o ouro e o mercúrio dos processos eletrolíticos. Estas técnicas só são utilizadas

quando a análise econômica registrar uma oportunidade de redução dos custos do processo produtivo ou da destinação dos resíduos.

2.4.5 Reutilização

Muitas empresas consideram a reutilização como parte dos seus negócios, incluindo as produtoras dos bens duráveis como a indústria de eletrodomésticos e automóveis. A abordagem destas empresas está focada na tentativa de reutilizar “todos” os materiais valiosos minimizando a quantidade de resíduos destinados aos aterros.

Segundo a apostila Whirlpool (1998) a IBM utilizando um programa denominado “Take Back Program”, obteve o seguinte resultado com a recuperação dos computadores no final da vida útil:

- 8% das matérias primas foram utilizados para o mesmo fim que o original;
- 82% foi recuperado e comercializado para outras empresas;
- 10% foi enviado para aterros.

A própria Whirlpool, utilizando um programa denominado “Tertiary Packaging” (relacionado a redução da quantidade de resíduos gerados com embalagens dos seus produtos), implantou um modelo retornável para os fornos, permitindo a reutilização por pelo menos 15 vezes da mesma embalagem. Isto representa, ao longo de sua aplicação, uma redução de aproximadamente 400 Kg de resíduo.

A Fiat também está avaliando a possibilidade de utilizar o programa “Take Back Program” para minimizar os impactos de seus produtos no final da vida útil.

A decisão pela implantação de um sistema destes, necessita de uma logística muito bem definida, a fim de garantir o retorno dos produtos ao fabricante após o término de sua vida útil. A análise econômica também é um fator determinante neste tipo de solução.

2.4.6 Tratamento

O tratamento pressupõe modificações das características físicas, químicas e biológicas do resíduo, em condições controladas.

Existem três objetivos básicos quanto ao tratamento dos resíduos:

- reduzir ou eliminar a sua periculosidade
- imobilizar seus componentes perigosos fixando-os em materiais insolúveis.
- reduzir o volume de resíduos que depois de tratados ainda requeiram cuidados especiais.

Todos os tratamentos de resíduos são compreendidos por quatro tipos básicos: físicos, químicos, biológicos e térmicos. São técnicas muito difundidas e amplamente aplicadas, mas continuam contribuindo para o aumento da geração de resíduos global, embora em menor quantidade. Tem -se como exemplos:

- A quebra de emulsões de óleos.
- A oxidação de resíduos sólidos perigosos em incineradores.
- A precipitação dos metais existentes nos efluentes industriais
- A concentração de resíduos por sistemas de filtração, ultra-filtração e osmose inversa².

2.4.7 Disposição

Esta é a prática mais tradicional adotada para destinação dos resíduos sólidos e logicamente a que representa maiores riscos ao meio ambiente.

² Osmose inversa - Sistema para tratamento de água com redução do volume de resíduos a partir da remoção dos íons das águas residuais.

A justificativa para utilização desta técnica deveria considerar a capacidade da natureza de receber, processar e absorver os descartes.

Em síntese, existem dois tipos de aterro: sanitário e de resíduos industriais. De acordo com a classificação do resíduo são especificados tratamentos preliminares e finalmente as condições de disposição.

Existem muitas falhas nesta solução para tratar os resíduos que necessitam de ações emergenciais. Um exemplo é a destinação de resíduos nucleares em cápsulas de chumbo e concreto no fundo dos oceanos.

Assim, uma série de resíduos esperam por soluções tecnológicas de degradação, estocados em pátios de resíduos.

Verifica-se claramente que esta prática não tem nenhuma afinidade com o desenvolvimento sustentável embora seja uma prática comum e muitas vezes inevitável.

2.5 A Série ISO 14000

ISO 14000 é um título genérico para uma série de normas voltadas a gestão ambiental que endereça seis assuntos distintos mas relacionados, que incluem:

- Sistema de gestão ambiental;
- Auditoria ambiental;
- Avaliação da performance Ambiental;
- Rotulagem ambiental;
- Avaliação do ciclo de vida;
- Aspectos ambientais em norma de produtos.

Ainda existe a norma que trata dos termos e definições de todo conjunto de normas.

2.6 A ISO 14001

No item 2.3 foram analisadas diversas soluções destinadas a minimizar a geração dos resíduos. Este item tem a função de explicitar a necessidade de sistematizar as ações voltadas a melhoria das questões ambientais.

Simplesmente aplicar as soluções para minimizar a geração de resíduos não é suficiente para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado. É necessário priorizar atividades e monitorar toda uma organização a fim de se atingir os melhores níveis de desempenho ambiental possíveis.

Até recentemente, as questões ambientais eram atendidas mediante legislação que definia limites de emissões a serem respeitados pelos geradores de impactos ambientais. Não havia uma abordagem sistêmica que relacionava causas e efeitos de forma abrangente. Como resultado, não havia nada a mais sendo realizado pelas indústrias além de eventuais atendimentos a legislações.

Em 1992 foi dado um dos primeiros passos na busca de uma abordagem sistêmica das atividades relacionadas ao meio ambiente. A British Standards Institution (BSI) homologou a norma BS 7750 que criou procedimentos para se estabelecer um sistema de gestão ambiental nas empresas.

Finalmente em 1993, a ISO criou um comitê técnico (TC 207) que tinha a função de elaborar uma série de normas internacionais voltadas a sistematizar a gestão ambiental e permitir a certificação das empresas e dos produtos que atendam os seus requisitos. Estava lançada a série ISO 14000.

Desta forma, modificou-se a abordagem das indústrias frente as questões ambientais, resultando na mudança da postura reativa focada exclusivamente no atendimento das legislações, para uma postura pró-ativa que busca a excelência com um sistema de qualidade ambiental.

Dentre todas as normas da série ISO 14000 a que define os requisitos básicos para um sistemas de gestão ambiental é a norma ISO 14001.

Um sistema de gestão ambiental (SGA) é definido pela ISO 14001 como a estrutura organizacional, responsabilidade, práticas, procedimentos, processos e recursos para implementação e manutenção da gestão ambiental (NBR ISO 14001 – Sistemas de gestão ambiental – Especificações e diretrizes para uso – 1996).

O modelo de sistema de gestão ambiental proposto pela ISO baseia-se numa visão organizacional que adota os seguintes princípios:

1º Princípio: A organização deve intencionalmente fazer tudo que precisa ser feito. Deve garantir seu compromisso com o sistema de gestão ambiental e definir sua política nesta área

2º Princípio: A organização deve formular um plano para atender sua política ambiental.

3º Princípio: Para uma efetiva implementação, a organização deve desenvolver capacidades e mecanismos de apoio necessários à realização dos objetivos e metas de sua política ambiental.

4º Princípio: A organização deve medir, monitorar e avaliar seu desempenho ambiental.

5º Princípio: A organização deve revisar continuamente seu sistema de gestão, com o objetivo de melhorar seu desempenho ambiental total.

Com a necessidade das empresas em demonstrar a conformidade ambiental de produtos e processos para garantir a sua sobrevivência em mercados nacionais e principalmente internacionais, será obrigatório a implantação de um sistema de gestão ambiental. Estes sistemas passaram a ser universalmente conhecidos com as séries das normas da ISO 14000, as quais são uma forma de auto regulamentação que disciplinam a implantação e manutenção do SGA, com padronização e aceitação internacional. Todas as normas desenvolvidas pela ISO são voluntárias sem nenhum requerimento legal exigindo a adoção de suas recomendações. Entretanto países e indústrias adotam este conjunto de normas como um requisito para fazerem negócios. Ou seja, esta série de normas passa a ser mandatória para manutenção dos negócios com os países e empresas comprometidas com as questões ambientais.

Conforme descrito por Cascio (1996) o Sistema de Gestão Ambiental é melhor visto como uma estrutura organizacional que deve ser continuamente monitorada e revisada, no sentido de fornecer orientações efetivas às atividades ambientais da organização, em resposta às mudanças dos fatores externos e internos.

De acordo com Cascio (1996), a ISO 14001 segue o ciclo PDCA, desenvolvido por Deming, como uma ferramenta para auxiliar na busca da melhoria contínua.

O segundo princípio do modelo de sistema de gestão ambiental proposto pela ISO corresponde ao P (Plan) do ciclo PDCA, ou seja, a fase de planejar ou formular um plano visando o objetivo a ser alcançado. Devem ser considerados os seguintes itens:

- Identificação dos aspectos ambientais e avaliação dos impactos associados;
- Requerimentos legais;
- Política ambiental;
- Critérios internos de performance;
- Objetivos e metas ambientais;
- Planos ambientais e programa de gerenciamento.

O terceiro princípio D (DO) corresponde a fase de execução, desenvolvendo capacidade e mecanismos necessários à realização dos objetivos. Devem ser considerados:

- Recursos Humanos, físicos e financeiros;
- Harmonização e integração do SGA;
- Responsabilidade técnico e pessoal;
- Conscientização ambiental e motivação;
- Conhecimentos, habilidades e treinamento;
- Comunicação e relato;
- Documentação do SGA;

- Controle operacional;
- Preparação e atendimento a emergência.

O quarto princípio corresponde ao C (CHECK). A certeza do alinhamento do sistema de gestão ambiental aos objetivos e metas é identificado nesta etapa.

Devem ser avaliados:

- Medidas e monitoramento;
- Ações corretivas e preventivas;
- Registros sistema de gestão ambiental;
- Auditoria do SGA.

O quinto e último princípio do modelo corresponde ao A (Action) do ciclo onde ocorre a ação visando uma melhoria contínua.

Existem muitas formas de implantar um SGA, mas conforme sugerido por Cascio (1996) há muitas vantagens na integração do sistema de gestão ambiental baseado na ISO 14001 e o sistema ISO 9000. A documentação do sistema, os procedimentos de controle da documentação, o sistema de treinamento, o sistema de auditorias, os procedimentos para as não conformidades, as ações corretivas e preventivas e a revisão do sistema de gestão são exemplos da oportunidade desta integração.

2.7 Comentários Finais

Neste capítulo foram abordadas as questões fundamentais do desenvolvimento sustentável e das alternativas técnicas/gerenciais disponíveis para auxiliarem na solução destes problemas.

No próximo capítulo, serão apresentadas algumas metodologias de implantação de sistemas de gestão ambiental propostas por alguns autores e verificadas em algumas indústrias.

CAPÍTULO 3 - ABORDAGENS DE IMPLANTAÇÃO DO SGA

A recuperação dos ecossistemas tem sido comprometida com todo o desenvolvimento industrial. Inicialmente era suficiente tratar ou dispor os resíduos no final dos processos produtivos. Atualmente estas medidas já não são mais suficientes. Outro agravante são os custos envolvidos.

A solução que vem sendo utilizada com muita frequência é a de minimizar a geração de resíduos. Desta forma é possível reduzir os custos envolvidos no tratamento ou destinação dos resíduos e otimizar o uso de todos os insumos do processo.

Muitas empresas estão trabalhando para desenvolver técnicas de proteção ambiental. Entre estas empresas muitas estão procurando maneiras de exceder os níveis mínimos de regulamentação ambiental. Estas atividades são partes de metas de redução da geração de resíduos no processo, minimização do potencial de responsabilidade e redução dos custos.

São programas voluntários de sistema de gestão ambiental (SGA) que descrevem um procedimento lógico para otimizar o desempenho ambiental.

Essencialmente, um SGA permite uma estruturação entre o gerenciamento das responsabilidades ambientais de uma forma mais eficiente e integrada as operações de negócios da empresa. É uma ferramenta que não serve apenas para atender a legislação ambiental, mas também para desenvolver continuamente a performance ambiental.

Existem muitas maneiras de implementar um SGA bem como existem inúmeras empresas fazendo isto. Neste capítulo, serão apresentados alguns exemplos práticos e algumas abordagens teóricas de modelos de SGA existentes, bem como suas respectivas análises críticas.

3.1 Abordagem de Implantação PPG

Com aproximadamente 33000 empregados a PPG Industries Inc. é uma empresa multinacional com processos de manufatura para produtos químicos, revestimentos, tintas e resinas, vidro e fibra de vidro. Construiu o seu sistema de gerenciamento para incluir uma variedade de requerimentos internacionais e indústrias (Cascio, 1996).

Este sistema integra elementos da ISO 14000 (Sistema de Gerenciamento Ambiental) requerimentos de saúde e de segurança, o sistema de gerenciamento ambiental Britânico (BS 7750), a Chemical Manufacturies Association's Responsible Care Program e a European Union's Eco-Management and Audit Scheme Regulation (Cascio, 1996).

A política da companhia reforça este compromisso combinando meio ambiente, saúde e segurança numa única política sem enfatizar um dos itens sobre os outros (Cascio, 1996).

O sistema da PPG é baseado num processo de prevenção que define requerimentos e espera por 100% de conformidade. As principais etapas são descritas na figura 2.

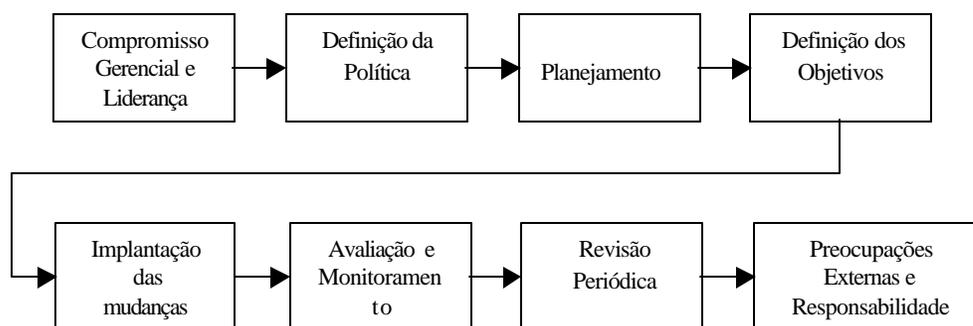


Figura 2 – Etapas da Abordagem PPG

1- Compromisso Gerencial e Liderança: Todo nível gerencial deve estar envolvido e comprometido com a política EHS (Environment, Health and Safety)

2- Política: A política é desenvolvida pelo comitê de negócios ambientais da Companhia e pelo departamento corporativo EHS.

3- Planejamento: Cada unidade de negócios é responsável por planejar e implementar atividades consistentes com a política EHS.

4- Objetivos: O departamento corporativo EHS e a unidade de negócios definem os objetivos e metas que devem ser estabelecidas e medidas para prevenção da poluição, exigências regulamentares, performance de segurança e saúde, etc.

5- Implementação: Cada unidade de negócios é responsável pelo atendimento das leis aplicáveis.

6- Monitoramento e Avaliação: As unidades de negócios e o nível corporativo são responsáveis pelo monitoramento e avaliação das operações.

7- Revisão Periódica: A política é revista em uma frequência regular e é alterada quando necessário.

8- Preocupações Externas e Responsabilidade: A companhia está comprometida em participar direta ou indiretamente no desenvolvimento de regulações efetivas na área EHS.

Os investimentos necessários para implementação de novas alternativas estão sendo realizados com os orçamentos existentes. O objetivo da PPG é implementar soluções que apresentem um custo benefício favorável a sua implantação, sem exigir aumento dos valores de orçamentos (Cascio, 1996).

O sistema de gerenciamento da PPG foi desenvolvido para antecipar as obrigações regulatórias e também considerar estratégias de unir os prazos para atender a legislação a uma viabilidade econômica (Cascio, 1996).

Para Paul King (Diretor do Meio Ambiente, Saúde e Segurança da PPG), deve-se desenvolver um sistema que permita pensar em termos de longo prazo, antecipando legislações e iniciativas no processo do dia-a-dia (Cascio, 1996).

3.1.1 Análise do Modelo PPG:

Existe um setor de meio ambiente que também acumula as responsabilidades de saúde e segurança. Muitas empresas estão incorporando os sistemas de saúde e segurança ao sistema de gestão ambiental. Esta prática não interfere nos resultados finais de cada programa.

A forma de trabalho é baseada no atendimento da política de qualidade da empresa proveniente da alta administração, o que é fundamental para o sucesso deste programa.

São definidos objetivos e metas para a prevenção da poluição, mas não existe nenhuma sistemática de priorização dos impactos ambientais mais significativos. Este ponto desta metodologia é bastante superficial e pode levar ao direcionamento de esforços em ações menos prioritárias, como por exemplo, focar somente os custos envolvidos, sem priorizar o impacto ambiental.

Cada unidade de negócio é responsável pela implementação de ações para atender a legislação. Não há uniformidade nos procedimentos de implantação das mudanças no processo produtivo e não existem ferramentas específicas para auxiliar nas decisões das melhores opções tecnológicas.

Existe um monitoramento das operações mas não existe uma padronização das ações realizadas. O gerenciamento da rotina apenas identificará que os processos sofreram degeneração ao longo do tempo. As ações para identificar as falhas operacionais são importantes, mas seria mais interessante dedicar ações para prevenir estas falhas.

Os investimentos nas questões relacionadas ao SGA parecem ser reduzidos e resultam na priorização de aspectos ambientais focados exclusivamente em oportunidades econômicas. Muitos aspectos ambientais significativos podem estar sendo desconsiderados em função desta diretriz.

3.2 Abordagem de Implantação SGS – Thomson Microeletrônicos Incorporated

Com sua fábrica em San Diego, Califórnia, a SGS solicitou a sua primeira certificação nos EUA para a ISO 14001 em janeiro de 1996 e a verificação para a European Union's Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) em dezembro de 1995 (Cascio, 1996).

A SGS Thomson é uma fábrica global de semicondutores que desenha, desenvolve, fabrica e vende uma grande quantidade de circuitos integrados de semicondutores utilizados em numerosas aplicações microeletrônicas (Cascio, 1996).

O órgão certificador foi o BVQI que declarou haver evidências dos compromissos da companhia em relação aos padrões da ISO 14001 e uma política para incentivar fornecedores e contratados a fazerem o mesmo (Cascio, 1996).

Conforme declarações do diretor de estratégias ambientais, Fábio Borri, existe um sistema de pontuação para os fornecedores da SGS que inclui qualidade e desempenho ambiental (Cascio, 1996).

“Um SGA pode ser um fator decisivo na definição da compra de um equipamento e nos contratos de fornecimento de serviços.” (Fabio Borri)

As principais etapas são descritas na figura 3.

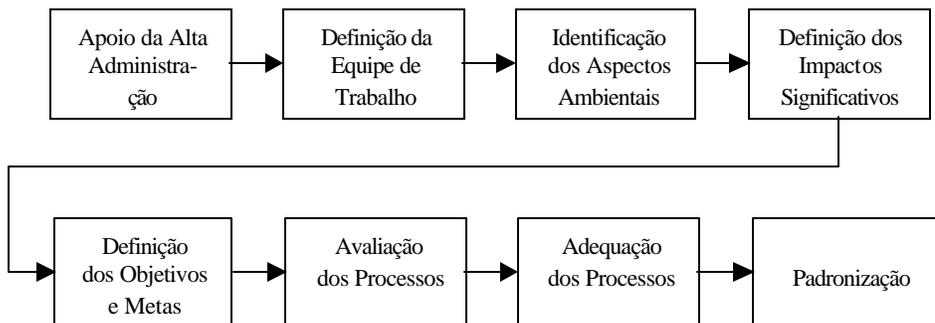


Figura 3 – Etapas da Abordagem SGS Thomson

Inicialmente deve-se obter o apoio da Alta Administração e definir uma equipe de trabalho.

Segundo a SGS – Thomson's a chave para qualquer sistema de gestão ambiental é a sistemática empregada para caracterizar os aspectos e impactos associados com os processos, produtos e serviços da companhia.

A metodologia aplicada na SGS – Thomson's para adequação ao sistema de gestão ambiental foi baseada no FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). Desta forma foram identificadas as significâncias de cada aspecto ambiental.

Também foi realizada uma revisão de todos os requisitos aplicados à fábrica, todas as pendências legais e requerimentos corporativos. Um grupo examinou os impactos potenciais associados a água, ar, resíduos perigosos, resíduos sólidos, solo, água subterrânea, energia, administração de produtos químicos, ruído, matéria-prima, processos de novos produtos, planejamento de produtos e planos de resposta a emergências.

Cada impacto foi classificado de acordo com a sua significância e direcionado para a lista global de efeitos ambientais da corporação. A partir desta lista foram descritos os objetivos e metas do programa.

A performance do desempenho do sistema de gestão ambiental é medida através de indicadores pré-definidos. São monitorados o consumo de energia, reciclagem e disposição de resíduos sólidos, a quantidade de resíduos perigosos sendo reciclados frente a quantidade gerada e a quantidade de água subterrâneas.

Todos os indicadores de qualidade são direcionados para um fórum de gerenciamento que define os objetivos para reduzir os impactos das atividades industriais no meio ambiente.

Segundo Cascio (1996), alguns indicadores da performance são monitorados pelos seguintes itens:

- Redução do consumo total de energia nos processos de fabricação em pelo menos 5% ao ano, com 25% de redução até o final de 1999.
- Alcançar um nível de 90% de reciclagem da água utilizada em todas as operações de fabricação até o final de 1999.

Existe um sistema de auditorias internas que avaliam todo o SGA e identifica todas as potenciais não conformidades existentes. O resultado desta atividade gera planos de ações corretivas para solucionar os problemas (Cascio, 1996).

A documentação do sistema de gestão ambiental é muito similar a documentação utilizada no sistema ISO 9001 da empresa. Atualmente existem dois manuais de qualidade distintos que estão interligados através de referências. Para o futuro existe a intenção de unificar estes manuais incluindo as questões relacionadas a saúde e meio ambiente (Cascio, 1996).

3.2.1 Análise do Modelo SGS Thomson Microeletrônicos Incorporated

A performance do SGA é baseada em indicadores pré-definidos pela alta administração. O sistema de gestão ambiental é bastante completo com características que permitem atribuir bastante credibilidade aos resultados finais.

Existe uma preocupação muito grande na caracterização dos aspectos e impactos ambientais. A priorização dos itens é baseada no FMEA, a qual representa uma excelente ferramenta para esta atividade, que identifica o potencial de falha do item em estudo. A ferramenta FMEA nada mais é do que identificar a gravidade, ocorrência e detecção de um problema, neste caso, ambiental.

Este método não disponibiliza nenhuma ferramenta para auxiliar na busca de soluções de impactos identificados como significativos. Também não existe uma preocupação quanto ao procedimento de implantação de mudanças no processo produtivo. Deveriam ser utilizadas análises tais como a comparação entre objetivos desejados (entrada do projeto) e os resultados alcançados com as alterações no processo (saída do projeto).

Existe uma equipe de trabalho que gerencia as mudanças necessárias para adequação ao SGA. O gerenciamento da rotina segue os mesmos conceitos utilizados na ISO 9001 da empresa e documenta os processos produtivos.

3.3 Abordagem David Thomas

Thomas declara que muitas companhias consideram ter um sistema de gestão ambiental baseado em uma lista de atividades de prevenção de contaminação. Esta interpretação é equivocada.

“A elaboração de um sistema de gestão ambiental implica na elaboração e estabelecimento de uma estratégia contínua que reduza todos os resíduos gerados em uma instalação, com avaliações periódicas e redefinição de objetivos e metas.” (David Thomas)

Os projetos são apenas as atividades específicas que são utilizadas para reduzir ou eliminar os resíduos.

O modelo de implantação de um sistema de gestão que David Thomas descreve no livro *“Manual de Prevención de la Contaminación Industrial”* (1998, p 99-120) deve seguir as etapas descritas na figura 4.

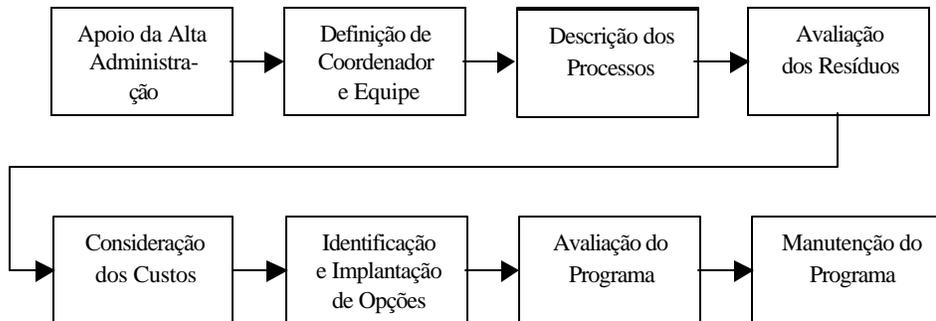


Figura 4 – Etapas da Abordagem David Thomas

1- Apoio da alta administração: Este método identifica a etapa na qual se busca o apoio da alta administração como uma etapa fundamental para o sucesso do programa. A metodologia sugere que sejam feitas reuniões para apresentação de exemplos de sistemas de gestão ambiental já aplicados em outras empresas com as respectivas análises de resultados. A política da empresa também deve ser revisada indicando o comprometimento da empresa com as questões ambientais as quais podem fazer parte do programa de administração da qualidade total da empresa.

2- Definição do coordenador e da equipe responsável pela prevenção da contaminação: Esta metodologia considera uma condição obrigatória a definição de um responsável por toda a administração do sistema de gestão ambiental. O coordenador do SGA deve formar uma equipe de trabalho que auxilie em toda a implantação deste sistema. É necessário que hajam participantes de todos os setores da empresa para aumentar a representatividade de todas as decisões e ações definidas. Esta equipe deve ser treinada e deve identificar os objetivos do programa.

3- Descrever o processo: A equipe deve conhecer e documentar todos os processos produtivos existentes na indústria e os respectivos pontos de geração de resíduos.

São sugeridas duas técnicas:

- Identificação de todos os resíduos nos diversos meios (ar, água, solo) ao final de cada processo com uma análise retroativa para identificar a fonte destes resíduos.
- acompanhamento dos materiais do ponto de partida dentro da fábrica até a saída como dejetos e produtos com respectivo balanço de massa.

4- Avaliar os resíduos e identificar as oportunidades de prevenção da contaminação: A avaliação das prioridades é baseada numa análise subjetiva que indica os processos que necessitam de atenção imediata, continuando depois com os processos menos prioritários. As atividades priorizadas são discutidas com a equipe designada para tratar dos assuntos do SGA. É realizada uma reunião e aplicada a ferramenta "tempestade de idéias" nas quais são identificadas todas as sugestões de redução ou eliminação dos resíduos.

5- Consideração de custos: Deve-se verificar todos os custos envolvidos na geração de resíduos da atividade priorizada (custos inerentes a produção e manejo dos resíduos, ao tratamento e eliminação).

6- Identificação e implantação das opções de prevenção de contaminação: As informações destes custos serão fundamentais na tomada de decisão de novos investimentos na busca de tecnologias com menor geração de resíduos. Baseado nas alternativas geradas durante a "tempestade de idéias" é feito uma análise técnica e econômica de cada alternativa. Comparando estes resultados com os custos existentes no processo é definido a melhor solução para o problema que deve ser aprovado pela gerência antes de ser implantado. Existe uma preocupação com a execução do projeto na qual a equipe do SGA acompanha os atendimentos dos requisitos ambientais definidos para o novo processo.

7- Avaliação do programa: A avaliação do programa acontece periodicamente através da equipe responsável pelo SGA. Existe a sugestão para utilizar medidas quantitativas (redução de resíduos reais em quantidade) ou também qualitativas

(redução do nível de risco) . A definição do tipo de medida depende de empresa para empresa.

8- Manutenção do programa: Uma vez avaliado os resultados do projeto implantado faz-se a padronização do processo e divulga-se os resultados obtidos para a empresa.

3.3.1 Análise do Modelo David Thomas

Esta metodologia acerta no momento em que exige a definição de um coordenador, com a função específica de administração do SGA. É comum observar empresas em que esta responsabilidade é simplesmente delegada para um funcionário que acumula mais esta função. As conseqüências desta atitude representam divergências de conceitos, dificuldades na identificação dos impactos ambientais significativos e atrasos nos cronogramas de todo o sistema de gerenciamento.

Existe uma análise de todos os processos produtivos o que é fundamental para identificação das prioridades, mas existem limitações na forma de definição dos impactos ambientais mais significativos pois a análise é baseada em percepções subjetivas .

A preocupação com os custos da geração de resíduos e a comparação com as novas tecnologias é um ponto forte desta metodologia.

A forma de gerenciar as mudanças não apresenta padronização além da avaliação dos resultados obtidos com a implantação das soluções. Este ponto será melhor explorado no capítulo 04 desta dissertação.

3.4 Abordagem Gerard Kiely

Para assegurar que um programa de Gestão Ambiental tenha êxito é necessário que seja adotada uma estratégia de amplo alcance.

No seu livro *“Ingeniería Ambiental – Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión”* Kiely (1999) indica as etapas da figura 5 como necessárias para implantação de um SGA:

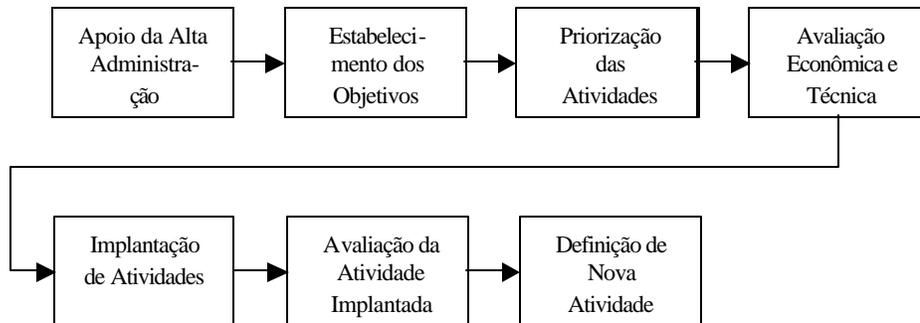


Figura 5 – Etapas da Abordagem Gerard Kiely

Para que a Direção de uma empresa adote um sistema de gestão ambiental, é necessário justificar as oportunidades de redução de custo e melhoria do desempenho ambiental. Uma vez conseguido o apoio da Alta Administração, deve-se criar ou alterar a Política da Empresa, que deve referenciar os compromissos de disponibilizar tecnologias limpas para as suas atividades industriais. Desta forma é possível tornar claro para toda a empresa e para os interessados o comprometimento existente quanto as questões ambientais.

Conforme apresentado por Kiely, a Política da Empresa reflete os objetivos qualitativos do SGA. A próxima etapa deve definir os objetivos quantitativos do SGA.

Um modelo destes objetivos quantitativos pode ser verificado na Divisão Michigan de Dow: “reduzir em 20% as emissões atmosféricas no período 1988 – 1990.”

Normalmente existem muitas oportunidades de minimizar a geração de resíduos, mas é necessário priorizar as ações. A sugestão apresentada por Kiely indica que se deve quantificar os resíduos gerados, a sua origem, as oportunidades conseguidas caso este resíduo seja eliminado, a viabilidade

técnica de eliminação, as mudanças necessárias e a viabilidade de controle dos efeitos da iniciativa proposta.

A priorização deve acontecer em 02 etapas

- Primeira Etapa:

- Estabelecer uma equipe para identificar os resíduos;
- Fazer um inventário dos resíduos e das emissões geradas;
- Fazer um inventário das oportunidades de prevenção e dos riscos.

- Segunda Etapa:

- Identificar informações do processo (fluxo);
- Identificar informações ambientais;
- Identificar informações de matérias-primas e informações da produção;
- Identificar os custos de tratamento do resíduo, matéria-prima e Mão de Obra.

Definido o projeto que deve ser tratado, deve-se fazer uma avaliação técnica e econômica das tecnologias disponíveis.

A avaliação técnica determina qual opção de minimização de resíduo que será melhor adequada ao processo em questão.

A avaliação econômica compara os custos das diferentes tecnologias frente ao processo existente.

Definida a solução que deverá ser implantada, vem a fase de implementação do projeto. Esta metodologia não sugere nenhuma forma de padronização para a implementação de projetos.

A avaliação dos projetos implantados é um fator fundamental para verificação do atendimento dos objetivos ao qual o processo se propunha a solucionar.

A sugestão é de que seja medido a quantidade de resíduos gerada antes e depois de que um novo projeto tenha sido implantado.

Sobre a produção de resíduos Kiely afirma que é importante correlacionar as quantidades geradas ao volume de produção ou a quantidade de matéria-prima consumida.

Concluída a atividade e verificado o atendimento aos pré-requisitos do projeto, deve-se passar para os outros itens identificados como geradores de resíduos.

“Em muitas empresas foi estabelecida uma cultura de segurança e de qualidade. A minimização dos resíduos deve ser uma parte integrante das operações da empresa e deve estar ao mesmo nível da segurança, qualidade e produção.” (Kiely, 1999)

3.4.1 Análise do Modelo Gerard Kiely

Esta abordagem está devidamente atenta as oportunidades que um SGA proporciona a uma empresa. Existe uma ênfase na necessidade da participação da alta administração, na preocupação com os custos necessários para destino dos resíduos e em propor novas tecnologias.

A preocupação com a análise econômica é muito importante pois numa grande quantidade de casos, é possível verificar reduções nos custos operacionais dos processos durante as mudanças tecnológicas, com redução do consumo de matérias-primas, energia elétrica e recursos naturais.

A forma de priorizar os impactos ambientais significativos não é padronizada, embora procure identificar muitas informações da atividade em estudo. É sugerida uma grande quantidade de questionamentos mas não é proposta nenhuma forma de organizar estas informações.

A padronização dos processos após implementação das soluções também não é destacada. A documentação das mudanças e a implementação de um gerenciamento de rotina seriam essenciais para a manutenção de um desempenho satisfatório do processo.

3.5 Comentários Finais

Todas as abordagens referenciam a necessidade do apoio da alta administração como condição para implantação de um SGA. Esta etapa é muito importante para o sucesso da implantação deste projeto.

Os Sistemas de Gestão Ambiental devem obrigatoriamente considerar os custos envolvidos na geração de resíduos e na implantação de novas tecnologias visando assegurar um apoio mais efetivo.

A metodologia que será proposta no próximo capítulo, considera esta questão no item de elaboração da lista de verificação. A análise de novas tecnologias deve ser feita considerando o custo operacional do processo, o qual deve incluir os custos relativos a geração de resíduos, consumo de matérias-primas e consumo de recursos naturais.

Nestes modelos de SGA's analisados, verifica-se que a forma de priorizar as atividades de maior impacto ambiental são geralmente muito superficiais. Não existe nenhuma metodologia que correlacione todos os impactos ambientais de uma forma mais objetiva e o gerenciamento da Rotina é muitas vezes desconsiderado.

Em alguns casos são aplicadas ferramentas como o FMEA (SGS Thomson Microeletrônicos Incorporated), mas a maioria das priorizações é baseada em análises subjetivas.

O programa implantado na General Motors denominado WE CARE (Waste Elimination and Cost Awareness Reward Everyone) é um excelente exemplo da necessidade de implantação de um gerenciamento da rotina nas empresas. A administração de substâncias químicas aplicadas nos processos produtivos resultou em uma economia superior a US\$ 750.000,00 ao ano em apenas uma empresa nos Estados Unidos em 1990, além dos benefícios de minimizar a geração destes resíduos na origem. Este tipo de programa requer excelentes níveis de padronização a fim de manter a performance dos processos produtivos ao longo do tempo.

O próximo capítulo terá o objetivo de otimizar esta atividade de forma a buscar uma priorização mais efetiva. Será apresentado um modelo de implantação de um SGA, onde técnicas de priorização e apoio a decisão serão empregadas. Também serão apresentados sistemas de avaliação e o gerenciamento da rotina.

CAPÍTULO 4 - SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

Neste capítulo será apresentado uma proposta de metodologia para implantação e gerenciamento de um sistema de gestão ambiental, destinado a priorizar ações, auxiliar a tomada de decisões, direcionar as mudanças e reduzir os custos de qualquer empresa que contemple processos produtivos geradores de impactos ambientais.

UMA PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO E GERENCIAMENTO

Um sistema pode ser entendido como um conjunto de conceitos, métodos e técnicas utilizadas na solução de problemas, tomadas de decisão, desenvolvimento de processos de gerenciamento, análises e avaliações de performance organizacional. São um grupo de elementos trabalhando de uma forma relacionada destinados ao atendimento de um objetivo.

4.1 Opções de gestão ambiental:

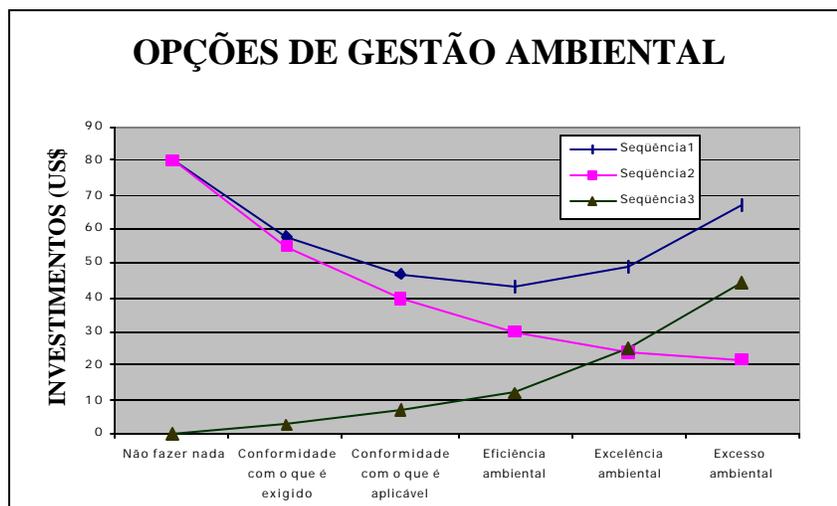


Figura 6 – Opções de Gestão Ambiental (Apostila Whirpool, 1998)

- Não fazer nada;

- Conformidade com o que é exigido;
- Conformidade com o que é aplicável;
- Eficiência Ambiental;
- Excelência ambiental;
- “Excesso Ambiental”;

Existem muitas opções quanto aos sistemas de gestão ambiental e uma grande diferença de investimentos.

A justificativa mais convincente para uma empresa viabilizar os investimentos no meio ambiente é uma análise econômica.

A figura 6 demonstra as diferentes opções de gestão ambiental relacionadas aos seus custos. Entende-se pelo custo de um sistema de gestão ambiental, todos os gastos relativos a produtividade das matérias-primas, consumo de recursos naturais, energia e principalmente os passivos ambientais relacionados a geração de resíduos. A necessidade de investimento representa os valores necessários para implantar as diferentes opções de gestão ambiental consideradas nesta análise.

Segundo Pauli (1996), os três principais insumos da economia são mão-de-obra, capital e matéria prima, sendo a produtividade da matéria prima a melhor opção para moldar a competitividade de uma organização.

Sabendo que os recursos naturais são limitados, a produtividade das matérias-primas baixa, a utilização de energia descontrolada e o crescimento da população constante, verifica-se uma necessidade de otimização dos processos produtivos.

As preocupações quanto aos passivos ambientais de uma empresa já são uma condição inerente as negociações comerciais. Antes da efetuação da compra de uma empresa, são realizadas auditorias minuciosas destinadas a detectar a situação ambiental quanto aos seus passivos. Em outras palavras, é possível

afirmar que uma empresa pode ficar sem investidores caso os passivos ambientais indicarem condições desfavoráveis à investimentos.

A somatória dos custos de curto e longo prazo resulta na curva de custos totais. Com esta curva (custos totais), ainda na figura 6, conclui-se que é economicamente viável investir num sistema de gestão ambiental, pois a opção de não desenvolver novas tecnologias (custos de curto prazo) implica na ocorrência de passivos ambientais (custos de longo prazo) e conseqüentemente em elevados custos totais. Os investimentos de curto prazo também não podem ser feitos desordenadamente, pois resultariam no excesso ambiental demonstrado na figura 6. Obviamente, é necessário organizar os investimentos.

A organização necessária dos investimentos é conseguida com a implantação de um sistema de gestão ambiental que priorize as ações da empresa.

Segundo Freemam (1998), as empresas que estabelecem um sistema de gestão, conseguem:

- Evitar que se elevem os custos pela eliminação de resíduos
- Economizar dinheiro em outras áreas (compra de matéria- prima)
- Aumentar a eficiência industrial
- Manter ou incrementar a competitividade
- Diminuir a responsabilidade legal a longo prazo
- Obedecer as políticas municipais, estatais e federais
- Reduzir as cargas regulamentares presentes ou futuras
- Melhorar as condições ambientais ou do posto de trabalho
- Garantir a segurança da comunidade
- Manter uma boa imagem corporativa

4.2 Proposta de implantação de um SGA:

A metodologia que será proposta é bastante específica e necessita de características particulares de cada empresa. Entretanto, deve fazer parte da Administração da Qualidade Total (TQM) na Organização.

Conforme Nadler (1994), o próprio TQM é particular e cada organização deve desenvolver uma metodologia própria de implantação: *“...Como não há duas organizações exatamente iguais em termos de história, cultura e prioridades estratégicas, o diagnóstico é de importância fundamental antes do mergulho, ou de se imitarem até mesmo esforços bem sucedidos de outros...”*.

As etapas da metodologia proposta são indicadas na figura 7.

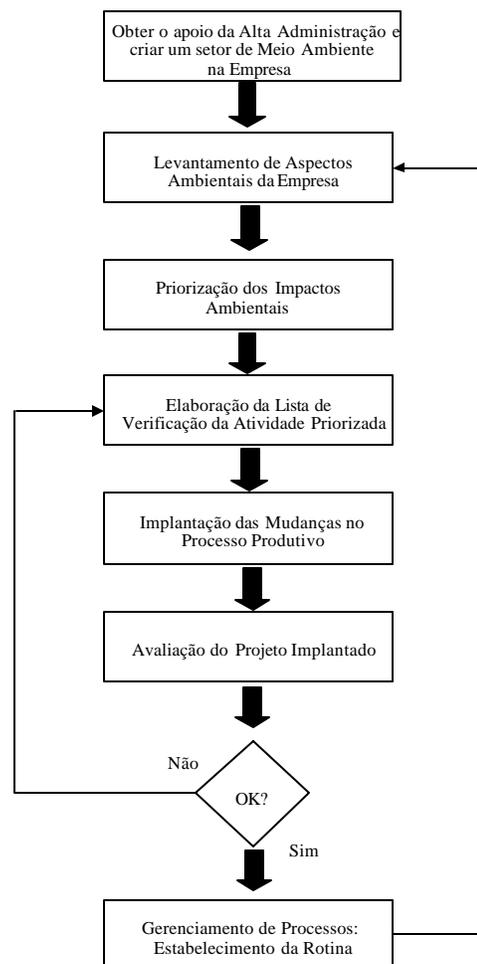


Figura 7 – Modelo Proposto de SGA

4.2.1 Obter o Apoio da Alta Administração e Criar um Setor de Meio Ambiente na Empresa

▪ Obtendo o apoio da alta administração

Conforme observado nas abordagens de implantação analisadas anteriormente, para que o sistema de Gestão Ambiental seja um programa sólido e duradouro é fundamental o comprometimento da alta administração. Isto deve acontecer através de uma apresentação acerca deste programa onde serão demonstrados os benefícios deste projeto para a empresa. A apresentação deve incluir exemplos obtidos por outras empresas com redução da contaminação do meio ambiente associado a redução de custos.

Terminada a apresentação deve-se solicitar a inclusão deste sistema de gestão ambiental no programa de Administração da qualidade da empresa, fazendo com que a partir de então o SGA seja considerado junto da definição das diretrizes da empresa e conseqüentemente seja incluído nos itens de controle da alta administração.

Isto feito, será necessário revisar a política de qualidade da empresa para que seja incluída a preocupação com o meio ambiente e para que todos (funcionários e comunidade) tomem conhecimento e contribuam com a prevenção da contaminação ambiental.

A política ambiental deve explicitar a necessidade de atendimento a legislação, a minimização da poluição e o comprometimento da empresa com a melhoria contínua.

▪ Criando um setor de meio ambiente na empresa

Para que as diretrizes da empresa sejam desdobradas em atividades, é necessário designar um coordenador para o SGA. Este coordenador deverá criar uma equipe responsável pela prevenção da contaminação do meio ambiente nas

atividades da empresa. A primeira tarefa desta equipe deve ser a organização de um plano para implantação do SGA.

Com isto definido é possível passar para a próxima etapa de implantação do SGA, onde será realizado o levantamento dos aspectos e impactos ambientais da empresa.

4.2.2 Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais da Empresa

Aspectos ambientais são os elementos das atividades, produtos e serviços de uma organização que interagem com o meio ambiente. Exemplo: a atividade de pintura de um compressor hermético tem como aspecto ambiental a emissão de VOCs³.

Impacto ambiental é qualquer consequência (mudança) que resulte das atividades, produtos e serviços de uma organização. Exemplo: a emissão de VOCs no processo de pintura tem como impacto ambiental a poluição atmosférica.

A caracterização dos aspectos e impactos ambientais resulta numa fotografia do desempenho ambiental da empresa e conseqüentemente no direcionamento necessário para a definição dos investimentos a serem priorizados. Para que os aspectos ambientais sejam identificados, as seguintes etapas devem ser seguidas:

- a) Levantar os processos da organização: é indispensável a formação de uma equipe multidisciplinar competente para realizar este mapeamento dos processos através da realização de Workshops. Todos os processos da empresa devem ser mapeados, tanto os pertencentes ao ciclo de vida do negócio, como os de suporte, inclusive aqueles administrativos ligados a refeitórios, ambulatórios e outros setores. É fundamental também que

³ VOC – Compostos Orgânicos Voláteis

este estudo envolva relações com contratados, fornecedores, clientes e consumidores.

- b) Desdobrar os processos em atividades para que os aspectos ambientais específicos possam ser considerados e os respectivos impactos caracterizados.

O resultado desta etapa do processo de implantação do SGA é apresentado na tabela 1.

Tabela 1: Classificação dos Aspectos e Impactos Ambientais

Processo	Atividade	Aspecto	Impacto
Fabricação			
Compressor Hermético	Montagem	Fabrição do Compressor	Consumo de Energia Elétrica
	Desumidificação	Aquecimento do Compressor	Consumo de Energia Elétrica
	Pintura	Emissão de VOC's	Poluição Atmosférica/ Risco Explosão
	Pintura	Borra de tinta	Geração de Resíduos Sólidos Classe I
	Pintura	Capas de Borracha	Geração de Resíduos Sólidos Classe II
	Pintura	Consumo de Tinta	Consumo de Recursos Naturais
	Pintura	Secagem	Consumo de Energia Elétrica

4.2.3 Priorização dos Impactos Ambientais

Baseado na utilização da planilha com os aspectos e impactos ambientais é possível calcular o Índice de Risco Ambiental (IRA) de cada atividade e consequentemente priorizar as atividades do SGA. Desta forma é possível

direcionar todos os esforços da empresa para as atividades que apresentam os impactos ambientais mais significativos.

A identificação do IRA é baseada na utilização de um FMEA para análise dos aspectos e impactos ambientais. Algumas características marcantes que estão sempre presentes na realização e gestão das FMEA's são:

- **Prevenção:** as FMEA's constituem ferramentas essencialmente preventivas, na medida que adiantam ou definem eventuais problemas que podem ocorrer com o produto e/ou processo sob questão.
- **Indução:** as FMEA's constituem ferramentas indutivas na medida em que partem de falhas potenciais de partes ou componentes do processo e/ou do produto em questão de modo a definir a manifestação desta falha como problema específico.
- **Melhoria Contínua:** a aplicação continuada das FMEA's permitem uma evolução permanente, uma vez que dados de campo ou de projetos anteriores são utilizados como dados de entrada para a realização e manutenção das FMEA's.

O Índice de Risco Ambiental será o produto da gravidade, ocorrência e detecção do impacto ambiental em análise. Este índice é a base da execução de qualquer FMEA e será aplicado na planilha de análise dos aspectos e impactos ambientais indicada na Tabela 1.

A **gravidade** do impacto ambiental é extraída da Tabela 2 que define as diretrizes de classificação em função de índices de gravidade.

Tabela 2: Diretrizes para classificar o índice de gravidade

Gravidade do Impacto	Grau
Difícilmente será visível. Muito baixa para ocasionar um impacto no meio ambiente.	1-2
Não-Conformidade com a política da empresa. Impacto baixo sobre o meio ambiente.	3-4
Não-Conformidade com os requisitos legais e normativos e possível prejuízo para a reputação da empresa. Prejuízo moderado ao meio ambiente.	5-6
A saúde das pessoas que vivem ao redor da área pode ser ameaçada. Sério prejuízo ao meio ambiente.	7-8
Põe em perigo a vida das pessoas ao redor da área. Há sérios riscos ao meio ambiente.	9-10

A **ocorrência** do impacto ambiental é extraída da Tabela 3 que define as diretrizes de classificação em função de índices de ocorrência.

Tabela 3: Diretrizes para classificação da ocorrência da condição

Ocorrência da Condição	Probabilidade	Escala
Remota: É altamente improvável que ocorra.	1 em 1.000.000 a 1 em 20.000	1-2
Baixo: Ocorre em casos isolados, mas as probabilidades são baixas.	1 em 20.000 a 1 em 2.000	3-4
Moderado: Tem probabilidade razoável de ocorrer (com possível início e paralisação).	1 em 2.000 a 1 em 80	5-6
Alta: Ocorre com regularidade e/ou durante um período razoável de tempo.	1 em 80 a 1 em 8	7-8
Muito Alta: Inevitavelmente, irá ocorrer durante longos períodos típicos p/ condições operacionais.	Mais ou menos 1 em 2	9-10

Essa escala está relacionada ao tempo em que a condição estiver presente ou a possibilidade que esta ocorra.

Finalmente é identificado o índice de **detecção** do impacto ambiental através da Tabela 4.

Tabela 4: Diretrizes para classificação da detecção

Deteção	Escala
Os controles atuais certamente irão detectar, quase de imediato, o impacto. A reação será instantânea.	1-2
Há alta probabilidade de que o impacto seja detectado logo após a sua ocorrência, sendo possível uma rápida reação.	3-4
Há uma probabilidade moderada de que o impacto seja detectado num período razoável de tempo e/ou leve algum tempo para reagir.	5-6
É improvável que o impacto seja detectado ou levará um período razoável de tempo antes que uma ação possa ser tomada e os resultados sejam vistos.	7-8
O impacto não será detectado em nenhum período razoável de tempo.	9-10

Embora a meta seja evitar problemas, detectar rapidamente um impacto ambiental e encontrar a solução certamente resultará numa minimização das conseqüências.

Aplicando os índices de detecção, ocorrência e gravidade na Tabela 1 (Classificação dos Aspectos e Impactos Ambientais) e efetuando a multiplicação destes itens, será obtido o Índice de Risco Ambiental – IRA de cada aspecto da empresa, conforme indicado na Tabela 5. Conseqüentemente, serão identificados os aspectos ambientais mais significativos.

Tabela 5: Classificação dos Aspectos e Impactos Ambientais

Atividade	Aspecto	Impacto	Gravidade	Ocorrência	Deteção	IRA
Montagem	Fabrição do Compressor	Consumo de Energia Elétrica	2	9	9	162
Desumidificação	Aquecimento do Compressor	Consumo de Energia Elétrica	2	9	9	162
Pintura	Emissão de VOC's	Poluição Atmosférica/ Risco Explosão	9	9	9	729
Pintura	Borra de tinta	Geração de Resíduos Sólidos Classe I	7	8	8	448
Pintura	Capas de Borracha	Geração de Resíduos Sólidos Classe II	5	8	5	200
Pintura	Consumo de Tinta	Consumo de Recursos Naturais	5	9	5	225
Pintura	Secagem	Consumo de Energia Elétrica	2	9	9	162

A decisão de considerar um aspecto ambiental significativo, depende do estabelecimento prévio de regras. A empresa pode definir, por exemplo, que todo aspecto que apresentar um índice IRA superior a 500 necessitará de ações corretivas emergenciais.

Desta forma é possível traçar um plano de ação no sentido de minimizar os impactos ambientais mais significativos da empresa.

4.2.4 Elaboração da Lista de Verificação da Atividade Priorizada

Neste estágio da implantação do SGA, já é conhecida a situação da empresa quanto aos aspectos de suas atividades no meio ambiente.

Também já foram identificadas as atividades que devem ser priorizadas quanto ao melhoramento do desempenho ambiental.

É importante então, definir um responsável para cada aspecto significativo da empresa. Este responsável deve identificar alternativas que possibilitem a melhora do desempenho ambiental deste processo sob sua responsabilidade.

A metodologia utilizada para identificação de processos alternativos é a de elaboração de uma lista de verificação. Esta lista de verificação é um meio utilizado para estruturar a análise de opções do processo através do correlação do processo implantado e de outras tecnologias existentes.

Segundo essa metodologia, entre os itens que podem ser incluídos na lista de verificação estão:

- Possibilidade de minimizar o número de passos do processo;
- Possibilidade de minimizar os riscos de acidentes e incidentes;
- Possibilidade de minimizar o consumo de matéria-prima e energia;
- Possibilidade de reduzir a geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos;

- Possibilidade de reduzir o custo operacional do processo;
- Possibilidade de otimizar o uso de recursos naturais;
- Possibilidade de substituir ou reduzir o uso de substâncias contaminantes do meio ambiente;
- Possibilidade de disposição de resíduos e as tecnologias disponíveis para seu tratamento;

A lista de verificação de cada projeto é definida em uma reunião na qual a equipe responsável pelo aspecto priorizado faz a seleção dos itens que devem ser considerados nesta análise.

Uma análise de decisão⁴ (AD) define a melhor opção entre as tecnologias disponíveis para o atendimento dos requisitos da lista de verificação. Esta etapa deve ser amplamente discutida antes de se passar para a etapa de implantação das mudanças no processo produtivo. Fogarty, Blackstone e Hoffmann (1991) recomendam as seguintes etapas para avaliar, comparar e selecionar a melhor alternativa:

- Definir as alternativas tecnológicas disponíveis;
- Identificar os requisitos de comparação a serem utilizados na seleção da melhor opção tecnológica;
- Atribuir pesos para os diferentes requisitos de comparação;
- Avaliar cada alternativa tecnológica atribuindo scores aos requisitos de comparação;
- Definir a pontuação de cada alternativa através da multiplicação dos pesos e scores;
- Somar o total das pontuações de cada alternativa tecnológica;
- Selecionar a melhor alternativa tecnológica em função da pontuação alcançada.

⁴ Análise de Decisão: é uma ferramenta de auxílio a tomada de decisões que consiste em avaliar diferentes propostas através da distribuição de pontuação aos requisitos obrigatórios e desejáveis das soluções de um determinado problema.

4.2.5 Implantação das mudanças no Processo Produtivo

Uma vez que a equipe de prevenção da contaminação selecionou o projeto a ser implantado, deve ser obtida a aprovação da alta administração.

O coordenador do projeto deverá apresentar para a gerência, os detalhes do projeto com as justificativas e resultados que serão obtidos com a implantação das mudanças no processo/produto.

Aprovado o projeto, se dá início a implantação das mudanças destinadas a minimizar o impacto ambiental desta atividade. Esta implantação deve utilizar os conceitos gerais de gerenciamento, com definição de responsabilidades e prazos a serem cumpridos.

Este gerenciamento deve utilizar ferramentas como cronogramas, planilhas de ação e relatórios de acompanhamento junto de reuniões com a equipe envolvida na implantação do projeto. O responsável deve planejar e controlar o projeto e o desenvolvimento do produto e/ou serviço. Planos de projeto e desenvolvimento devem incluir ou referenciar os seguintes pontos:

- a) Estágios do processo de projeto e desenvolvimento (concepção⁵, conversão⁶ e execução⁷);
- b) Análises críticas necessárias e atividades de verificação e validação;
- c) Responsabilidade pelas atividades de projeto e desenvolvimento.

Interfaces entre diferentes grupos envolvidos no projeto e desenvolvimento devem ser gerenciados para garantir a efetiva comunicação e clareza de responsabilidades. Os planos e a documentação associados devem:

⁵ Fase concepção: análise de diferentes propostas de fornecimento de uma determinada solução;

⁶ Fase conversão: definição da proposta de fornecimento e detalhamento do projeto;

⁷ Fase Execução: implantação da solução.

- a) Estar disponíveis ao pessoal que necessita de tais informações para a realização do seu trabalho;
- b) Ser criticamente analisados e atualizados a medida que o projeto e o desenvolvimento evoluem.

Entradas de Projeto e Desenvolvimento

Os requisitos a serem atendidos pelo produto e/ou serviço devem estar definidos e registrados.

Estes devem incluir os requisitos identificados junto aos clientes ou ao mercado, requisitos legais ou regulatórios aplicáveis, requisitos provenientes de projetos anteriores similares e quaisquer outros requisitos essenciais para o projeto e desenvolvimento.

Saídas de Projeto e Desenvolvimento

As saídas do processo de projeto e desenvolvimento devem ser registradas de forma que possam ser verificados contra os requisitos de entrada. A saída do projeto e desenvolvimento deve:

- a) Atender os requisitos de entrada do projeto e desenvolvimento;
- b) Conter ou fazer referência a critérios de aceitação do projeto e desenvolvimento;
- c) Identificar aquelas características do projeto que são essenciais para o funcionamento apropriado e seguro, bem como a aplicação do produto e/ou serviço.

Os documentos de saída do projeto e desenvolvimento devem ser analisados criticamente antes de sua liberação.

Análise Crítica de Projeto e Desenvolvimento

Em estágios adequados do processo de projeto e desenvolvimento devem ser conduzidas análises críticas formais e sistemáticas dos resultados do processo de modo a garantir a conformidade com os dados de entrada. Os resultados das análises críticas de projeto e subsequentes ações de acompanhamento devem estar registrados.

4.2.6 Avaliação do Projeto Implantado

Implantado o projeto destinado a diminuição de contaminação da atividade priorizada pela empresa, deve-se fazer uma avaliação dos resultados obtidos.

Como a priorização do projeto é feita baseada num valor medido (índice IRA), é possível fazer uma correlação da situação ambiental anterior e posterior a implementação das mudanças. Portanto, a forma para medir os resultados do novo processo será quantitativa.

a) Como Medir os Avanços da Prevenção da Contaminação

A EPA⁸ define a prevenção de contaminação como:

“É o uso de materiais, processos e métodos que reduzam ou eliminam a criação de contaminantes ou dejetos na fonte que os origina. Esta inclui os métodos que reduzem o uso de materiais perigosos, de energia, água e outros recursos, assim como os métodos que protegem os recursos naturais, seja mediante a sua prevenção ou utilizando-os de maneira mais eficiente.” (U.S. EPA. 1991).

Freeman (1998), defende a idéia de que uma definição mais ampla do avanço da prevenção da contaminação inclui qualquer ação encaminhada a prevenir a contaminação.

⁸ EPA – Environmental Protection Agency

Ao medir os avanços é possível avaliar os êxitos ou fracassos do SGA. Esta medição ajudará a aumentar a credibilidade nos programas futuros além de demonstrar os resultados obtidos com a implantação do novo projeto.

Medição, monitoramento e avaliação constituem atividades essenciais de um sistema de gestão ambiental, pois demonstram o caminho da organização em relação ao seu SGA definido.

Cada organização deve determinar quais medições se adaptam melhor as suas necessidades para avaliar se as metas e objetivos foram alcançados.

Para Freeman (1998), os critérios para determinar o que se deve medir são:

Metas - ao definir as metas deve-se tomar o cuidado de assegurar a possibilidade de medição ou de reconhecimento através de indicadores para determinar se foi alcançado a meta.

Opções de medição - a definição do que deve-se medir dependerá dos objetivos do programa assim como os requisitos estatais e federais e deverá ser ajustado com muito cuidado as metas do programa ao projeto. As medições podem ser necessárias para avaliar a eficiência de um projeto ou programa. Estas podem ser detalhadas ou baseadas em estimativas, dependendo da magnitude exigida pelo projeto.

Disponibilidade de dados - Antes de definir a técnica de medição, o organização deve estudar os requisitos necessários para aplicação da mesma. Na medida do possível, deve-se utilizar informações disponíveis ou de fácil obtenção.

Exatidão dos dados - os resultados da medição devem ser um indicador real dos avanços afim de confrontar os dados obtidos com o atingimento de metas.

São exemplos de indicadores de desempenho ambiental:

- Quantidade de matéria-prima aplicada por produtos;
- Eficiência do consumo de recursos naturais (água, energia, etc);
- Níveis de emissões atmosféricas da empresa;
- Quantidade de resíduos gerados por produtos;
- Números de incidentes ambientais;
- Investimentos em proteção ambiental;
- Volume de efluentes tratados por processo.

É importante considerar que as vezes não é possível mostrar o avanço geral de uma planta, mas somente um objetivo específico do programa como a redução de VOC's emitidas no processo de pintura dos compressores citado anteriormente.

Na avaliação da prevenção da contaminação é possível optar-se por medidas descritivas ou quantitativas.

Medidas descritivas - indicam a qualidade de prevenção da contaminação e se foi alcançado algum avanço, mas não quantificam o grau de avanço em termos de efeito sobre o meio ambiente. Neste sistema de medidas é possível, por exemplo, avaliar a quantidade de projetos destinados a prevenção da contaminação, mas não é possível quantificar os resultados destes projetos.

Medidas quantitativas - são o meio mais eficaz para medir os avanços ambientais pois é possível medir a quantidade de contaminação gerada em determinado processo. Este método é aplicado pelas grandes empresas que contém um sistema de informação baseada num balanço de massa com monitoramento das entradas e saídas dos seus processos.

A escolha do tipo de medição depende do projeto em questão, mas deve-se utilizar sempre que possível as medidas quantitativas para monitorar o projeto.

b) Tipos de Medidas Quantitativas

Na definição do tipo de medida a ser utilizada deve-se tomar o cuidado de considerar as características como volume de produção em relação a quantidade de resíduos gerados e o seu respectivo grau de risco. (Freeman, 1998)

Esta quantidade pode ser difícil de medir e também pode ser mal interpretada caso seja uma análise prévia do tipo de resposta que se deseja. Abaixo, estão listadas algumas alternativas de medição dos avanços na prevenção da contaminação:

1. Mudanças Reais

Esta medida é o meio mais direto para avaliar a redução da produção de resíduos. É realizada através da diferença entre a quantidade de resíduo gerado num determinado ano e a do ano anterior.

$$\text{Medida} = \text{resíduos do ano (n)} - \text{resíduos do ano (n-1)}$$

A vantagem desta medida é relacionada a simplicidade de aplicação e ao pequeno volume de informações necessárias.

A desvantagem desta medida é que não considera os fatores como volume de produção e graus de risco do resíduo gerado.

2. Mudanças com a Produção Normalizada

Esta medida é similar a medida de mudanças reais acrescentada da informação de volume de produção. Pode ser medida da seguinte forma:

Índice de produção =

$$\text{Produção ano n} / \text{produção ano (n - 1)}$$

Índice de desempenho do processo =

$$\text{resíduos ano } n - (\text{resíduo ano } (n - 1) \times \text{índice de produção})$$

A vantagem desta medida é função da eliminação dos efeitos resultantes da variação do volume de produção.

Esta medida também não observa o grau de risco do resíduo gerado e assume uma relação linear entre a geração de resíduos e o volume de produção. Isto nem sempre é verdade, pois no caso de um acidente com um derramamento, por exemplo, será verificada uma variação na quantidade de resíduos, independente do volume de produção.

3. Grau de Risco

Esta é a forma de medida sugerida por este trabalho para avaliar os resultados de minimização da quantidade de resíduos. Deve ser realizada através da revisão do índice IRA da planilha de aspectos e impactos ambientais da empresa.

O ideal seria que todos os tipos de medições de desempenho ambiental considerassem o grau de risco nas suas determinações. Desta forma, é possível avaliar a quantidade de resíduo deixado de ser produzido com uma identificação quantitativa e qualitativa.

Com a aplicação desta metodologia de medição a empresa não escolhe apenas os projetos que proporcionam os maiores volumes de redução de geração de resíduos, mas procura priorizar também as melhorias nos processos de geração de resíduos mais perigosos.

Algumas empresas, como a Polaroid Corporation, consideram o grau de risco como forma de avaliação dos resíduos gerados em seus processos através de categorias de risco ao meio ambiente e à saúde. Ou seja, consideram a gravidade do resíduo gerado.

A medida de grau de risco considerada neste trabalho avalia, além da gravidade, a ocorrência e a detecção da geração de resíduos.

c) Confiabilidade das Medidas

Diante da importância dos dados para as atividades de gerenciamento de processos e tomadas de decisões, é fácil perceber que é fundamental que as medições realizadas para a coleta de dados sejam confiáveis com o objetivo de garantir que as ações a serem tomadas sejam realmente adequadas.

Werkama (1998) acredita que a avaliação da capacidade dos sistemas de medição utilizados pela empresa é um importante estudo que deve ser parte integrante de gerenciamento de processos.

O item 4.11 da norma ISO 9001 trata do controle de equipamento de inspeção, medição e ensaios. A ISO 14001 também trata no item 4.5.1 sobre este controle.

A norma ISO 10012-1 contém requisitos de garantia de qualidade para uma empresa assegurar que as medições sejam realizadas com a exatidão pretendida e também a orientação quanto a implementação destes requisitos. Esta norma ISO 10012-1 estabelece que ao efetuar medições e ao relatar e fazer uso dos resultados, as empresas devem levar em conta todos as incertezas significativas identificadas no processo de medição incluindo as incertezas atribuíveis ao equipamento de medição, aos procedimentos pessoais e ao ambiente.

d) Verificação do Projeto

A verificação do projeto e desenvolvimento deve ser planejada e feita para garantir que a saída do projeto atende aos requisitos de entrada. Deve incluir atividades como:

- a) Comparação do novo projeto com um projeto similar comprovado;
- b) Realizações de ensaios e demonstrações;

- c) Execução de métodos alternativos de análises;
- d) Análise crítica de documentos no estágio do projeto antes da liberação .

Isto feito, será possível fazer a validação do projeto e desenvolvimento a fim de confirmar que o produto resultante é capaz de atender as necessidades dos clientes e/ou usuários sob condições especificadas. Sempre que possível recomenda-se que a validação seja definida, planejada e completada antes da expedição ou implementação do produto e/ou serviço.

Validações parciais das saídas do projeto e desenvolvimento podem ser necessárias para fornecer confiança na sua adequação e subsequente uso. Tais validações parciais podem utilizar métodos como:

- a) Análise crítica envolvendo partes interessadas;
- b) Estudo de modelagem e simulação;
- c) Produção em escala piloto ou construção de protótipos que contenham as principais características dos produtos e/ou serviços.

4.2.7 Gerenciamento de Processo – Estabelecimento da Rotina

A partir da confirmação dos resultados pré-definidos na concepção do projeto de melhoria do desempenho ambiental, através de avaliações realizadas com a identificação do desempenho ambiental do processo implantado por meio de medições, é possível implantar o gerenciamento do processo e estabelecer a rotina.

O objetivo desta etapa na implantação de um SGA é o de garantir a previsibilidade dos resultados a contribuir para a competitividade da empresa através do cumprimento das metas padrão e de melhoria.

O controle de processos (Gerenciamento da Rotina) é apresentado por Ishikawa (1989) e Campos (1994) num método denominado PDCA (Plan, Do, Check e Action) conforme figura 8.

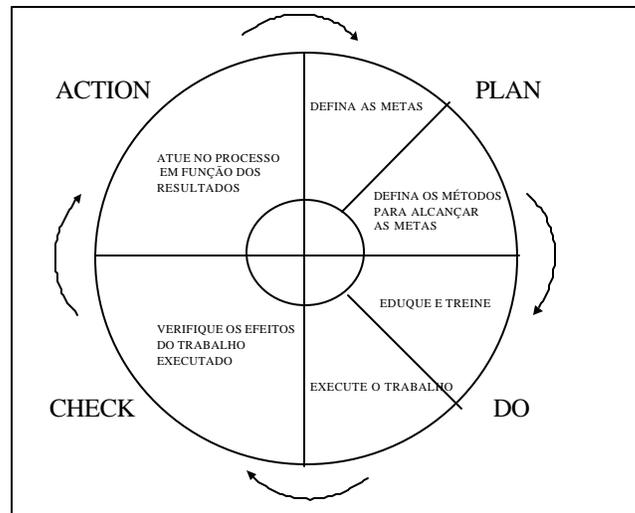


Figura 8 - Ciclo PDCA

O gerenciamento da rotina é composto pelo gerenciamento para manter e pelo gerenciamento para melhorar. Estes dois tipos de gerenciamento são definidos na figura 9.

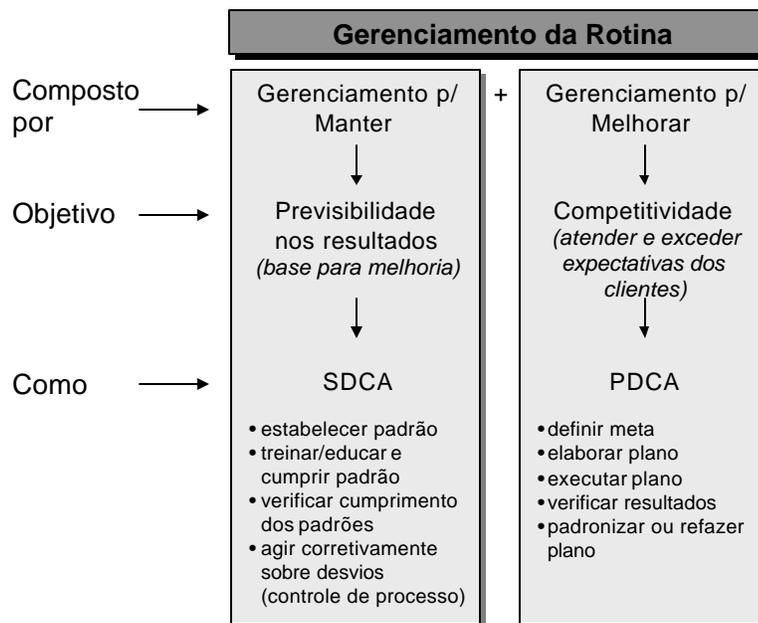


Figura 9 – Gerenciamento da Rotina

Gerenciamento para manter (SDCA)

O gerenciamento para manter é baseado na definição e atendimento de uma meta padrão sobre resultados que já são normalmente alcançados e os quais deseja-se manter.

A meta padrão representa a faixa de valores desejados para o item de controle de interesse do processo, devendo ser mantida no trabalho do dia- a dia.

Esta meta padrão é alcançada por meio de operações padronizadas. Isto significa dizer que para se atingir uma meta padrão é necessário que se tenha procedimentos operacionais que assegurem a repetibilidade do processo ao longo do tempo.

No SGA proposto neste trabalho, o SDCA será implantado com a definição de parâmetros operacionais para os processos. Estes parâmetros estarão documentados mediante POP's existentes em cada etapa operacional.

É necessário também, definir as responsabilidades e efetuar o treinamento dos envolvidos na rotina, para assegurar que a variabilidade dos processos garanta os índices mínimos de desempenho ambiental.

A figura 10 resume todas as etapas do SDCA.

- Etapa S (Standard) o procedimento operacional padrão (POP) estabelece o método de trabalho que deve ser executado para atingir as metas padrão estabelecidas.
- Etapa D (DO), nesta etapa os operadores devem executar suas tarefas conforme a POP.
- Etapa C (Check) é a etapa da verificação onde é feito um acompanhamento das metas ou seja consiste em avaliar se a meta padrão foi ou não alcançada.

- Etapa A (Action) nesta fase são tomadas as ações corretivas para manter o processo dentro dos limites de controle desejáveis.

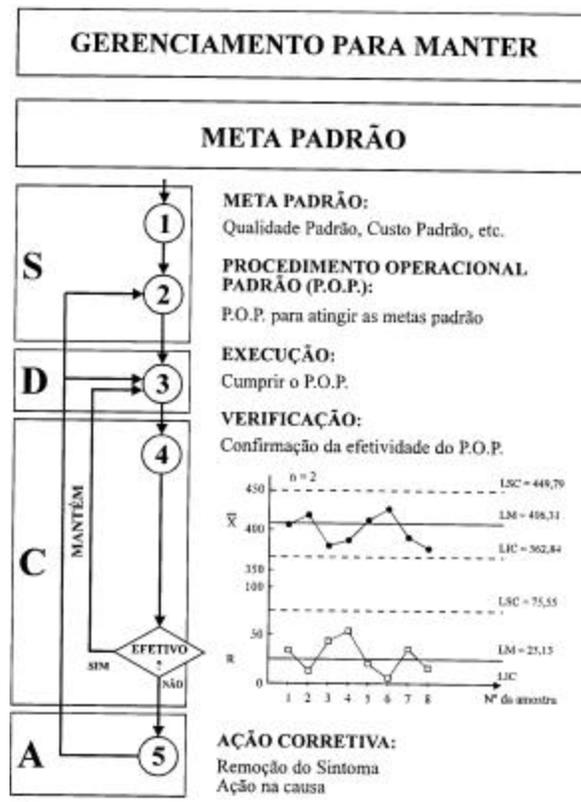


Figura 10 – Controle para Manter (Campos, 1994)

As ações corretivas no gerenciamento para manter (SDCA) são ações operacionais, isto é, devem ser tomadas pelos operadores que controlam diariamente o resultado do processo. Neste momento é fundamental que os padrões operacionais sejam rigorosamente cumpridos a fim de corrigir estas causas especiais.

É importante ressaltar que todo processo está sujeito ao princípio da variabilidade e portanto sempre existirão causas comuns de variabilidade nos resultados do processo. Quando ocorrem mudanças no processo que extrapolam esta variabilidade natural, tem-se uma causa especial.

A manutenção do processo para eliminação das causas especiais dependerá somente do atendimento as especificações. Desta forma, um processo

que produz produtos não defeituosos é aquele cuja variabilidade está mantida dentro de valores adequados.

Gerenciamento para Melhorar (PDCA)

Caso seja necessário reduzir a variabilidade do processo através da atuação nas causas comuns (variabilidade natural do processo), será necessário utilizar o ciclo PDCA.

O PDCA será destinado a melhorias do sistema de gestão ambiental (SGA), e deve atender as seguintes etapas de gerenciamento:

a) Elaborar Plano Anual da UGB⁹

- Estabelecer as metas/projetos de melhoria baseado nas informações obtidas com a tabela de priorização dos impactos potenciais (Tabela 5);
- Estabelecer as metas/projetos de melhoria baseado nos conhecimentos dos responsáveis de cada processo;
- Estabelecer as metas/projetos de melhoria baseado na análise de anomalias crônicas identificadas durante a execução da operação no SDCA.

b) Montar uma tabela do plano anual da UGB

- Estabelecer itens de verificação para os projetos;
- Priorizar projetos através da correlação com metas da UGB;
- Definir responsáveis pelos projetos;
- Colocar prazos de conclusão dos projetos;
- Exigir planos (5W-1H);
- Detalhar o orçamento anual.

⁹ UGB – Unidade Gerencial Básica: é a denominação dos diferentes unidades que compõem um processo fabril.

c) Acompanhar Resultados/Planos de Ação

- Analisar os resultados dos itens de controle;
- Reunião de acompanhamento dos projetos (avaliar implementação dos planos, resultados intermediários, tomar ações de correção).

d) Praticar o BENCHMARKING

Tipos de Benchmarking:

- Benchmarking de Performance (Benchmark): é a comparação apenas do desempenho entre dois processos sem comparar os processos propriamente ditos. O benchmarking de performance é muito útil para auxiliar no estabelecimento de metas desafiadoras.
- Benchmarking de Processo é a comparação entre dois processos, a fim de identificar o que um processo tem de melhor que possa ser transferido para o outro. Existem os seguintes tipos de Benchmarking de processos:
 - Benchmarking interno: Comparação entre processos da mesma empresa
 - Benchmarking competitivo: comparação entre processos de empresas concorrentes.
 - Benchmarking não competitivo: comparação entre processos similares de empresas que atuam em negócios distintos.

Como realizar o Benchmarking:

- Identificar o valor “benchmark” para cada um dos itens de controle da UGB.
- Conhecer o processo de referência e avaliar as diferenças.
- Elaborar plano de ação para implementação dos pontos de destaque, do processo referência.
- Acompanhar a implementação dos planos e os resultados alcançados.

4.3 Comentários Finais

A validação da metodologia proposta neste capítulo necessita de uma aplicação prática na indústria. Desta forma, no próximo capítulo tem-se a aplicação do modelo para implantação de um SGA em uma empresa do setor Metal Mecânico no estado de SC.

CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO NUMA EMPRESA METAL MECÂNICA

Neste capítulo é feito um estudo de caso com a análise dos impactos ambientais do processo de produção dos compressores herméticos de uma empresa do setor metal mecânico catarinense, junto de uma proposição de alterações no processo produtivo que visam otimizar o desempenho ambiental da organização e reduzir os custos de seus processos.

5.1 A Empresa Pesquisada no Setor Metal Mecânico Catarinense

A empresa pesquisada é de capital aberto e atua no setor metal mecânico, especificamente no segmento de máquinas e equipamentos.

Ocupa a segunda posição no ranking mundial do setor, com 20% do mercado. No Brasil, a participação da empresa representa aproximadamente 65% do volume total. Somando os mercados nacionais e internacionais, já são mais de 150 milhões de compressores vendidos.

No que se refere a pesquisa, desenvolvimento e qualidade, a empresa investe até 3,5% do seu faturamento. São projetos destinados a busca de maior eficiência energética, menor nível de ruído e maior desempenho de qualidade.

Entre os principais projetos está o desenvolvimento de compressores adaptáveis para o uso com gases inofensivos à camada de ozônio, em substituição ao clorofluorcarbono (CFC12). Cinco anos após a assinatura do protocolo de Montreal, os primeiros compressores com gases alternativos chegavam ao mercado e logo a produção se regularizava. Atualmente, a maior parte da produção de compressores são de produtos adequados ao uso de refrigerantes como o hidrofluorcarbono (R134a) e isobutano (HC600a).

As questões ambientais já eram tidas como importantes na década de 70, com a preocupação de tratar os resíduos gerados no processo produtivo. Passo a passo, hoje a empresa segue caminhando com muita segurança para a obtenção da certificação ISO 14000.

A empresa tem uma participação efetiva na comunidade com parcerias nas áreas de educação, saúde e cultura. Uma importante atividade desenvolvida pela empresa é um prêmio de ecologia destinado a valorização do meio ambiente através de uma campanha educativa que envolve estudantes e professores de Joinville.

A primeira estação de tratamento de efluentes da empresa foi construída em 1977, quando as primeiras peças começaram a ser fabricadas internamente.

Uma segunda estação de tratamento de efluentes foi construída em 1980, em função do aumento da geração de efluentes.

Em 1991, foi construída a estação de tratamento de efluentes que está em operação atualmente, constituída de um processo físico-químico automatizado.

Em 1997, foi construída a estação de tratamento de efluentes domésticos responsável por todo o tratamento doméstico da empresa (banheiros e refeitórios).

A empresa ainda conta com um sistema de destinação dos resíduos gerados nos seus processos produtivos, em conformidade com os requisitos especificados pelos órgãos reguladores.

Uma variedade de treinamentos relacionados a saúde e segurança são realizados na empresa por uma equipe técnica responsável. Esta mesma equipe desenvolve ações de melhoria e monitoramento do desempenho das atividades relacionadas a segurança do trabalho. Existe uma comissão de prevenção de acidentes (CIPA) que conta com representantes eleitos pelos funcionários.

5.2 Processo Produtivo da Empresa

O planejamento de produção é executado conforme os pedidos em carteira provenientes do setor de vendas. Neste momento origina-se um documento denominado ordem de fabricação que será executado utilizando os conceitos JIT de produção.

Em função das características do produto, existem muitos processos produtivos distintos que são denominados “Unidades Gerenciais Básicas”. A figura 11 representa o processo produtivo dos compressores herméticos.

A descrição sucinta dos processos é a seguinte:

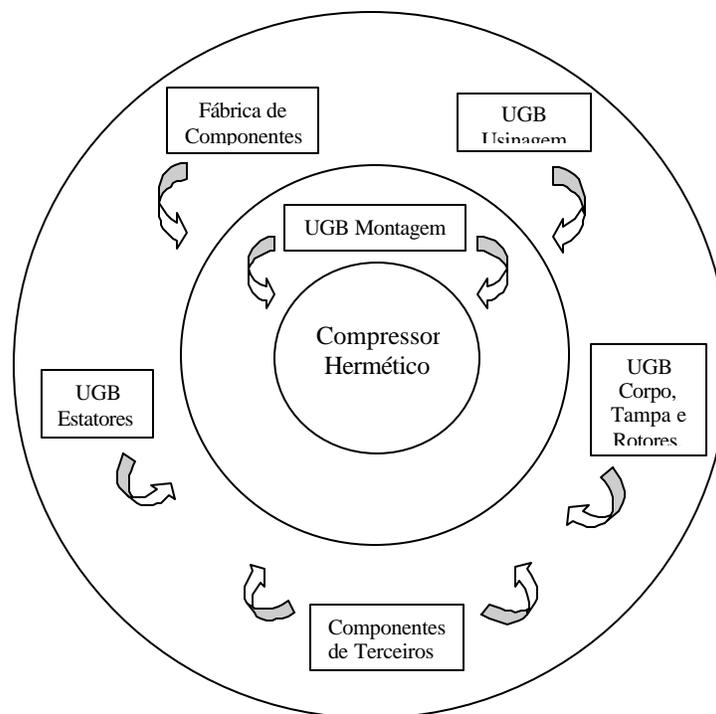


Figura 11 – Fabricação do Compressor Hermético

UGB Estatores - neste setor é produzido o motor elétrico do compressor hermético.

UGB Rotores - neste setor é produzido o rotor, que tem a função de fornecer a rotação utilizada pra movimentação do kit mecânico de compressão do gas refrigerante. Também é produzida a tampa do cilindro de bloco.

UGB Corpo e tampa - neste setor é produzido a carcaça do compressor (corpo e tampa).

UGB Usinagem - neste setor são produzidos os componentes usinados do compressor (eixo, pistão, bloco, bielas, bucha e placa válvula).

Fábrica de componentes - neste setor são produzidos todas as tuberias existentes no compressor, além da fundição dos componentes de ferro fundido e da estampagem das lâminas do estator e rotor.

Componentes de Terceiros - todos os demais componentes do compressor são fornecidos por terceiros e administrados por um setor denominado gestão de materiais.

UGB Montagem - todos os componentes são direcionados para este setor, onde acontece toda a montagem do compressor hermético.

Expedição - neste setor é feita a embalagem final dos compressores.

5.3 Sistema de Gestão Ambiental no Processo Produtivo da Empresa

5.3.1 Apoio da alta administração

Já existe um sistema de gestão implantado nesta empresa, ao qual o sistema de gestão ambiental será incorporado. A figura 12 demonstra todas as etapas existentes neste sistema.

Todas as entradas deste sistema tomam como referência as informações dos clientes obtidas pelo setor de marketing da empresa. A necessidade de implantar um sistema de gestão ambiental é um exemplo disto. Em função das características de exportação da empresa e dos requisitos dos clientes de uma forma em geral, identificou-se a necessidade de implantar um SGA na organização.

Esta necessidade transformou-se numa diretriz da alta administração da empresa que foi desdobrada em atividades a fim de implementar e incorporar este sistema ao gerenciamento da rotina da empresa.

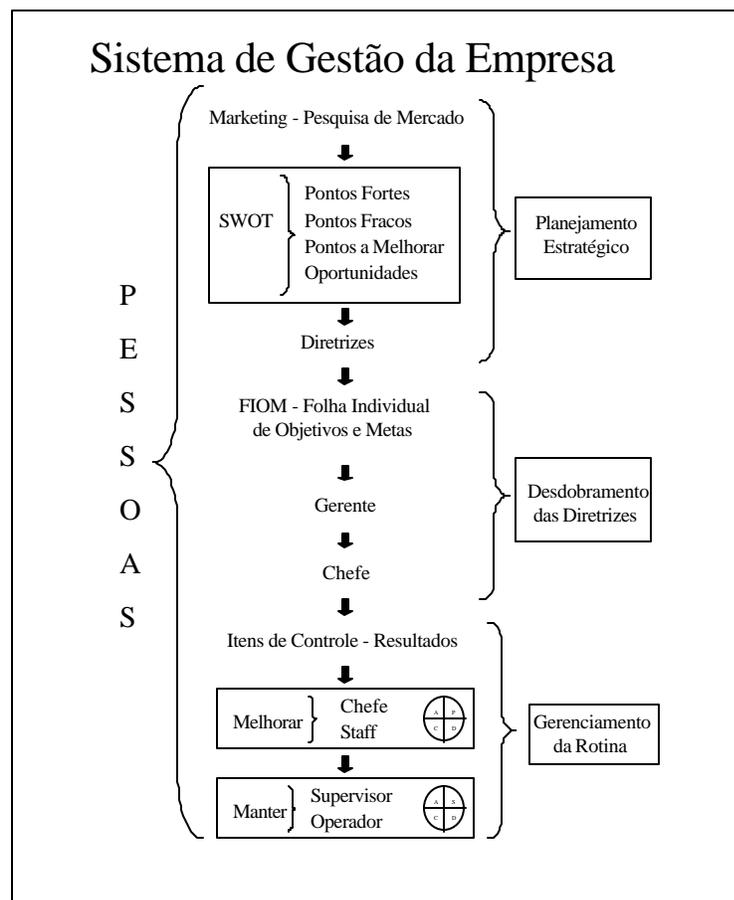


Figura 12 – Sistema de Gestão da Empresa

5.3.2 Criação de um setor de meio ambiente na empresa

A diretoria e a gerência da empresa designaram um coordenador para a implantação do sistema de gestão ambiental. Este coordenador criou uma equipe para auxiliar na implantação deste projeto. Toda a equipe recebeu um treinamento quanto a implantação do sistema de gestão ambiental.

A primeira atividade deste grupo foi a definição de um cronograma contendo todas as etapas necessárias a implantação do SGA. Este documento é apresentado de forma condensada, na tabela 6. Junto de cada atividade é indicado o respectivo item recomendado pela ISO 14001.

Tabela 6: Etapas de Implantação do SGA na Empresa

Levantar Aspectos e Impactos Ambientais	4.3.3 – Objetivos e Metas
Elaborar / Aprovar Norma – Identificação de Aspectos e Caracterização de Impactos Ambientais	4.3.1 – Aspectos Ambientais
Alocação de Recursos Geral	4.4.1 – Programa de Gestão Ambiental
Definir relação de futuros auditores e especialistas do SGA	4.5.4– Auditoria de gestão ambiental
Revisar / Aprovar Norma – Matriz de Autoridade e Responsabilidade	4.4.1 – Estrutura e Responsabilidade
Elaborar / Aprovar Norma – Identificação da Legislação Ambiental e outros requisitos	4.3.2 – Requisitos legais e outros requisitos
Revisar / Aprovar Norma – Sistema de Gerenciamento de Projeto de Engenharia	4.3.4 – Programa de Gestão Ambiental
Revisar / Aprovar Norma – Diretrizes para o Sistema de Padronização	4.4.5 – Controle de Documentos
Revisar procedimento de Integração de Novos Colaboradores	4.4.2 – Treinamento, conscientização e competência
Revisar /Aprovar Política da Gestão da Organização	4.2 – Política Ambiental
Definir representante da Alta Administração	4.4.1 – Programa de Gestão Ambiental
Revisar / Aprovar Norma – Manutenção- Procedimentos	4.4.6 – Controle Operacional
Revisar / Aprovar – Norma – Aquisição, Controle Físico, Identificação, Certificação e Manut. Meios Contr.	4.5.1 – Monitoramento e Medição
Revisar / Aprovar Norma – Auditoria Interna da Qualidade	4.5.4 – Auditoria de gestão ambiental
Revisar / Aprovar Norma – Controle de Registros da Qualidade	4.5.3 – Registros

Consensar Planilhas de Aspectos e Impactos Ambientais entre as Áreas	4.3.3 – Objetivos e Metas
Levantar Legislação e outros requisitos pertinente à Empresa	4.3.3 – Objetivos e Metas
Consensar significancias	4.3.3 – Objetivos e Metas
Levantar Diretrizes Ambientais e Balanço econômico (Ganhos x Investimentos)	4.3.3 – Objetivos e Metas
Revisar / Aprovar Norma – Procedimento Operacional (POP)	4.4.6 – Controle Operacional
Coordenar as revisões das Matrizes de Responsabilidade	4.4.1 – Estrutura e Responsabilidade
Elaborar Norma – Atender situações Ambientais Emergenciais (periodicidade e simulações)	4.4.7 – Preparação e atendimento a emergências
Aprovar Diretrizes Ambientais dentro da Gestão Embraco	4.3.3 – Objetivos e Metas
Revisar / Aprovar Norma- Diretrizes e Sistemáticas para Programas de Treinamento	4.4.2 – Treinamento, conscientização e competência
Revisar / Aprovar – Manual de Certificação de Mão-de-Obra	4.4.2 – Treinamento, conscientização e competência
Revisar / Aprovar Norma – Política de Qualidade de Fornecedores	4.4.6 – Controle operacional
Incluir Meios de Controle Ambientais no Cronograma de Calibração – Metrologia	4.5.1 – Monitoramento e Medição
Coordenar a conscientização de colaboradores em SGA	4.4.2 – Treinamento, conscientização e competência
Levantar os Processos Ambientais a serem padronizados	4.4.6 – Controle Operacional
Elaborar / Aprovar Norma – Comunicação Interna e Externa	4.4.3 – Comunicação
Revisar / Aprovar Norma – Tomada de Ações Corretivas / Preventivas	4.5.2 – Não-conformidade e ações corretivas e preventivas
Revisar/ Aprovar o Manual da Qualidade	4.4.4 – Documentação do Sistema de Gestão Ambiental
Coordenar a elaboração dos Planos de Ação – Diretrizes	4.3.4 – Programa de Gestão Ambiental
Coordenar a Padronização dos processos (POP)	4.4.6 – Controle Operacional
Qualificar Auditores SGA	4.5.4 – Auditoria de gestão ambiental
Coordenar Treinamento de colaboradores em Padrões operacionais	4.4.2 – Treinamento, conscientização e competência
Estruturar Sistema de Auditoria	4.5.4 – Auditoria de Gestão Ambiental
Coordenar a Certificação de Mão-de-Obra Colaboradores em SGA e Padrões operacionais Ambientais	4.4.2 – Treinamento, conscientização e competência
Realizar Auditoria Interna	4.5.4 – Auditoria de gestão ambiental
Realizar Auditoria Inicial – BVQI	Auditoria BVQI
Realizar análise crítica do SGA	4.6 – Análise crítica pela administração
Realizar Auditoria de Certificação – BVQI	Auditoria BVQI

5.3.3 Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais da Empresa

Uma das principais etapas da implantação do SGA, consiste em conhecer as características ambientais da empresa. Isto foi realizado através do mapeamento de todos os processos, resultando na identificação dos aspectos e impactos ambientais de cada atividade.

Esta atividade foi coordenada pela equipe do SGA que identificou com auxílio de representantes de cada processo, a “fotografia” da empresa relacionada ao meio ambiente.

O volume de informações geradas nesta etapa foi muito grande e não será apresentado neste trabalho, objetivando resguardar o sigilo solicitado pela empresa. Entretanto, é possível afirmar que a execução desta atividade segue o modelo fornecido no exemplo do capítulo 4, tendo como produto uma tabela similar a tabela 1.

5.3.4 Priorização do plano de Ação Baseado no Impacto Ambiental da Atividade

A priorização das atividades voltadas a melhorar o desempenho ambiental da organização foi baseada na significância dos impactos ambientais da empresa.

Todos os impactos foram analisados e pontuados quanto a sua significância. Os maiores índices foram estratificados e desdobrados em atividades. Cada atividade recebeu um coordenador que é o responsável por minimizar o impacto ambiental desta atividade.

A planilha com a significância de todos os impactos ambientais da organização é uma ferramenta utilizada como item de controle do sistema de gestão ambiental e também como input para o gerenciamento da rotina. Existem revisões periódicas deste documento a fim de atualizar e monitorar o desempenho ambiental da empresa.

Uma atividade priorizada em função da sua significância foi o processo de pintura do compressor hermético. A seqüência deste trabalho será baseada na apresentação desta atividade.

De fato existem grandes impactos ambientais provenientes deste processo produtivo na empresa. Existem oportunidades quanto a diminuição de emissões atmosféricas, diminuição de riscos de explosão, aumento da produtividade da matéria-prima e otimização do uso dos recursos energéticos. No próximo item será desenvolvido uma análise frente as tecnologias disponíveis para minimização destes impactos ambientais.

5.3.5 Elaboração da Lista de Verificação do Processo de Pintura

Conforme indicado anteriormente, a lista de verificação permite estruturar uma análise de diferentes opções de processos, através da correlação do processo existente e de outras tecnologias.

O processo de pintura dos compressores herméticos foi analisado por uma equipe técnica que definiu a seguinte lista de verificação:

1. É possível minimizar o consumo de energia elétrica em relação as tecnologias atuais?
2. É possível minimizar o lançamento de solventes orgânicos para atmosfera?
3. É possível otimizar o processo de pintura reduzindo o consumo de matéria-prima (quantidade de tinta por compressor) e assegurar a qualidade do produto reduzindo a geração de resíduos?
4. Foi avaliada a possibilidade de disposição de resíduos e as tecnologias disponíveis para o seu tratamento.
5. É possível minimizar os riscos ambientais desta operação?

1- Consumo de energia elétrica:

A operação de fabricação dos compressores herméticos é representada na Figura 13.

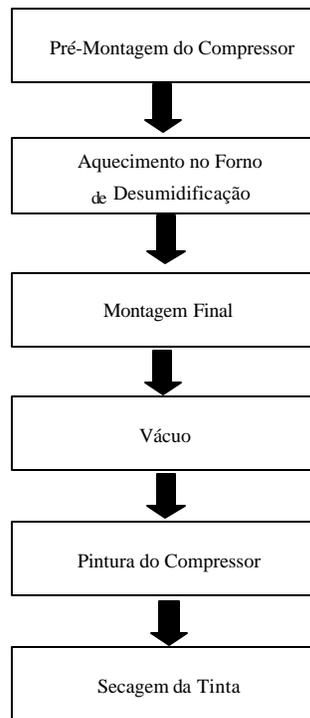


Figura 13 – Etapas de Montagem do Compressor Hermético

Durante a fabricação dos compressores existem duas operações de aquecimento do compressor:

- Aquecimento do forno de desumidificação (para posterior realização do vácuo);
- Secagem da tinta (para reticulação da resina da pintura).

Desta forma existe uma demanda equivalente a 1.189.440 Kw/mês de energia elétrica no processo de fabricação dos compressores.

Uma série de experimentos considerou um rearranjo no processo produtivo conforme demonstrado no fluxo produtivo da figura 14.

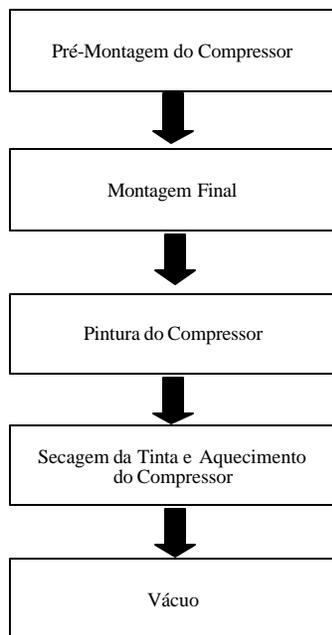


Figura 14 – Revisão das Etapas de Fabricação do Compressor Hermético

Como resultado obteve-se a redução de uma operação de aquecimento do compressor, com o atendimento de todos os requisitos de qualidade exigidos pelo produto. Isto representa uma redução no consumo de energia elétrica de 637.440 Kw/mês, ou 53% de economia em relação ao processo existente.

Em função das diferenças existentes nos equipamentos de pintura, esta alternativa somente pode ser viabilizada no sistema eletroforético. Os demais sistemas (base solvente e hidrossolúvel) exigiriam investimentos que inviabilizariam esta mudança no processo produtivo.

2- Emissão de Solventes Orgânicos:

O processo implantado na empresa (base solvente) consiste de uma operação de imersão do compressor hermético em um tanque de tinta com posterior “cura” da resina em uma estufa de secagem.

Este processo utiliza como veículo de distribuição da tinta no compressor dois solventes orgânicos (Xileno e Tolueno). Como estes dois solventes são

somente veículos, os mesmos evaporam na etapa de “cura” da tinta (estufa de secagem), resultando num lançamento de 22.000 litros/mês de VOC na atmosfera.

Os sistemas de pintura hidrossolúvel e eletroforético também necessitam da imersão do compressor num tanque de tinta com posterior reticulação da resina em estufa de secagem. Novamente é necessário um veículo para distribuição da tinta no compressor, mas agora existe uma mistura constituída de 95% de água e 5% de emulsionantes e solventes. Como a maior parte do solvente é água, existe uma redução significativa de emissões de VOC's na atmosfera.

3- Consumo de Matérias-Primas:

A tecnologia utilizada nos sistemas de pintura base solvente e hidrossolúvel consiste na aderência mecânica da tinta (ancoragem) em um substrato metálico (carcaça do compressor hermético).

Pelo efeito da gravidade, existe um escorrimento da tinta após a imersão do compressor no tanque de pintura, resultando numa irregularidade da camada de tinta aplicada.

Assim sendo, a distribuição da tinta no compressor apresenta uma camada bastante irregular com excesso de tinta nas partes inferiores da peça e uma camada mínima nas partes superiores para assegurar a resistência a corrosão.

Isto representa um grande desperdício de matéria-prima (tinta). Para garantir uma camada mínima de 20 microns nas partes superiores, é necessário aplicar uma camada de 40 microns nas partes inferiores do compressor.

Em função da tinta apresentar somente uma aderência mecânica no substrato metálico (compressor hermético) não é possível realizar nenhuma operação de remoção do excesso da tinta sem prejudicar a qualidade da pintura da peça.

Como existe uma camada de tinta maior, há também um aumento no consumo do veículo (solvente) e conseqüentemente uma maior emissão de VOC na atmosfera.

A tecnologia utilizada no sistema de pintura eletroforética é muito mais eficiente. A pintura também acontece por imersão, mas a aderência da tinta é eletrostática.

Basicamente, a eletroforese ocorre quando mergulha-se um objeto metálico em um banho de tinta diluída em água através da qual se faz passar uma corrente elétrica, onde a peça é conectada a um pólo sendo o outro eletrodos colocados nas paredes laterais do tanque de tinta.

Quatro fenômenos ocorrem durante a pintura:

- a) Eletrólise - é o fenômeno da reação de óxi-redução com separação de íons (hidrogênio e oxigênio) em solução sob a influência da aplicação de uma diferença de potencial.
- b) Eletroforese - é o fenômeno de migração das partículas de pigmento, envolvida pela respectiva resina e demais componentes da tinta, em direção a peça a ser pintada, quando a mesma é submetida a uma diferença de voltagem elétrica.
- c) Eletrocoagulação - basicamente, o que ocorre neste fenômeno é a aproximação do macroíon ao pólo contrário a sua carga, onde há uma troca de carga elétrica, provocando adesão da partícula ao substrato, formando assim um filme de tinta insolúvel em meio aquoso.
- d) Eletrosmose - é o fenômeno da eliminação dos eletrólitos contidos no veículo da tinta aplicado, ou seja, o material eletrodepositado perde quase toda a água, tornando-se hidrófobo.

No fim desse tempo de eletrodeposição, a peça é retirada do tanque, sendo que a mesma carrega consigo uma parte de tinta aderida mecanicamente. Esta tinta deverá ser removida por um processo de lavagem que não afetará o filme eletrodepositado, pois este é totalmente insolúvel neste estágio e aderente ao

substrato. O sistema de lavagem funciona num circuito fechado, possibilitando o aproveitamento de praticamente 100 % da tinta.

Considerando que a camada de tinta aplicada nesta operação é de 18 microns e que este processo permite controlar com precisão a espessura da camada, conclui-se que é obtido uma redução considerável de tinta por peça pintada e que portanto há uma grande redução no consumo de matéria-prima neste processo relativamente ao processo de base solvente, que apresenta uma camada de tinta irregular, variando entre 20 – 40 microns.

Quanto aos aspectos de qualidade da peça observou-se uma resistência de 150 h de salt-spray¹⁰ nos processos de imersão base solvente e hidrossolúvel contra 240 h de salt-spray no processo eletroforético. A aderência da tinta ao substrato metálico (compressor hermético) também é maior no sistema eletroforético justamente pelo fato de haver uma deposição elétrica da tinta na peça com uma disposição muito mais efetiva em toda superfície do compressor.

4- Disposição e Tecnologias de Tratamento de Resíduos:

A tabela 7 indica uma correlação entre as três opções analisadas neste trabalho quanto a geração de resíduos e as tecnologias disponíveis para seu tratamento.

Observa-se uma semelhança na geração de resíduos do sistema base solvente e hidrossolúvel quanto a geração de resíduos sólidos. Entretanto, a emissão de VOC's no sistema hidrossolúvel representa um impacto ambiental muito menor, pois o solvente utilizado na tinta é a água.

O sistema eletroforético gera aproximadamente 1m³/hora de efluentes líquidos que são tratados numa estação físico/química seguido de um tratamento biológico. Embora exista a geração de resíduos, os processos de remediação

¹⁰ Salt Spray- é um teste que avalia o número de horas que um corpo de prova resiste, sem oxidar, num ambiente agressivo (presença de uma névoa salina).

implantados garantem uma segurança ambiental para esta operação. Isto implica num custo inexistente nas tecnologias de base solvente e hidrossolúvel.

O sistema eletroforético viabiliza a utilização de capas de silicone no isolamento do compressor durante a operação da pintura. As capas de silicone apresentam uma vida útil 4 vezes maior do que as capas de borracha nitrílica. Este processo não é viável nos sistemas base solvente e hidrossolúvel, em função do acúmulo de tinta nas capas de isolamento após a pintura do compressor.

Tabela 7: Processos de Pintura e Geração de Resíduos

Resíduo	Sistema Base Solvente	Sistema Hidrossolúvel	Sistema Eletroforético
Gotejamento após a pintura.	Sem retorno para o processo de pintura e com geração de aproximadamente 550 Kg/mês de resíduos sólidos perigosos.	Sem retorno para o processo de pintura e com geração de aproximadamente 550 Kg/mês de resíduos sólidos perigosos.	Com retorno para o processo de pintura e sem geração de resíduos.
Limpeza dos Tanques de Pintura.	Gera aproximadamente 1733 Kg de resíduo sólido perigoso a cada três meses.	Gera aproximadamente 1700 Kg de resíduo sólido perigoso a cada três meses.	É previsto uma limpeza por ano que gera aproximadamente 1000 Kg de resíduo sólido perigoso.
Operação do Equipamento de Pintura	Alta emissão de VOC's. Não gera efluentes líquidos.	Baixa emissão de VOC's. Não gera efluentes líquidos.	Baixa emissão de VOC's. Gera 1 m ³ /hora de efluentes que são tratados em uma estação de tratamento de efluentes.
Rejeição de capas de isolamento (borracha).	Gera 60.000 capas por mês de borracha nitrílica coberta de tinta. Estas capas são direcionadas para um aterro.	Gera 60.000 capas por mês de borracha nitrílica coberta de tinta. Estas capas são direcionadas para um aterro.	Gera 15.000 capas por mês de silicone sem tinta. Estas capas são direcionadas para um aterro.

Observa-se que nenhuma das três alternativas está isenta da geração de resíduos, mas a opção do sistema eletroforético certamente representa uma

redução significativa da quantidade total de resíduos gerados no processo de pintura do compressor hermético.

5- Riscos Ambientais da Operação:

O sistema de imersão base solvente representa o maior risco de explosões na fábrica, em função das características inflamáveis dos solventes. Os operadores necessitam de máscara de segurança durante as operações de manutenção do processo para prevenir a exposição aos fumos dos solventes.

O solvente dos sistemas hidrossolúvel e eletroforético é constituído de 95% de água e não é necessário utilizar máscaras de segurança durante a manutenção do processo. Também é eliminado o maior risco de incêndio e explosão da fábrica.

5.3.6 Análise das Tecnologias Disponíveis:

Durante a etapa de definição do tipo de tecnologia a ser utilizada no processo de pintura dos compressores herméticos foram analisadas três alternativas:

- Sistema de imersão base solvente (já existente);
- Sistema de imersão hidrossolúvel (base água);
- Sistema de imersão eletroforética.

A definição do melhor sistema de pintura dos compressores foi baseada numa análise de decisão que considerou os seguintes avaliações:

- Impactos Ambientais;
- Aspectos de Qualidade;
- Análise Económica.

As tabelas 8 e 9 demonstram esta análise.

Tabela 8: Aspectos Ambientais e de Qualidade

Requisito	Peso	Sistema Base Solvente	Score	Total	Sistema Hidrossolúvel	Score	Total	Sistema Eletroforético	Score	Total
Aspectos Ambientais										
Emissões de VOC's	10	Alta	30	300	Baixa	80	800	Baixa	80	800
Geração de Resíduos	8	13.532 Kg/ano 60.000 capas/mês	40	320	13.400 Kg/ano 60.000 capas/mês	40	320	6.300 Kg/ano 15.300 capas/mês	80	640
Consumo de Energia	10	1.189.440 Kw/mês	50	500	1.189.440 Kw/mês	50	500	552.000 Kw/mês	100	1000
Riscos Ambientais	8	Risco de Explosão	50	400	Sem risco	100	800	Sem risco	100	800
Produtividade da matéria-prima	10	$9.45 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ por compressor	60	600	$9.45 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ por compressor	60	600	$4.86 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ por compressor	100	1000
Total				2120			3020			4240
Aspectos Qualidade										
Resistência ao Salt Spray	9	150 horas	70	630	150 horas	70	630	240 horas	100	900
Aderência da Tinta	8	Boa	70	560	Boa	70	560	Ótima	100	800
Total				1190			1190			1700
TOTAL				3310			4210			5940

A análise consistiu em atribuir notas de 0 a 100 aos três processos comparativamente. O sistema eletroforético apresentou a maior pontuação nos requisitos ambientais e de qualidade para pintura dos compressores herméticos.

Na seqüência foi realizada uma análise econômica que considerou:

- Investimentos na implantação/manutenção do processo de pintura;
- Volume de produção;
- Custo operacional;
- Custo anual do processo;
- Retorno Financeiro;
- Retorno Econômico.

Toda a análise econômica foi baseada na implantação do sistema eletroforético em função da pontuação alcançada anteriormente. A tabela 9 demonstra este estudo.

Tabela 9: Aspectos Econômicos

	Sistema Base Solvente (Atual)	Sistema Hidrossolúvel	Sistema Eletroforético
Investimento	US\$ 1.040.000,00	US\$ 690.000,00	US\$ 2.600.000,00
Depreciação (10 anos)	-	-	US\$ 260.000,00
Produção Anual	8.000.000 compressores	8.000.000 compressores	8.000.000 compressores
Custo Operacional	US\$ 0.19/compressor	US\$ 0.24/compressor	US\$ 0.096/compressor
Custo Anual	US\$ 1.520.000,00	US\$ 1.920.000,00	US\$ 768.000,00
Lucro Antes do IR (diferença do custo anual em relação ao processo atual)	-	Não existe lucro. Há um aumento equivalente a US\$400.000,00.	US\$ 752.000,00
Imposto de Renda (33%)	-	-	US\$ 248.160,00
Lucro Depois do IR	-	-	US\$ 503.840,00
Retorno Financeiro US\$ 2.600.000 / (US\$260.000,00 + Lucro Depois do IR)	-	-	3,40 anos
Retorno Econômico Lucro depois do IR (x anos) / Investimento	-	-	19,38 % ao ano

O investimento de US\$ 2.600.000,00 representa uma melhoria significativa do desempenho ambiental do processo de pintura, uma melhora do desempenho de qualidade, um retorno financeiro de 3,4 anos e um retorno econômico de 19,38% ao ano para a empresa, sem contar o capital intelectual adquirido do investimento no mestrado.

O sistema hidrossolúvel apresenta uma melhora do desempenho ambiental em relação ao sistema atual (base solvente) mas é inviabilizado pela inexistência de um retorno financeiro/econômico.

De qualquer forma, o sistema eletroforético supera todos os resultados obtidos pelo sistema hidrossolúvel.

Em função desta análise a alta administração da empresa aprovou o projeto de conversão do processo de pintura para o sistema eletroforético.

5.3.7 Implantação de Mudanças no Processo Produtivo:

O projeto de conversão da pintura para o sistema eletroforético foi dividido em três etapas:

- Fase Concepção;
- Fase Conversão;
- Fase Execução.

Na fase concepção foi feita uma análise dos potenciais fornecedores do equipamento de pintura. Foram avaliados 05 fornecedores em relação aos seguintes itens:

- Características da Oferta (oferta pré-venda, investimento);
- Características do Fornecedor (assistência técnica, garantias, referências, etc...);
- Custo Operacional;
- Características do Equipamento (tamanho, material, etc).

Foi realizada uma análise de decisão e definido quem seria o fornecedor deste novo processo.

Na fase conversão ocorreu todo o detalhamento do projeto e adequação aos requisitos da empresa. Esta fase exigiu muitas reuniões até a aprovação final do projeto e detalhamento do cronograma de fabricação e implantação do equipamento de pintura eletroforética.

A fase execução ainda está em andamento. A primeira etapa consistiu na fabricação do equipamento de pintura e foi concluída após a realização do Try-Out do equipamento no fornecedor.

Atualmente está acontecendo a montagem deste equipamento. Esta é a fase final que estará concluída após realização do Try-Out na empresa, seguido da avaliação do projeto e estabelecimento do gerenciamento da rotina.

Durante o Try-Out na empresa e avaliação do projeto implantado será realizada uma análise de conformidade entre os dados de entrada e os resultados de saída do projeto.

Em síntese, serão analisados o desempenho ambiental, o desempenho de qualidade e o desempenho financeiros do projeto, além do atendimento de todos os demais requisitos do processo, como:

- Atendimento dos volumes de produção;
- Questões de saúde e segurança;
- Estabilidade do processo;
- Aspectos de manutenção do processo.

5.3.8 Avaliação do Projeto Implantado:

Após atingir a estabilidade no novo processo de pintura (sistema eletroforético) será realizado uma coleta de dados seguido de uma reavaliação do índice de risco ambiental (IRA), a fim de validar e incentivar a manutenção de todo o sistema de gestão ambiental.

5.3.9 Estabelecimento da Rotina:

Este novo processo de pintura será padronizado mediante a implantação de padrões operacionais (POP's). Serão definidos os procedimentos e os itens de controle. Finalmente será realizado o treinamento de todos os operadores envolvidos neste novo processo, quanto a manutenção da rotina de fábrica.

A metodologia de gerenciamento ambiental aplicada neste capítulo mostrou-se bastante efetiva, embora o projeto considerado ainda não esteja

completamente implantado. É expressiva a minimização da geração de resíduos e do consumo de recursos naturais observados com a aplicação desta metodologia. É possível observar que a aplicação do modelo proposto resulta na melhoria do desempenho ambiental dos processos e identifica as etapas futuras destinadas a dar continuidade ao melhoramento contínuo da organização.

5.4 Comentários Finais

Embora a atividade ainda não esteja concluída, os resultados observados com a aplicação deste modelo de gerenciamento ambiental em uma indústria, confirmam a validade deste trabalho.

Os itens utilizados na análise de decisão para selecionar o processo eletroforético como solução para os problemas identificados na análise dos aspectos e impactos ambientais estão sendo verificados e os resultados parciais estão confirmando as melhorias sugeridas para este sistema de pintura.

6 CONCLUSÃO

6.1 Conclusões

A implantação do modelo de gerenciamento ambiental numa empresa metal mecânica catarinense foi fundamental para a análise da efetividade do modelo proposto, pois comprovou que é possível reduzir os impactos ambientais e ao mesmo tempo reduzir os custos dos processos produtivos.

Todo modelo foi estruturado baseado no referencial teórico apresentado nos capítulos 2 e 3, que apresentaram soluções técnicas e gerenciais disponíveis para as organizações.

No capítulo 3 foram identificados os pontos fortes e fracos de outros modelos de gestão ambiental. A análise crítica destes modelos foi fundamental para a definição da proposta de gerenciamento ambiental apresentada neste trabalho.

A identificação dos aspectos ambientais mais significativos da empresa, através da análise da gravidade, ocorrência e detecção do impacto ambiental, permitiu direcionar os esforços da empresa, no que se refere a recursos, para as atividades mais prioritárias e de maior retorno econômico e ambiental.

A lista de verificação apresentou-se como uma ferramenta adequada para identificar alternativas que possibilitem a melhora do desempenho ambiental dos processos da empresa, quando conectada a uma análise de decisão que correlacione matematicamente diferentes opções tecnológicas.

A análise de decisão, que definiu a melhor solução para o problema estudado, foi baseada na análise dos aspectos ambientais e de qualidade das diferentes alternativas.

O estudo de viabilidade econômica concluiu a análise de decisão. Durante a aplicação do modelo proposto, pode-se observar que um SGA pode ser alto sustentável dentro de uma empresa, em função das economias observadas com a racionalização do uso de recursos naturais e destinação de resíduos. No caso da pintura eletroforética obteve-se um retorno financeiro de 3,4 anos para um investimento de US\$ 2.600.000,00.

A avaliação do projeto implantado e a implementação do gerenciamento da rotina, garantem a continuidade do desempenho ambiental obtido com a implantação das soluções no processo produtivo.

Os resultados esperados, indicados no capítulo 1 foram alcançados e obteve-se uma excelente melhora no processo de pintura dos compressores herméticos, após a aplicação do modelo proposto.

Considerando todas as limitações deste trabalho, em função da própria complexidade do tema, observa-se uma excelente oportunidade para melhoria do desempenho ambiental das empresas.

A empresa pesquisada apresenta uma grande preocupação com as questões ambientais e existe uma disseminação da necessidade estratégica de incluir os aspectos ambientais no sistema de qualidade da organização.

A necessidade de enfatizar a importância da qualidade, no seu conceito mais amplo, é fundamental no atual estágio de competição mundial. Assumindo que a poluição é o resultado da ineficiência na exploração, aplicação, transformação e uso de recursos para atender as necessidades do ser humano, é possível afirmar que existe uma grande relação entre a qualidade ambiental e o retorno de investimentos.

A partir do momento em que os clientes afirmam estar dispostos a pagar mais por produtos de qualidade, e do momento em que são identificadas as ineficiências dos processos produtivos, é possível validar estas opiniões.

Existem excelentes oportunidades relacionadas a produtividade das matérias-primas, utilização dos recursos energéticos, minimização da geração de resíduos e diminuição dos passivos ambientais das empresas. O desenvolvimento sustentável é um dos grandes catalisadores deste comportamento e o sistema de gestão ambiental é o mapa desta viagem.

6.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

Implantar a metodologia de otimização do desempenho ambiental na geração de resíduos de areia de fundição

Um outro aspecto ambiental significativo identificado com a implantação da metodologia proposta nesta dissertação, foi a geração de resíduos (areia) no processo de fundição do ferro. A abordagem deste aspecto, considerando as diretrizes apresentadas por Oliveira (1998), quanto a aplicações alternativas de areias de fundição, seria um excelente trabalho para temas futuros.

Estudo de impactos ambientais positivos

Todo trabalho desenvolvido nesta dissertação considerou apenas os impactos ambientais adversos. Conforme já discutido anteriormente, existem muitas oportunidades que poderiam ser estendidas a outras aplicações, caso fossem identificados os impactos ambientais positivos de uma atividade.

Aplicação da metodologia em diferentes segmentos da sociedade

Embora todo o conteúdo tenha sido direcionado para as indústrias, quando da aplicação desta metodologia, não pretende-se restringir o aproveitamento de parte desta proposta de gerenciamento em setores como: na agricultura e na área de serviços.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CAMPOS, Vicente Falconi. TQC - **Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**.

4. ed., Rio de Janeiro: Bloch Editores S.A., 1994.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia-a-dia**. 3.

ed. Rio de Janeiro: Bloch Editores S.A., 1994.

CASCIO, Joseph. **The ISO 14000 Handbook**. Virginia, 1996.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro Comum, 2a. ed., Rio de Janeiro, Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991, 430p.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992, Rio de Janeiro. **Agenda 21...** Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1996.

ERLICH, P and ERLICH, A . **The Population Explosion**. New York, 1990.

ERLICH, P.R. **Global Climate Change and Life on Earth**. London, 1991.

FATMA, **Legislação Ambiental Básica do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 1995.

FOGARTY, D. W. , BLACKSTONE, J. H. and HOFFMANN, T.R. **Production and Inventory Management**. 2^a ed., Cincinnati, p. 506-507, 1991.

FREEMAN, H. M. **Manual de Prevención de la Contaminación Industrial**. México: Mc-Graw Hill, 1998.

GERENCIAMENTO AMBIENTAL n. 01, São Paulo: Abril 1998, p 28-29.

- GUIMARÃES, Fausto. **O Brasil na Conferência de Estocolmo.** Ecologia & Desenvolvimento, Rio de Janeiro, v. 2, n. 15, maio, p. 39-41, 1992.
- HUNT, G. E. **Waste Reduction Techniques and Technologies.** New York: Mc-Graw Hill, p. 25-54, 1990.
- ISHIKAWA, K. **Introduction to Quality Control.** Tokio: 3 A Corporation, 1989.
- KIELY, Gerard. **Ingeniería Ambiental - Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión.** Madri: Mc-Graw Hill, 1999.
- MARGULIS, Sérgio. **Meio ambiente: Aspectos técnicos e econômicos,** 1a. ed., Rio de Janeiro, IPEA: Brasília, IPEA / PNUD, 1990, 246p.
- MELLO, José Carlos. **Meio Ambiente, educação e desenvolvimento.** Washington: Organização dos Estados Americanos, 1996. (Programa Regional de Desenvolvimento Educacional - REDE/OEA, Interamer nr. 60 - série educativa)
- MILLER, G. T. **Resource Conservation and Management.** Califórnia, 1990.
- NADLER, David., GERSTEIN, Marc S., SHAW, Robert B. **Arquitetura Organizacional: a chave para a mudança empresarial.** 1 edição. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994. 135p.
- NBR - ISO 14001. **Sistema de gestão ambiental - Especificação e diretrizes para uso.** Rio de Janeiro: ABNT, 1996
- OLIVEIRA, Therezinha Maria Novais de. **Eco Estratégia no Setor Metal-Mecânico da Escola Técnica Tupy.** Tese apresentada ao PPGEF-UFSC, Florianópolis - SC, p. 85-93, 1998.
- PAULI, Gunter. **Emissão Zero: A busca de novos paradigmas.** Porto Alegre: Edipucrs, p 39-149, 1996.

- SELIG, Paulo Maurício. **Gerência e avaliação do valor agregado empresarial**, Tese apresentada ao PPGEF-UFSC, Florianópolis - SC, 1993, p. 187-223.
- SILVEIRA, Geraldo Tadeu R. **Gestão ambiental de resíduos sólidos**. Saneamento Ambiental, p30-35, São Paulo, julho/agosto 1996.
- SOUZA, Maria Tereza Saraiva de. **Rumo à prática empresarial sustentável**. RAE, São Paulo, v. 4, n. 33, jul/ago, p. 40-50, 1993.
- STRONG, Maurício **O destino da terra está em nossas mãos**. Ecologia & Desenvolvimento, Rio de Janeiro, v. 2, n. 15, mai, p. 12-15, 1992.
- UNITED NATIONS UNIVERSITY. **UNU Agenda 21: advisory team report**. Tokyo, 1993. (*Programme on Environmentally Sustainable Development*)
- VALLE, Cyro Eyer do. **Como se preparar para as normas ISO 14000**. 2ª ed., São Paulo: Pioneira, 1996.
- WERKEMA, Maria Cristina. **Curso 6 Sigmas (apostila)**. Belo Horizonte: Fundação de Desenvolvimento Gerencial, 1998.
- WHIRPOOL - **Treinamento Ambiental**. São Paulo, v. 1 e v.2, setembro 1998

BIBLIOGRAFIA

A Questão Ambiental - O que todo empresário precisa saber. SEBRAE.

CAMPOS, Lucila Maria de S. **Um estudo para definição e identificação dos custos da qualidade ambiental**, Dissertação apresentada ao PPGEF - UFSC, Florianópolis - SC, 1996, 114p.

CARVALHO, Carlos Gomes de. **Introdução ao direito ambiental**, 1992

Economic Incentives. Options for Environmental Protection. EPA, march 1991.

Electro Coating Products. Ideal S. A., 1990.

Finding New Ways of Doing Business. How the State and EPA are working together to improve environmental protection. EPA, march 1991

FREITAS, Gilberto Passos e FREITAS, Vladimir Passos. ***Crimes Contra a Natureza***

Gestão Integrada do Meio Ambiente com Ênfase para a Identificação de Aspectos e Avaliação de Impactos. CESG, Julho 1997.

GILBERT, Michael J. ***ISO 14001/BS 7750 - Sistema de Gerenciamento Ambiental*** IMAM, 1996.

HARRINGTON, James. ***Aperfeiçoando Processos Empresariais.*** São Paulo: McGraw Hill, 1993.

JURAN, J. M. ***Juran Quality by Design: The New Steps for Planning Quality into Goods and Services.*** The Free Press, New York, 1992.

LEWIS, E. E. ***Introduction to Reliability Engineering.*** John Wiley and Sons, 1987.

MACHADO, Paulo Afonso Leme. ***Direito Ambiental Brasileiro.***

NBR-ISO 9001 – ***Sistemas da qualidade – Modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados.*** Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

NBR-ISO 14004 - ***Sistema de Gestão Ambiental - Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio.*** Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

O'CONNOR, Patrick. D. T. ***Practical Reliability Engineering.*** John Wiley and Sons, 1985.

PAULI, Gunter. **Upsizing: Como gerar mais renda, criar mais postos de trabalho e eliminar a poluição.** Porto Alegre: L & PM Editores S/A, 1998.

REIS, Maurício J.L. **ISO 14000: gerenciamento ambiental - um novo desafio para a sua competitividade.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1995.

ROOBOL, Norman R. **Industrial Painting - Principles and Practices.** 2 ed. Cincinnati: Hanser Gardner Publications, 1997.

TCHOBANOGLOUS, George and BURTON, Franklin L. **Wastewater Engineering - treatment, disposal and reuse.** 3 ed. EUA: Mc-Graw Hill, 1991.

WERKEMA, Maria Cristina. **As ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos.** 4 ed. Belo Horizonte: FCO, 1995a.

WERKEMA, Maria Cristina. **Avaliação da Qualidade de Medidas.** 1 ed. Belo Horizonte: FCO, 1996.

Referência Bibliográfica e Resumo

WIEMES, Fabiano. **Uma proposta de sistema de gestão ambiental aplicada numa empresa metal mecânica catarinense.** Florianópolis, 1999. 106p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Luiz Gonzaga de Souza Fonseca
Defesa: 16/12/99

Metodologia de gestão ambiental, aplicada numa empresa metal mecânica catarinense, destinada a auxiliar no desenvolvimento do desempenho ambiental das organizações, utilizando as oportunidades econômicas como justificativas para tais investimentos. Preconiza o conhecimento do processo produtivo da empresa, frente as questões ambientais e correlaciona uma análise técnica e econômica de melhoria do desempenho dos processos produtivos.

Palavras-chave: Metal mecânica; Desempenho ambiental; Justificativas