

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**GERENCIAMENTO DE SUBPRODUTOS INDUSTRIAIS  
- CONSTRUÇÃO DA MATRIZ DE RESÍDUOS -**

**MARCELO CABEDA**

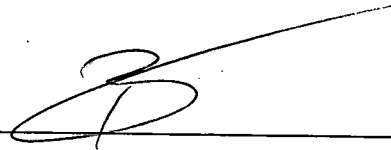
**Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do  
Grau de Mestre em Engenharia**

**FLORIANÓPOLIS, AGOSTO DE 1999**

**GERENCIAMENTO DE SUBPRODUTOS INDUSTRIAIS  
- CONSTRUÇÃO DA MATRIZ DE RESÍDUOS -**

**MARCELO CABEDA**

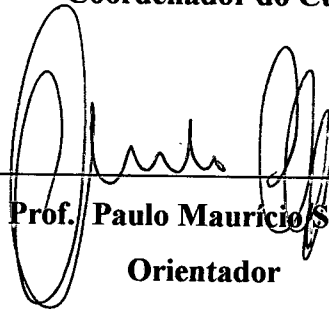
**Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação.**



**Prof. Ricardo Miranda Barcia, PhD**

**Coordenador do Curso**

**Banca Examinadora:**

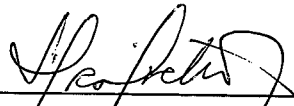


**Prof. Paulo Mauricio Selig, Dr.**

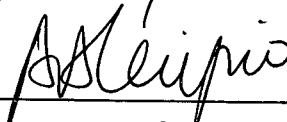
**Orientador**



**Profa. Sandra Sulamita Nahas Baasch, Dra.**



**Prof. Erwin Francisco Tochtrop, Dr.**



**Prof. Alexandre De Ávila Leripio, MSc.**

**Co-Orientador**

*“Não basta saber é preciso querer.  
Não basta querer é preciso fazer.”*

GOETHE

*Dedico este trabalho a minha esposa Maria Emília e aos meus colegas e amigos Marcio Moreti e Kyung Hyun Choi, sem os quais este trabalho estaria muito prejudicado.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que me auxiliaram nos diversos momentos da elaboração deste trabalho. Agradeço especialmente a:

- Airton José dos Santos
- Alexandre Lerípio
- Amir Bovenschulte
- André`a Camargo
- Arão de Matos Dias
- Clóvis Mateus Pereira
- Cristian Lísias Albuquerque Alvares
- Erwin F. Tochtrop Jr.
- Joe da Costa
- José AntonioValle Antunes Jr.
- José Lesina Cezar
- José C. Krause de Verney
- Katia Cabral
- Lauro Barcellos
- Luis Eduardo Saraiva Gonçalves
- Maria Helena Preiss
- Marlene Schirmer
- Mauro Creatine da Rocha
- Mônica Russomano
- Neiva A Gasparetto
- Nestor Beck

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os 3R's da Produção Ambientalmente Consciente.....	19
Figura 2 - Esquema Geral do Ciclo de Vida na Produção.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - As etapas da Metodologia ZERI.....	41
Tabela 2 - Risco de reação entre subprodutos estocados.....	72
Tabela 3 - Formas oficiais para definição de acondicionamento para transporte.....	80
Tabela 4 – Ficha técnica: cadastro de subproduto.....	93
Tabela 5 – Subprodutos industriais cadastrados.....	94
Tabela 6 – Relatório da geração de subprodutos: posição de um período (1/4).....	102
Tabela 7 - Relatório da geração de subprodutos: posição de um período (2/4).....	103
Tabela 8 - Relatório da geração de subprodutos: posição de um período (3/4).....	104
Tabela 9 - Relatório da geração de subprodutos: posição de um período (4/4)...	105
Tabela 10 – Relatório analítico da geração de um subproduto num período.....	109
Tabela 11 – Estatística dos lotes gerados ainda em depósito temporário.....	110

Tabela 12 – Estatística da geração de lotes por área num período determinado....	111
Tabela 13 – Estatística de crédito / débito do tratamento de lotes por área num período determinado.....	112
Tabela 14 – Estatística de crédito/débito do tratamento de lotes por produtos / processos num período determinado.....	113
Tabela 15 – Evolução do software gerencial de incineração de Taboão da Serra..	140

## LISTA DE SIGLAS

ABIQUIM – Associação Brasileira das Indústrias Químicas  
 ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
 ACV – Avaliação do Ciclo de Vida  
 BPCS - Business Planning and Control System  
 BS – British Standard  
 CCPA - Canadian Chemical Producers' Association  
 CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas  
 CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente  
 CT - Clean Technologies  
 DOE – Diário Oficial do Estado  
 DOU - Diário Oficial da União  
 DBW – Data Base Waste  
 ECM - Environmental Conscious Manufacturing  
 EMIS – Environmental Management Information System  
 EMS – Environmental Management System  
 EPA – Environmental Protection Agency  
 EQWin – Environmental Quality for Windows  
 ERP – Enterprise Requirements System  
 ETE – Estação de Tratamento de Efluentes  
 FIERGS – Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul

ISO – International Organization of Standardization  
JIT – Just in Time  
LI – Licença de Instalação de Projeto  
LO – Licença de Operação  
LP – Licença Provisória de Projeto  
MIS – Management Information System  
MRP - Material Resources Planning  
MRP II - Manufacturing Requirements Planning.  
NBR – Normas Brasileiras  
ONU – Organização das Nações Unidas  
OSHA - Occupational Safety & Health Administration  
PDCA - Plan, Do, Check, Action  
SAP - "Systemanalyse and Programmentwicklung". Hoje, com a internacionalização do SAP, mudou para "Systems, Applications, and Products in Data Processing"  
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
SGA – Sistema de Gestão Ambiental  
STP – Sistema Toyota de Produção  
TQM – Total Quality Management  
UNEP(PNUMA) – United Nations Environmental Program  
UNIDO – United Nations Industrial Development Organization  
UNU – Universidade das Nações Unidas  
WBCSD – World Business Council for Sustainable Development  
ZERI – Zero Emission Research Initiative



## RESUMO

Este estudo é concernente ao esforço de apresentar um método de gestão ambiental na indústria, para que se haja efetivamente na solução de problemas emergentes, oriundos da geração de resíduos nos respectivos processos produtivos que os geraram.

O objetivo geral deste trabalho é apresentar um sistema de controle do inventário de resíduos. Visa-se auxiliar os gerentes dos empreendimentos industriais, os órgãos controladores e a sociedade como um todo, disponibilizando uma sistemática para a organização dos resíduos de processos com controles de características específicas, quantificações e temporalidades, que favoreçam valorizá-los como novos insumos de produção. Este estudo focaliza o resíduo como uma possível reserva de matéria prima a ser reutilizada nos processos produtivos. Segue-se a legislação atual, as *Tecnologias Limpas* e os princípios da *Emissão Zero (ZERI)*, onde busca-se satisfazer necessidades econômicas em ações que reflitam, simultaneamente, redução de impactos ambientais e aumento nas possibilidades de emprego de mão-de-obra.

Neste trabalho apresenta-se o conjunto de propostas que originaram o sistema *DBW Expert 2.0*, especialmente desenvolvido para servir ao gerenciamento de resíduos e valorizá-los como subprodutos industriais. O método foi especificamente desenvolvido levando em consideração as necessidades de informações gerenciais para a gestão ambiental, adequada ao paradigma da *Eco-eficiência*.

## ABSTRACT

This study is concerned with a framework to assist the industry to effectively deal with problems arisen from waste generation and respective downstream processing. This study focus on waste as a valuable secondary feedstock stream according to current (environmental) legislation, cleaner production and zero emission principles.

The methodology used in this work is based on proposals put forward during the development of an expert system software DBW Expert 2.0. The proposals were specifically developed by taking into account (environmental) management systems for industrial waste.

This thesis overall objective is to provide an insight into environmental management issues related to production processes, in particular the management of industrial waste. The scope of this study is based on contextual issues proposed in methodologies, known requirements and management systems.

## SUMÁRIO

LISTAS DE FIGURAS, TABELAS E SIGLAS.....vi-viii	01
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>01</b>
1.1 ASPECTO GERAL.....	01
1.2 O PROBLEMA.....	02
1.3 JUSTIFICATIVAS.....	02
1.4 OBJETIVO GERAL.....	05
<b>1.4.1 Objetivos específicos.....</b>	<b>05</b>
1.5 DELIMITAÇÃO.....	06
1.6 ESTRUTURA.....	06
<b>2 METODOLOGIAS, TECNOLOGIAS E NORMAS DE REFERÊNCIA...</b>	<b>08</b>
2.1 PRODUÇÃO AMBIENTALMENTE CONSCIENTE.....	10
<b>2.1.1 Reduzir.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.2 Reutilizar.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.3 Reciclar.....</b>	<b>16</b>
2.2 ATUAÇÃO RESPONSÁVEL.....	20
2.3 NORMAS ISO SÉRIE 14000.....	23
<b>2.3.1 ISO 14001.....</b>	<b>25</b>

2.3.2 ISO 14004.....	28
2.3.3 ISO 14031.....	30
2.3.4 ISO 14040.....	31
2.3.5 ISO 14041.....	33
2.4 TECNOLOGIAS LIMPAS.....	35
2.5 A INICIATIVA PARA A PESQUISA EM EMISSÃO ZERO (ZERI) .....	38
2.6 GESTÃO DE SUBPRODUTOS À LUZ DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA	42
2.7 CONCLUSÃO	47
<b>3 FUNDAMENTOS DE UMA ORGANIZAÇÃO AMBIENTAL NA</b>	
<b>INDÚSTRIA.....</b>	<b>48</b>
3.1 PRINCÍPIOS BÁSICOS DO GERENCIAMENTO.....	49
3.1.1 Prevenir, minimizar, reciclar, dispor.....	49
3.1.2 A filosofia do gerenciamento ambiental na indústria.....	50
3.1.3 Registros.....	51
3.1.4 Depósito de subprodutos (resíduos) .....	51
3.1.5 Cuidados com os subprodutos.....	52
3.1.6 Alocação de receitas e de custos.....	52
3.2 REGISTROS GERENCIAIS.....	52
3.2.1 Registros especiais sobre os subprodutos (resíduos) .....	53
3.2.2 Cadastro de subprodutos.....	53
3.2.3 Manutenção das informações.....	54
3.2.4 Controle de lotes.....	54
3.2.5 Prazos de validade.....	54
3.3 PREVENÇÃO E MINIMIZAÇÃO.....	55
3.3.1 Novos processos.....	55

3.4 REPROCESSAMENTO E RECICLAGEM.....	55
3.4.1 Valorização de subprodutos.....	56
3.4.2 Viabilidade econômica.....	56
3.5 REUTILIZAÇÃO, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO- ASPECTOS GERAIS.....	57
3.5.1 A escolha do mais próximo.....	57
3.5.2 Acondicionamento.....	57
3.5.3 Atribuições.....	58
3.5.4 Incineração x aterro.....	58
3.5.5 Resíduos perigosos.....	58
3.5.6 Avarias em equipamentos.....	59
3.5.7 Cinzas e escórias.....	59
3.5.8 Lavagem de gases.....	59
3.6 ATERROS.....	59
3.6.1 Disposição final em aterros.....	60
3.7 RESPONSABILIDADES.....	60
3.7.1 Deveres do gerador.....	60
3.7.2 O gestor ambiental.....	61
3.7.3 Utilização de serviços de terceiros.....	62
3.7.4 O Gerente geral.....	62
3.7.5 Unidade corporativa de meio ambiente.....	63
3.8 EFLUENTES LÍQUIDOS, MONITORAMENTO E LICENÇAS.....	63
3.9 CONTROLES GERENCIAIS.....	65
3.10 PLANOS DE EMERGÊNCIA.....	66

<b>4 UM MÉTODO PARA O GERENCIAMENTO DE SUBPRODUTOS INDUSTRIAIS.....</b>	<b>67</b>
4.1 A GESTÃO DOS SUBPRODUTOS (RESÍDUOS) INDUSTRIAIS.....	67
4.2 ITENS DE CADASTRO DE SUBPRODUTOS.....	70
4.2.1 O código e a denominação.....	70
4.2.2 Grupos de incompatibilidade.....	70
4.2.3 Codificações legais.....	73
4.2.4 Outros requisitos da resolução CONAMA 06/88.....	73
4.2.5 O produto ou o processo gerador.....	74
4.2.6 Laudos técnicos.....	75
4.2.7 Aconselhamento.....	75
4.3 OS PRESTADORES DE SERVIÇO.....	76
4.4 OS CONTROLES.....	77
4.4.1 O controle de lotes.....	77
4.4.2 O controle de emissões e efluentes.....	78
4.5 INFORMAÇÕES PADRONIZADAS.....	79
4.5.1 Depósitos temporários.....	79
4.5.2 Acondicionamento para transporte.....	79
4.5.3 Produtos ou Processos Geradores.....	80
4.5.4 Áreas geradoras.....	81
4.5.5 Grupos de Subprodutos.....	81
4.6 ESTATÍSTICAS E RELATÓRIOS.....	82
4.6.1 Situação de lotes de um subproduto.....	82
4.6.2 Situação de subprodutos classificados de cada Área Geradora.....	83
4.6.3 Situação Custo/Crédito por Área.....	83
4.6.4 Situação Custo por Produto/Processo.....	84
4.6.5 Posição anual.....	84
4.6.6 Identidade do subproduto.....	84

4.6.7 Identificação do lote.....	85
4.6.8 Inventário de subprodutos.....	85
4.6.9 Transporte e tratamento de subprodutos.....	86
4.7 CONCLUSÃO.....	86
<b>5 O CASO COUREIRO CALÇADISTA: UMA APLICAÇÃO PRÁTICA...</b>	<b>88</b>
5.1 INTRODUÇÃO AO CASO.....	88
5.2 SUBPRODUTOS IDENTIFICADOS.....	91
5.3 ÁREAS GERADORAS.....	95
5.3.1 Usinagem.....	95
5.3.2 Matrizaria.....	96
5.3.3 Estamparia.....	96
5.3.4 Mini-Fábrica Zamac.....	97
5.3.5 Galvanoplastia.....	97
5.3.6 Posto Médico.....	98
5.3.7 Refeitório.....	98
5.4 PRESTADORES DE SERVIÇO.....	99
5.5 GERAÇÃO DE LOTES.....	100
5.6 ESTATÍSTICAS E RELATÓRIOS.....	106
5.6.1 Lotes x Situação de um Subproduto.....	106
5.6.2 Situação X Subprodutos Industriais.....	107
5.6.3 Geração por Área X Classe.....	107
5.6.4 Geração/Custo/Crédito por Área.....	107
5.6.5 Geração/Custo por Produto/Processo.....	108
5.7 CONCLUSÕES.....	114
<b>6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>115</b>
ANEXO A: UM MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DE TECNOLOGIAS LIMPAS.....	123
ANEXO B: REVISÃO DOS SOFTWARES DE GESTÃO AMBIENTAL.....	131
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	142

## INTRODUÇÃO

### 1.1 ASPECTO GERAL

No que concerne a gestão dos impactos ambientais causados por resíduos sólidos, emissões atmosféricas e efluentes líquidos dos processos produtivos, vive-se nos dias de hoje, passadas duas décadas do início das ações ambientais em nível global, o desafio de preservar o meio ambiente e de contribuir simultaneamente, com a lucratividade do empreendimento.

As técnicas fim-de-tubo (*end of pipe*) de tratar as saídas do processo, na maior parte das vezes, não controlam a poluição e nem contribuem ao necessário aumento de competitividade dos negócios. O rigor crescente das exigências de qualidade ambiental impostas pelos órgãos fiscalizadores além da opinião pública através de organizações não governamentais, tem levado as empresas a montarem sistemas de controle ambiental nesta linha tradicional, que efetivamente propiciaram melhorias de aspectos ambientais, mas que tendem a colocar o controle ambiental na contramão das agendas econômicas e produtivas da empresa.

As novas óticas, que pretende-se abordar ao longo do próximo capítulo, trazem a gestão dos impactos ambientais do processo produtivo, de forma mais adequada pois



inserem o aspecto ambiental no planejamento estratégico do negócio.

Em ROMM (1996) encontra-se que os conceitos da não geração de resíduos, da redução da quantidade gerada, da reutilização eram constantes na obra de Henry Ford, que já conhecia a hierarquia da produção limpa, onde em primeiro lugar deve-se evitar o desperdício e, em segundo, reutilizar os restos, o que consiste em descobrir o valor das sobras e evitar custos de recolhimento.

Nesta dissertação pretende-se centralizar o foco de atenção nas questões relativas a falta de controle gerencial, que permite o desperdício de material na forma de subprodutos reduzidos a lixo.

## 1.2 O PROBLEMA

Aborda-se neste estudo a carência de um método para a gestão de subprodutos industriais, que auxilie os gerentes dos empreendimentos produtivos, na condução de seus processos sob a ótica de valorizar os resíduos como novos insumos, da forma como exigem as legislações mais modernas e tal como ensinam as Tecnologias Limpas (CNTL-UNIDO) e a metodologia da Emissão Zero. (ZERI-UNU). Como?

- Como gerenciar o reaproveitamento das sobras do processo produtivo?
- Como fazê-lo de forma economicamente viável?

## 1.3 JUSTIFICATIVAS

No início do século XX, Frederick Wislow Taylor influenciou uma revolução de Qualidade e Produtividade no processo produtivo, com suas ações nas indústrias mecânicas

e metalúrgicas do norte dos Estados Unidos. Em sua obra “A Administração Científica” TAYLOR (1990) registrou:

*“Observamos o devastamento de nossas florestas, o desperdício de nossas forças hidráulicas, a erosão de nosso solo, arrastado para o mar pelas enxurradas e o próximo esgotamento de nossas jazidas de carvão e ferro. Mas, por menos visíveis e menos tangíveis, estimamos superficialmente os maiores desgastes que ocorrem todos os dias, em função do esforço humano e decorrentes de nossos atos errôneos, mal dirigidos ou ineficientes.”*

Contemporâneo à Taylor, Henry Ford, o fundador da corporação Ford, também considerou o combate ao desperdício como *o ponto essencial da sua obra*. Em FORD (1967) encontra-se a seguinte mensagem:

*“O fundo da minha idéia é, pois, que o desperdício de energia e a avidez do dinheiro impedem a boa produção. O desperdício é devido em grande parte a não se compreender o que se faz, ou à falta de cuidado no que se faz. E a avidez não passa de miopia. Tenho-me esforçado por produzir com o mínimo de desperdício, tanto de material como de mão-de-obra, e por vender com o mínimo de lucro, fazendo depender o lucro total da massa das vendas; e na fabricação o meu objectivo é distribuir salários máximos.”*

Taiichi Ohno, o mentor do Sistema Toyota de Produção, também denominado *Just-in-Time*, endossa e apoia o princípio do combate ao desperdício declarando que *“a base do Sistema Toyota de Produção é a absoluta eliminação do desperdício.”* Em OHNO

(1997).

Relativo a matéria prima, seguindo os ensinamentos consagrados nas obras de Taylor, Ford e Ohno, nota-se a adoção deste conceito em várias indústrias já instaladas, que agregam ao sistema produtivo a gestão ambiental, buscando como medida principal, trabalhar em prol dos 3 “Rs”: R da *redução* das perdas; R da *reutilização* e R da *reciclagem* dos materiais. Estas linhas de atuação podem simultaneamente amenizar os impactos ambientais negativos oriundos do processo produtivo e aumentar a competitividade dos negócios. No entanto, administrações centradas exclusivamente nos produtos, incorrem sistematicamente no desperdício de subprodutos, muito em decorrência das deficiências de fiscalização por parte dos governos. Este desperdício de subprodutos que são destinados a aterros, muitas vezes ocorre na via perigosa dos descartes clandestinos “proibidos por lei”. Compostos que em realidade deveriam estar sendo gerenciados na ótica do desenvolvimento sustentável e da produtividade total, continuam inescrupulosamente sendo lançados ao meio ambiente, causando impactos ambientais sobre vários recursos naturais, que ainda nem se tem definido no contexto do ecossistema.

O caminho do desenvolvimento sustentável aponta na direção da Ecologia Industrial. Como afirma Gunter Pauli, em PAULI (1998) “*necessitamos fazer mais com menos*”, propiciando através do reaproveitamento de subprodutos, aumentos na lucratividade dos negócios, da disponibilidade de empregos de mão-de-obra e conseqüente redução da poluição.

Este “fazer mais com menos” salientado por Pauli, implica em que se encontre respostas a seguinte questão: *como gerenciar o macro reaproveitamento das sobras do processo produtivo nos distritos industriais instalados, quando o gerenciamento, em grande parte dos processos produtivos, ainda é empírico no que tange ao próprio “core*

*business”? Ou ainda: como fazê-lo de forma economicamente viável? Como reciclar subprodutos que na maioria das vezes, em função do baixo valor, não suportam os custos logísticos de transporte?*

Estes são aspectos cruciais que necessitam ser resolvidos para que se possa ingressar definitivamente em novas concepções de produção onde desde o início do projeto, contemple-se a necessidade de planejar a utilização dos subproduto que serão originados no decorrer dos processos.

#### 1.4 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é apresentar um método para controlar o inventário de resíduos, que possa auxiliar os gerentes dos empreendimentos produtivos, na condução de seus processos, sob a ótica de valorizar os resíduos como novos insumos de produção. Visa-se apresentar uma forma organizacional adequada à ISO 14001, Tecnologias Limpas e a Iniciativa para a Pesquisa em Emissão Zero (ZERI), que aqui representam todos os esforços no sentido de que se estabeleça a Eco-eficiência.

É intuito deste trabalho contribuir com um sistema gerencial capaz de servir de base às análises de viabilidade técnica e econômica para o macro reaproveitamento das sobras do processo produtivo.

##### 1.4.1 Objetivos específicos

- Apresentar o conjunto de propostas que originaram a concepção de um sistema de gestão de subprodutos;

- Abordar aspectos a serem contemplados para facilitar sob pontos de vista técnicos e econômicos, o reaproveitamento de subprodutos como insumos de novos processos produtivos.

## 1.5 DELIMITAÇÃO

O escopo desta dissertação, que tem como objetivo *apresentar um método para a gestão dos subprodutos industriais dentro do conceito de gestão ambiental no processo produtivo*, estará contextualizado em algumas das principais metodologias, técnicas e normas escolhidas neste trabalho em função de relevância nacional e internacional.

## 1.6 ESTRUTURA

A estrutura desta dissertação trata de, na seqüência deste capítulo introdutório, efetuar no Capítulo 2, a revisão da bibliografia existente e alcançável neste momento, estudando as diversas ênfases que contemplem a valorização dos subprodutos como ótica de combate ao desperdício. Conclui-se a etapa enfatizando e delimitando a abordagem proposta nesta dissertação. As principais informações deste capítulo são oriundas das metodologias e normas técnicas, entre as quais destacam-se: *Atuação Responsável (Responsible Care)*; *Tecnologias Limpas (Clean Technologies)*; *ISO série 14.000*; e *ZERI (Zero Emission Research Initiative)*.

No Capítulo 3 elenca-se os princípios básicos da gestão ambiental segundo a ótica da Federação Européia das Indústrias Químicas(CEFIC) além de softwares de aplicação ambiental hoje existentes, sempre visando identificar de que forma relacionam-se com o

objetivo desta dissertação.

Apresenta-se em detalhe no 4º Capítulo, a proposta básica do método da gestão de subprodutos industriais.

No Capítulo 5 apresenta-se uma série de exemplos de aplicação da metodologia ora transformada em software de gestão de subprodutos industriais.

Conclui-se esta dissertação no 6º Capítulo, onde além do fechamento deste trabalho inicial, comenta-se aspectos que visam apontar caminhos a serem aprimorados no que tange aos controles da gestão de subprodutos, como importante fator para o desenvolvimento de novos sistemas industriais, indicando-se conotações compatíveis com as atuais necessidades globais do desenvolvimento sustentável.

## METODOLOGIAS, TECNOLOGIAS E NORMAS DE REFERÊNCIA

Neste capítulo visa-se examinar os aspectos concernentes a gestão de subprodutos industriais, no âmbito de uma série de distintas orientações internacionais.

O Conselho Mundial das Empresas para o Desenvolvimento Sustentável (*World Business Council for Sustainable Development-WBCSD*) na publicação *Cleaner Production and Eco-efficiency. Complementary Approaches to Sustainable Development*, WBCSD (1998) forneceu uma definição clara sobre a *eco-eficiência*. Para a WBCSD a Eco-eficiência é alcançado pelos “bens e serviços que satisfazem as necessidades humanas e trazem qualidade de vida, enquanto reduzem seus impactos ecológicos e intensidade de uso dos recursos ao longo do ciclo de vida, para um nível menos ofensivo, em linha com o que se calcula ser a capacidade do ecossistema local e em última instância do Planeta Terra.”

Em uma definição simples, Eco-eficiência significa usar os recursos ambientais desenvolvendo uma consciência ambiental, em processos econômicos mais eficazes.

O WBCSD identifica ainda sete componentes de Eco-eficiência:

1. *Reduzir a intensidade do uso de matérias primas em produtos e serviços;*
2. *Reduzir intensidade de uso da energia nos produtos e serviços;*
3. *Reduzir a dispersão de poluentes tóxicos;*
4. *Aumentar a reciclabilidade dos materiais;*
5. *Maximizar uso sustentável de recursos renováveis;*
6. *Aumentar a durabilidade dos produtos; e*
7. *Incrementar a seriedade de produtos e serviços.*

Seguindo este conceito, aborda-se primeiramente a *Produção Ambientalmente Consciente*, que baseia-se no princípio dos 3 R's originários em esforço gerencial da empresa Xerox Internacional, que significam: *reduzir, reutilizar e reciclar*. Em seguida apresenta-se o programa *Atuação Responsável*, uma marca registrada da indústria química internacional, que contém uma lista de princípios orientativos sobre segurança e meio ambiente, buscando-se aqui salientar os códigos de proteção ambiental relativos ao escopo proposto na introdução. Da mesma forma analisa-se as *Normas da Série ISO 14000*, que desde 1996 vêm sendo adotadas na padronização do Sistema de Gestão Ambiental de muitas empresas, entre elas indústrias de diferentes setores produtivos. No penúltimo item do capítulo examina-se o método da Produção Limpa, um relevante sucesso em função da simplicidade de aplicação nos processos industriais instalados e na imediata avaliação dos retornos econômicos da implementação destas técnicas. No encerramento deste capítulo aborda-se a Metodologia ZERI, também conhecida como Emissão Zero, que vem sendo mundialmente difundida pelo mentor Gunter Pauli, subsidiada inicialmente pela Universidade das Nações Unidas e hoje conduzida pela Fundação ZERI. Em todos estes contextos busca-se apresentar a carência de um método de gestão, que possa efetivamente sistematizar e dar suporte a uma ação gerencial prática à premente necessidade de controle e de valorização dos subprodutos industriais.



## 2.1 PRODUÇÃO AMBIENTALMENTE CONSCIENTE

A proteção ao ambiente não será mais por muito tempo uma questão de cumprir os regulamentos ambientais. Em SARKIS,RASHEED (1995) definiu-se a idéia da *Produção Ambientalmente Consciente*.

*"Ser ambientalmente consciente envolve uma grande variedade de assuntos, tais como: conservação de energia, prevenção de poluição, preservação ambiental e ainda aumento no nível de empregos em novos processos produtivos e em centrais de reciclagem que aproveitam os resíduos como insumos em seus respectivos processos. Ser ambientalmente consciente também reflete na redução de riscos de formação de passivos ambientais e trabalhistas."*

Neste ponto é importante introduzirmos o esforço levado a cabo pela empresa Xerox, que ganhou em 1993 um prêmio internacional pelos seus resultados ambientais e passou a condição de marco divisório por uma série de novos conceitos ambientais na Engenharia de Produção. Segundo SKJEIE (1994) este programa de gestão baseia-se numa visão que incorpora o quesito ambiental ao *design* dos processos e dos respectivos produtos resultantes. Desta forma o programa busca minimizar os impactos ambientais em cada etapa do ciclo de vida do produto, especificando o uso de materiais recicláveis, promovendo a similaridade que existe entre matérias primas e partes usadas e ainda facilitando a desmontagem dos produtos.

O Programa 3 R's, como já foi anteriormente colocado, tem sua lógica baseada em

*reduzir, reutilizar e reciclar*. Toda a fábrica deve reduzir a geração de resíduos para um patamar mínimo. O esforço de reduzir forma o primeiro, e talvez o mais importante, dos três “Rs”. Segundo WELLS (1995), *“isso exige medidas para rever processos de abastecimento de insumos, métodos de fabricação e expedição dos produtos, além de investimento na educação e treinamento de funcionários”*.

A tecnologia dos processos produtivos tradicionais evolui no sentido de aumentar a qualidade e a quantidade de produtos sem muita atenção aos custos ambientais e sociais. Entretanto o crescimento da consciência ambiental está forçando os negócios ao confronto da consequência de suas ações.

Este novo estilo de produção, envolve um planejamento estratégico seguido do desenvolvimento e implementação de processos e tecnologias que evoluam sob a ótica de minimizar ou eliminar os resíduos simultaneamente a redução de perdas, aumentando desta forma o lucro do processo produtivo. A premissa principal da Produção Ambientalmente Consciente é desenhar produtos que possam ser reciclados, remanufaturados ou reutilizados. Neste contexto SARKIS, RASHEED (1995) destacam vários benefícios, tais como:

- *indústrias mais limpas e mais seguras;*
- *menores custos de disposição de lixo;*
- *menores custos de segurança do trabalho;*
- *redução de riscos ambientais e redução de riscos de saúde;*
- *melhoria na qualidade do produto, menores custos e maior produtividade.*

### 2.1.1 Reduzir

A própria idéia de vida traz em si a realidade do resíduo. O progresso tecnológico e a qualidade de vida, tal como entende-se nos países desenvolvidos, têm provocado um aumento nos resíduos domésticos.

*“A opulente sociedade do Norte sofre as conseqüências da difícil gestão dos resíduos. Enquanto isto os países menos avançados correm o risco de transformarem-se no local de depósito dos resíduos tóxicos procedente de outros países e em geral, por todo o planeta nota-se os efeitos de uma civilização que idolatra o consumo. TODOS (1994).”*

O primeiro passo é sem dúvida reconhecer o problema dos resíduos. É dar-se conta de que consumimos em excesso e que não temos ainda um desenvolvimento comparável ao grupo dos decompositores de um ecossistema natural, que cumprem a função de reintrodução da matéria orgânica obsoleta, de novo no ciclo da vida. É cada vez mais necessário potencializar conceitos de durabilidade, resistência mecânica e ainda por exemplo a facilidade de manutenção, entre os equipamentos que utilizamos. Para que se resolva o problema do acúmulo de lixo é necessário gerar menos, o que equivale a palavra reduzir.

No processo produtivo, a principal ênfase no sentido de reduzir o volume de resíduos é o esforço concentrado na redução junto a fonte de geração. É diferente de tratamentos de fim-de-tubo, que exigidos pela legislação ambiental, oneram os custos do processo produtivo do ponto de vista econômico numa visão de curto prazo e colocam em campos antagônicos Produção e Governo.

As atividades de redução na fonte incluem:

- *mudanças de input;*
- *melhorias de processo visando prevenir as perdas;*
- *reformulação do produto;*
- *controle do inventário de resíduos, e*
- *atividades administrativas e organizacionais como treinamentos específicos para a aprendizagem das mudanças necessárias visando um processo mais limpo.* SARKIS, RASHEED (1995)

Os ensinamentos apresentados endossam as abordagens de Taylor, Ford e Ohno, que basearam suas melhorias básicas no combate às perdas do processo produtivo, unindo esforços de produção e controle de poluição nesta sinergia que aqui denomina-se a *Produção Ambientalmente Consciente*.

Os processos de Qualidade onde se insere a *Gestão pela Qualidade Total*, do inglês "*Total Quality Management (TQM)*", podem favorecer a redução do desperdício, na medida que visam simplificar os produtos, reduzir a variedade de itens no estoque assim como o esforço de trabalho e os gastos de energia e de tempo de processamento.

Já o Sistema Toyota de Produção, OHNO (1997), tem por regra reduzir estoques, reduzindo diretamente os riscos do desperdício.

Na linha da revolução de conceito que insere o quesito ambiental no design de processos e de produtos, entre as técnicas atuais destaca-se a *Engenharia Simultânea*. Nestes processos é desencadeado um planejamento e ações conjuntas unindo desenho de produto, manufatura, marketing e suporte técnico. A Engenharia Simultânea ao aproximar os diferentes setores que compõe o ciclo de criação produção e vendas de um produto,

torna-se uma importante técnica de redução do desperdício, pois une esforços de especialistas das mais diversas áreas, reduzindo perdas de tempo, de esforço humano e de investimentos materiais.

O potencial sinérgico do pensamento conjunto de colaboradores dos diversos setores ainda na concepção do produto, é a grande arma desta técnica na redução do desperdício. Segundo ROMM (1996) com a formação de grupos de especialistas para atuarem nos processos de Engenharia Simultânea, onera-se o projeto em menos de 10%, no momento que se discute o comprometimento futuro de pelo menos 90% de todo o custo do novo produto.

No mesmo sentido, apoiando-se em resultados da prática da Engenharia Simultânea e considerando a variável ambiental, SINGER (apud Davidow,1996), coloca: *"75% do custo de um produto são decididos no estágio de projeto conceitual; um aumento de 50% no custo de desenvolvimento reduz a lucratividade em 3,5%, enquanto um atraso de seis meses na colocação do produto no mercado corta a lucratividade em 33%."*

Estes números, constituem poderoso estímulo para se repensar a concepção do projeto de produto, mediante o uso da ferramenta Engenharia Simultânea. Da mesma forma que se pode reduzir o desperdício na concepção, produção e venda de um novo produto, também é possível atingir uma boa redução na geração de subprodutos, incluindo-se os cuidados ambientais ainda na fase do desenho do produto.

### **2.1.2 Reutilizar**

De maneira geral, o processo reutilização, tomando por exemplo a remanufatura, envolve a desmontagem dos componentes, a inspeção e teste das partes reutilizáveis, a

incorporação de novos componentes e a montagem do novo manufaturado.

*Reutilizar*, reduz, simultaneamente, a necessidade de matéria prima virgem e o impacto causado pela disposição dos resíduos. O problema é a inexistência de padrões de referência para a remanufatura. “ O grande desafio de remanufaturar, é a produção de bens qualificados com partes componentes de qualidade incerta ”, SARKIS, RASHEED (apud GARVIN, 1995).

A questão de rentabilidade da reutilização também depende da escala de processo. Estando o ganho econômico ligado diretamente ao volume de remanufatura, numa visão puramente econômica, tem-se que sem uma logística de recolhimento e envio da peça remanufaturável de retorno à indústria, não há possibilidade de estruturar o processo, com suas respectivas vantagens econômica e ambiental.

Com uma visão holística que considere este aspecto da escala de produção, empresas como Siemens e a já citada Xerox, incorporaram o conceito de reutilização no desenho de seus produtos e oferecem a seus clientes várias possibilidades de retorno de material obsoleto. A Xerox tem relatado economia anual na ordem de 200 milhões de dólares usando técnicas de remanufatura. (fonte: op.cit.)

Em sumo, reutilizar resíduos criando novas formas de emprego dos mesmos é uma atitude racional para o tratamento dos resíduos que não puderam ser eliminados na fonte.

Antes de pensar em reciclar ou reverter um produto em matéria prima é mais coerente repará-lo, reformá-lo ou renová-lo, para aumentar o seu tempo de vida útil.

Segundo WELLS (1995, p. 13), “*reaproveitar materiais usados é uma atividade tão importante quanto a redução e a reciclagem de resíduos...*” Mais adiante completa, “*Os bons resultados ajudam a tornar positiva a imagem da empresa junto à opinião*

*pública e incentivam o crescimento do programa interno de reciclagem.”*

### 2.1.3 Reciclar

O ato de reciclar pode ser atualmente definido como uma alternativa para reduzir o volume de resíduos, o custo de tratamento e de evitar os problemas ambientais da acumulação do lixo resultante. *“Um dos aspectos mais destacáveis para estimular a reciclagem como técnica básica de tratamento de resíduos é a economia de energia e recursos naturais.”* TODOS (1994).

Grande parte da matéria prima utilizada na produção pode ser reciclada. Resíduos de papel, plástico, vidro e metais são abundantes e ainda estão sendo jogados em lixões selvagens ou depositado em aterros com poucas perspectivas de reutilização.

Para o sucesso da reciclagem dois pontos são importantes e devem ser considerados antes de tudo: *qualidade e custo*. Existem muitas maneiras de ajustar esta situação. Entretanto todas elas passam por uma política governamental de reciclagem. Os esforços de estabelecer programas de reciclagem municipais parecem sofrer déficits em função de que os *catadores, papeleiros e garrafeiros* independentes, pré-selecionam o lixo seco depositado para a coleta seletiva municipal, recolhendo os melhores materiais e deixando como sobras para as prefeituras brasileiras, apenas os restos de menor ou nenhum valor para reciclagem. Estes catadores levam o material para uma complexa rede de intermediários formada por *depósitos de ferro-velho, sucateiros ou aparistas*. Estes selecionam o material acondicionam em grande quantidades que só então partem com destino às grandes indústrias recicladoras.

Não se pode esquecer que é ainda função dos governos, dentro de um planejamento adequado, subsidiar os processos de reciclagem pois estes reduzem as necessidades de destinação de lixo, e conseqüentemente, os custos de saneamento básico

com a disposição final em aterros, cujas possibilidades de implantação estão cada vez mais escassas em função de condicionantes de área.

Já no âmbito industrial, do ponto de vista da mudança do design como já discutiu-se anteriormente, os produtos devem ser desenhados visando facilitar a desmontagem, tornando o processo de reciclagem menos trabalhoso. Nota-se por exemplo, que os automóveis mais recentes vêm apresentando um *design* simplificado nos detalhes, com identificações específicas da natureza dos materiais de construção. A *Engenharia Simultânea*, anteriormente abordada, está sendo empregada nos novos projetos, de acordo com premissas impostas por Governos e grupos consumidores, relativas à necessidade de que os novos produtos sejam recicláveis ao final do seu ciclo de vida útil. Como exemplo, na linha de automóveis Fiat Palio 98-99, já tem-se a prática do conceito de produtos desenhados que realmente aumentam a possibilidade de reciclagem. Já existem *joint ventures* entre produtores de automóveis e empresas siderúrgicas configurando-se na esteira deste renovado conceito de produção. Para isto são estabelecidas estratégias empresariais e acordos bilaterais onde garante-se aspectos tais como, o desenho de produtos numa concepção que contemple facilidades na identificação de metais e desmontagem das partes; em paralelo estabelece-se planos logísticos de coleta e transporte de obsoletos até as siderúrgicas.

Sobre este assunto em AMBIENTE-GLOBAL (1999) foi veiculada a seguinte notícia:

*BRASÍLIA - A indústria automobilística e o Grupo Gerdau estudam a possibilidade de montar no País um centro de reciclagem de carros... O centro tornaria viável o programa de renovação da*



*frota, pelo qual proprietários de carros com mais de 15 anos receberiam um bônus para comprar um novo. O programa não deslanchou até agora, entre outras razões, porque não se sabia o que fazer com os carros velhos, segundo o secretário. Ele informou ainda que as concessionárias se ofereceram para receber os carros antigos, até que o centro de reciclagem fique pronto. Outro problema é a definição sobre o valor do bônus e sua composição. A proposta das montadoras, segundo Mattar, foi que o governo federal colabore com R\$ 700,00 para compor o valor total do bônus. "Num carro popular, o que se recolhe de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) é cerca de R\$ 1 mil", afirmou. "Significa que o governo federal estaria abrindo mão de 70% de sua arrecadação sobre esse tipo de automóvel; portanto, as montadoras precisariam estar dispostas a abrir mão de 70% de sua margem operacional." Ele observou que a discussão sobre a criação do bônus está só no início. "Procuramos uma fórmula pela qual haveria distribuição equitativa do sacrifício", disse Mattar. (Fonte: O Estado de São Paulo)*

O artigo acima transcrito reflete bem a situação já abordada neste trabalho, de que o Governo deverá arcar com a sua cota de sacrifício a fim de estimular a instalação de indústrias recicladoras. É no final do processo que o Governo estará economizando divisas poupadas por não terem sido necessárias à construção de aterros e outros centros de tratamento de resíduos.

No tocante a questão da qualidade do material reciclado, existem casos que o material reciclado é mais adequado que a própria matéria virgem que está sendo substituída. Mesmo quando a qualidade é menor há aplicações onde o material reciclado garante total satisfação das exigências dos cliente quanto ao produto. Assim mesmo será necessário uma mudança na mente dos consumidores e também em certas normas governamentais, que ainda limitam demais as possibilidades de reutilização de material reciclado em novos produtos.

A educação ambiental e a publicidade ainda não cumpriram o papel que lhes cabe,

na formação de conceitos e opiniões que resultem no aumento e no verdadeiro êxito dos processos de reciclagem.

A figura a seguir representa os 3 R's na visão da produção ambientalmente consciente. Destaca-se ser importante compreender esta apresentação gráfica como *sendo um todo do processo produtivo e não apenas um único processo linear*.

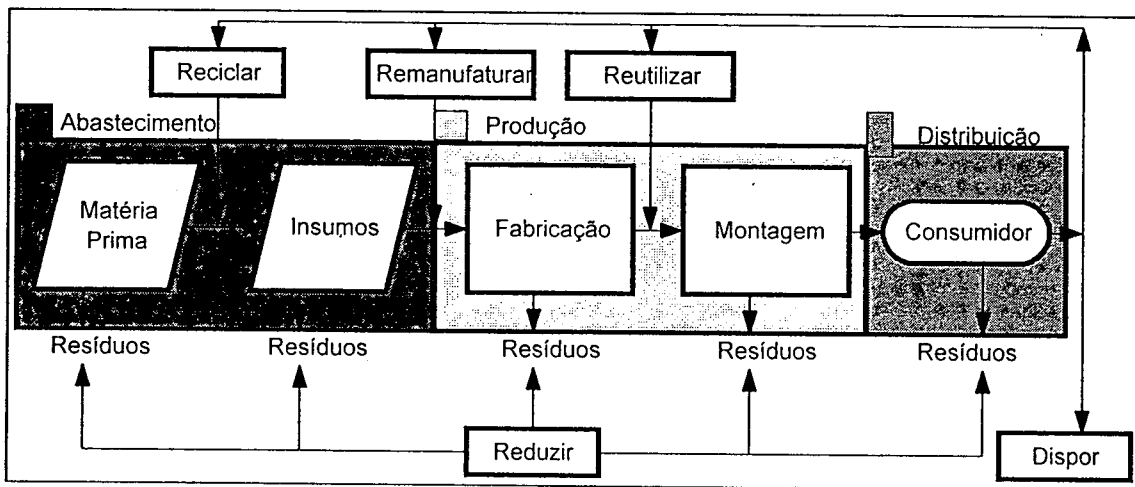


Figura 1 - Os 3R's da Produção Ambientalmente Consciente. SARKIS, RASHEED (1995).

A reciclagem está evoluindo em escala. Recicla-se papel branco de escritório e papelão; alumínio de latas e outras sucatas metálicas; vidros diversos; pneus e até matéria orgânica mista em processos de compostagem. Tudo isto entretanto é apenas uma pequena amostra dentro de um universo de itens recicláveis. O grande desafio será por em marcha mecanismos que permitam a valorização direta do material reciclável, como insumo qualificado para novos processos produtivos, com uma logística industrial efetiva, pois o custo de transporte é um dos maiores entraves ao comércio de recicláveis.

## 2.2 ATUAÇÃO RESPONSÁVEL

Estudando a evolução dos controles ambientais dentro da indústria direciona-se a atenção, para um dos primeiro programas internacionais de gestão ambiental, surgido na década de 80, no seio das indústrias químicas canadenses. A denominação *Atuação Responsável* é originária do inglês *Responsible Care*.

Em SCHMIDHEINY (1992,p. 222) seleciona-se a transcrição que serve como introdução do histórico deste programa.

*"A idéia foi elaborada pela primeira vez pela 'Canadian Chemical Producers' Association (CCPA) nos anos 80, e desde então espalhou-se pelo mundo inteiro. Segundo a iniciativa do Cuidado Responsável <sup>1</sup>, as companhias de produtos químicos ficam comprometidas, no que se refere a todos os aspectos de segurança, saúde e proteção do meio ambiente, a procurar melhorar constantemente o desempenho, educar todo seu pessoal e trabalhar com clientes, transportadoras, fornecedores, distribuidores e as comunidades com relação ao uso do produto e às operações gerais. Tal compromisso é descrito em um conjunto de diretrizes. A implementação da iniciativa do Cuidado Responsável é gerenciada pelas associações nacionais de indústrias químicas. Embora os detalhes variem de país para país, há uma série de características comuns:*

- a) um compromisso formal de cumprir um conjunto de diretrizes e princípios em nome de cada companhia, por exemplo, mediante a assinatura do seu principal executivo;*
- b) uma série de códigos, notas de orientação e listas de verificação, para ajudar as empresas a cumprir o compromisso; o desenvolvimento progressivo dos indicadores que possam mensurar as melhoras de desempenho;*
- c) um processo permanente de comunicações sobre saúde, segurança e questões ambientais com as partes interessadas fora da indústria;*
- d) a disponibilidade de fóruns em que as companhias possam*

- partilhar pontos de vista e trocar experiências sobre a implementação do compromisso;*
- e) a adoção de um título e uma logomarca que identifiquem claramente os programas nacionais como consistentes e integrando o conceito de Cuidado Responsável; e*
- f) uma análise sobre qual a melhor maneira de estimular todas as companhias-membros da associação a participar e se comprometer com o Cuidado Responsável.”*

Em documento mais recente sobre a Atuação Responsável pesquisou-se a existência de aspectos específicos para a gestão de resíduos em *Atuação Responsável - Guia Orientativo dos Códigos de Proteção Ambiental (1995)*. Destaca-se alguns aspectos da *Prática Gerencial nr. 2*, tratando do inventário de efluentes, emissões e resíduos.

*“Estratégias sugeridas para o inventário de efluentes, emissões e resíduos.*

*Identifique potenciais fontes geradoras de efluentes, emissões e resíduos.*

*Avalie os processos produtivos, com ênfase na identificação, quantificação e caracterização dos resíduos gerados.*

*Desenvolva inventário quantitativo, identificando pontos chave para monitoramento através de um diagrama de bloco, com informações básicas como:*

- Dados sobre matérias primas;*
- Produtos e subprodutos;*
- Produtos intermediários;*
- Pontos de contenção e de estocagem;*
- Equipamentos para controle da poluição;*
- Transferência de resíduos; e*
- Resíduos reutilizáveis no processo*

*Adicione ao diagrama de blocos informações referentes aos produtos, subprodutos, resíduos e emissões, no tocante á sua:*

- Composição e variabilidade;*
- Quantidades, frequência de geração e variabilidade;*
- Características físicas.”*

No texto acima evidencia-se a orientação sobre *o quê* deve ser feito em termos de itens a serem selecionados e controlados pelo sistema de gestão da Atuação Responsável. No entanto a orientação prática relativa ao *como* restringe-se a sugestão de que se construa um diagrama de blocos. De qualquer maneira o detalhamento apresentado evidencia a importância que é dada a questão de controles de efluentes, emissões e resíduos, pelo programa de Atuação Responsável.

*“2.4. Estabeleça sistema de registro e controle para efluentes, emissões e resíduos.*

- Defina responsabilidade pelo estabelecimento do sistema de registro;*
- Acorde sobre periodicidade em que os dados serão coletados;*
- Reveja os dados coletados contra o “baseline” estabelecido, de forma a propiciar análise, avaliação e correções onde necessário e possível.*
- Assegure para os funcionários e a comunidade quais progressos tem sido obtidos.*

*2.5. Reveja periodicamente a qualidade dos dados obtidos. Assegure que as restrições legais para o controle das emissões e da geração de resíduos sejam obedecidas.*

*2.6. Desenvolva e mantenha documentação clara e resumida sobre a metodologia utilizada na preparação dos inventários.”*

Todos estes destaques acima apresentados exigem das empresas que endossam o compromisso com a Atuação Responsável, uma evolução em direção da informatização dos controles, pois de outra forma a coleta, indexação, registros e manutenção destas informações torna-se uma pesada carga administrativa, para garantir o controle das informações.

O esforço para a gestão destas informações rouba o tempo que a gestão ambiental poderia estar empregando na melhoria de processos e atividades dirigidas à busca da redução de desperdícios.

Este programa, que ainda hoje vem sendo implementado e atualizado por indústrias do setor químico, pode ser considerado um dos guias precursores que influenciaram a entidade *International Organization for Standardization (ISO)* a desenvolverem, na década de 90, as normas da ISO série 14000 tema abordado nesta seqüência.

### 2.3 NORMAS ISO SÉRIE 14000

A série de normas conhecidas como ISO 14000 está estruturada para facilitar a montagem própria de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), por qualquer empreendimento interessado em estruturar sua gestão da qualidade ambiental. Um SGA é uma maneira sistemática e organizada de avaliar, planejar, implementar e medir os processos de um sistema produtivo, numa ótica ambiental.

De acordo com BEGLEY (1996), os benefícios de implementar um SGA são variados, desde reduções no custo de produção até uma melhor credibilidade junto a opinião pública. Muitos dos elementos da ISO 14000 não são novos para as grandes corporações, que já possuem a partir da década de 80 esboços de SGA ou mesmo diretrizes detalhadas com se viu no caso do program *Atuação Responsável* das indústrias do ramo químico.

Estabelecer um sistema de gestão ambiental nos moldes da ISO pode propiciar ao empreendimento facilidades nos processos de importação-exportação entre diferentes

países e públicos consumidores. Um SGA nos moldes da ISO 14001 padroniza aspectos ambientais e permite a comparação dos procedimentos de proteção ambiental em diferentes empresas e países. As Normas ISO 14000 surgiram a partir dos esforços já bem conhecidos da ISO 9000. Desenvolvidas no final dos anos 80, as Normas da ISO série 9000 foram desenvolvidas para melhor gerenciar a *Qualidade* tratando amplamente a questão de sistemas de gestão e operações em plantas produtivas. Os padrões como a ISO 14000 foram desenvolvidos por comitês técnicos com a base central em Genebra, mas numa ação conjunta entre 90 sub-comitês técnicos ao redor do mundo. A ISO iniciou o processo de desenvolvimento de padrões internacionais para a qualidade ambiental em 1992. Cabe registrar que não existe hoje uma Norma ISO 14000 e sim um conjunto de normas agrupadas nesta série. A elaboração destas normas ambientais obedece a direção geral da ISO de Genebra, mas o processo de desenvolvimento e execução técnica é encabeçado por diferentes comitês. Por exemplo, o esforço que resultou nas Normas ISO 14001 e 14004 foi capitaneado pelo sub-comitê técnico da Inglaterra, enquanto o sub-comitê holandês dirigiu os esforços de elaboração das normas sobre auditorias ambientais, ISO 14010, 14011 e 14012.

No âmbito desta dissertação pretende-se abordar os aspectos da ISO 14001 e 14004, respectivamente norma oficial para a certificação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e conjunto de orientações e diretrizes para a implementação do SGA. Ainda comenta-se a ISO 14031, esboço de norma em processo de desenvolvimento, tratando das questões de *Avaliação do Desempenho Ambiental* e as ISO 14040 e ISO 14041, também em desenvolvimento, que tratam respectivamente de uma visão global da metodologia da *Avaliação do Ciclo de Vida* e da definição de metas e escopo e análise de inventário.

Enquanto a Avaliação do Desempenho Ambiental está sendo desenvolvida para

trazer oficialmente, parâmetros indicadores da qualidade ambiental, as normas que tratam da Avaliação do Ciclo de Vida estão sendo produzidas para que se possa avaliar todos os impactos de um produto ou sistema de produção, cobrindo todo o ciclo desde a aquisição da matéria prima até a obsolescência dos produtos.

As normas ISO 14001 e 14004 encontram-se validadas para uso internacional. A partir de 1996, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), dispõe o equivalente em português destas normas, como documentos integrantes do conjunto de Normas Brasileiras (NBR).

Segundo TIBOR, FELDMAN (1996) a meta chave de todo o processo ISO 14000 é criar uma linguagem internacional comum para a gestão ambiental. Com essa finalidade, as definições são críticas e têm sido submetidas a longos debates no processo de desenvolvimento da ISO série 14000.

### **2.3.1 ISO 14001**

A Norma ISO 14001 é a única norma da série que traz padrões específicos a serem seguidos no caso do empreendimento decidir buscar uma certificação internacional. As outras normas são conjuntos de diretrizes que não oferecem a opção de certificação.

A ISO 14001 descreve o sistema de gestão ambiental do empreendimento, incluindo a Política Ambiental formalmente divulgada, objetivos e metas de um planejamento estratégico, plano de ação, medições e sistema de avaliação visando identificar as ações corretivas.

Os padrões do SGA obedecem a lógica do *Plan, Do, Check, Action* (PDCA), que aqui se traduzem na planificação (Plan) de uma política ambiental para o empreendimento;



do levantamento dos aspectos ambientais e de seus respectivos impactos, em relação à política e a legislação vigente e na definição de objetivos e metas ambientais no contexto de um planejamento estratégico. A partir deste ponto o empreendimento é orientado pelos padrões da norma à montar (Do) uma estrutura de recursos humanos e financeiros, que possibilite a execução do plano de ação. Quase simultaneamente, a empresa deve empregar esforços na elaboração de formas de monitoramento (Check) que permita “feed back” em tempo hábil sobre as não-conformidades e necessidades de ações corretivas imediatas, ainda durante a execução do plano. Como todo o sistema orientado por um PDCA, que é a base para a melhoria contínua em qualquer processo de *Qualidade*, a norma ISO 14001 encerra suas orientações com padrões para a avaliação (Action) que finaliza o ciclo de planejamento, e que visa detectar as fraquezas do sistema e implementar melhorias específicas na seqüência temporal do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) implantado na empresa.

Aspectos específicos para avaliação sobre a gestão de resíduos, são encontrados desde as recomendações para avaliação inicial(diagnóstico) comum a todo o início de montagem de sistemas de qualidade. Do corpo da norma NBR ISO 14001 (1996), extrai-se o texto a seguir:

*“É recomendado que o processo para a identificação dos aspectos ambientais significativos associados às atividades das unidades operacionais considere, quando pertinente,*

- a) emissões atmosféricas;*
- b) lançamentos em corpos d’água;*
- c) gerenciamento de resíduos;[sem grifo no original]*
- d) contaminação do solo;*

- e) *uso de matérias-primas e recursos naturais;*
- f) *outras questões locais relativas ao meio ambiente e à comunidade.”*

Salienta-se que o gerenciamento de resíduos ocupa lugar de destaque entre as principais recomendações contidas na Norma ISO 14001, bem como o item que diz respeito ao uso de matéria prima e dos recursos naturais. No entanto, não há na norma nem uma espécie de orientação de *como fazê-lo*.

Segundo PELLEGRINI (1998) o principal objetivo desta norma é prover às organizações dos elementos de um sistema de gestão ambiental eficaz, passível de integração com outros requisitos de gestão, de forma a auxiliá-las a alcançar seus objetivos ambientais e econômicos.

Além da obediência as leis ambientais válidas para o território onde se encontra o empreendimento, a principal característica da ISO 14001, tal como todas as normas de qualidade, é o comprometimento com o princípio do ciclo da qualidade idealizado por precursores tais como Taylor e Fayol, mas efetivamente difundido mundialmente pelo trabalho de Deming. Trata-se aqui do ciclo de: planejar, implementar, medir e avaliar.

Em resumo pode-se dizer que a finalidade básica da Norma ISO 14001 é servir de modelo às organizações que pretendem montar seus Sistemas de Gestão Ambiental à luz de uma prática internacional amplamente aceita.

Seguindo a visão do combate ao desperdício como passo inicial de um SGA, a informatização pode auxiliar especificamente a Medição e Avaliação, agilizando o monitoramento de informações gerenciais que articulam os controles ambientais com os sistemas de produção, que garantem rapidez de respostas para as avaliações com redução

em esforços burocráticos. Com método e informatização aprimora-se o controle para a gestão ambiental ao mesmo tempo que potencializa-se o tempo, que então pode ser empregado de forma mais efetiva, na busca da redução da quantidade de perdas para o lixo geral da indústria.

### 2.3.2 ISO 14004 Diretrizes para a implementação do SGA

A ISO 14004 é a norma desenhada pelo comitê técnico da gestão ambiental, para trazer as diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio a implantação de uma sistema de gestão ambiental. Já em vigor como padrão brasileiro, esta norma descreve os elementos de um SGA e apresenta orientação prática para sua implementação ou seu aprimoramento. Além disso, orienta as organizações como efetivamente iniciar, aprimorar e manter um sistema de gestão ambiental.

Visando focalizar a análise desta norma em relação ao assunto gestão de subprodutos/resíduos industriais seleciona-se os principais aspectos relativos a esta abordagem, a partir do texto oficial.

Na norma em questão, está explícito no item ajuda prática para o desenho da política ambiental: *“todas as atividades, produtos ou serviços podem ocasionar impactos sobre o meio ambiente. É recomendado que isto seja reconhecido pela política ambiental.”*

Estando explícito esta preocupação com a gestão dos impactos ambientais, salienta-se ainda o item que recomenda que a política ambiental do empreendimento trate da questão resíduos como: *“prevenção da poluição, redução de resíduos e do consumo de recursos (materiais, combustível e energia) e, quando viável, comprometimento com a*

*recuperação e reciclagem ao invés de disposição;”*

Assim como um aconselhamento específico no sentido de que sejam estabelecidos critérios internos de desempenho para o gerenciamento de resíduos é frisada a questão da redução de resíduos e é sugerida a alocação de recursos nos seguintes termos: “... as organizações podem desenvolver procedimentos para acompanhar os benefícios e os custos de suas atividades, produtos ou serviços, tais como o custo do controle de poluição, resíduos e disposição.”

No item 8, que trata do aconselhamento sobre *Instalações e Atividades* a norma sugere: “desenvolver, projetar e operar instalações, tendo em conta a eficiência no consumo da eficiente energia e dos materiais, a utilização sustentável dos recursos renováveis, a minimização de impactos ambientais adversos e da produção de rejeitos (resíduos) e o tratamento ou disposição (deposição) final destes resíduos de forma segura e responsável.”

A ação pró-ativa no incentivo a *pesquisa & desenvolvimento* de novas alternativas de solução para eliminação ou redução de impactos ambientais é contemplado pelo item 9 da norma: “Realizar ou patrocinar investigações (pesquisas) sobre impactos ambientais das matérias-primas, dos produtos, dos processos, das emissões e dos resíduos associados as atividades da empresa, e sobre os meios de minimizar tais impactos adversos.”

Como se observa nesta breve análise, a Norma ISO 14004 apresenta, como uma das suas principais recomendações, a necessidade da gestão dos resíduos de processo nos conceitos da não geração, minimização e reciclagem do material.

### 2.3.3 ISO 14031 Avaliação de Desempenho Ambiental

A avaliação de desempenho ambiental é mais uma das normas que estão sendo preparadas para integrar a ISO série 14000. De acordo com TIBOR, FELDMAN (1996) tem-se as seguintes definições: *"...a avaliação de desempenho ambiental é um processo para medir, analisar, avaliar e descrever o desempenho ambiental de uma organização em relação a critérios para os objetivos apropriados de gestão"* .[sem grifos no original]

Já na norma ISO 14001 existe a exigência de que os empreendimentos que buscam a certificação, estabeleçam objetivos e metas de melhoria. Enquanto os objetivos indicam os rumos principais que o esforço de melhoria ambiental do empreendimento estarão seguindo, metas mensuráveis necessitam ser estabelecidas como indicadores. Por isto o SGA também deve apresentar no seu compromisso assumido, metas quantificáveis na maioria das vezes assumidas em termos percentuais. Como exemplo pode-se citar uma meta que faça parte da diretriz específica de um objetivo e que esteja definida como uma redução percentual de 50% de um determinado resíduo gerado pelo processo produtivo até uma determinada data. Cabe salientar que é comum o aconselhamento para que todos aqueles que estão implementando um SGA, fixem objetivos e metas ambiciosas mas alcançáveis, de acordo com o nível de esforço humano e material que estará sendo alocado em cada desafio de melhoria.

A norma ISO 14031 é um guia importante para a gestão da qualidade ambiental, na medida que propicia modelos de indicadores a serem utilizados na avaliação de desempenho dos sistemas de gestão ambiental. Esta norma segue a necessidade de estabelecer formas de medição do funcionamento dos sistemas, pois parafraseando Juran, "aquilo que não se pode medir, não se pode gerenciar". Neste contexto a norma para avaliação de desempenho ambiental, disponibiliza à gerência, uma ferramenta útil para a

constituição de indicadores, capazes de alavancar informações que são necessárias à medição e ao rastreamento do desempenho ambiental, visando-se a melhoria contínua. Uma vez estabelecido o conjunto de indicadores a organização pode melhor monitorar seu desempenho, bem como divulgá-lo para as partes interessadas, como consta nas orientações da norma ISO 14001.

mas também ajuda a comunicá-lo, tanto internamente aos empregados, como externamente, a todos os acionistas.

O interesse que o desenvolvimento da Norma ISO 14031 vem causando, tanto entre os membros do comitê técnico normativo, quanto no setor industrial, indicam a necessidade de que se instrumentalize a medição do desempenho para facilitar a gestão ambiental nos processos produtivos.

Um dos maiores problemas da gestão dos subprodutos industriais em processos de reutilização ou de reciclagem é a falta de medições efetivas. Os programas de levantamento até hoje postos em prática pelos órgãos governamentais limitam-se a uma contabilidade estimativa dos resíduos gerados em uma região. A necessidade de generalização que estes esforços puramente contábeis vêm empregando, descaracteriza a qualidade específica de subprodutos. A situação piora em função da defasagem no tempo entre a coleta e a difusão das informações, o que não contribue à tomada de decisão empresarial, que necessita ser sustentada por uma base de dados gerenciais atualizada e precisa.

#### **2.3.4 ISO 14040 Avaliação do Ciclo de Vida - princípios e orientações**

No esforço atual da redução da poluição gerada pelos impactos ambientais das atividades humanas, tem-se usado na maior parte das vezes tecnologias de fim-de-tubo. Na

visão puramente econômica estas técnicas não são efetivas em termos de custo, pois as despesas com tratamentos aumentam na razão direta do crescimento do processo produtivo. No entanto, estas medidas ao longo dos últimos anos têm sido muito importantes para a redução de impactos ambientais.

Uma visão mais abrangente que definiu-se como sendo “A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)” de um produto, introduz na produção e controle industrial o aspecto ambiental. Nesta forma de avaliação o processo produtivo deixa de ser avaliado como uma unidade independente e passa a ser analisado junto ao contexto de sua cadeia de produção e consumo, envolvendo desde fornecedores de matérias primas e insumos, até os usuários finais dos produtos. Também passa a ser considerado o conjunto de emissões, efluentes e resíduos que emanam do processo avaliado. No caso específico de um produto, verifica-se a quantidade de resíduo que o produto obsoleto acaba gerando e a reciclabilidade do material nele contido.

A Avaliação do Ciclo de Vida mede, e assim provê a oportunidade para comparação entre os impactos ambientais de produtos e seus diferentes processos de produção.

A maioria das medidas de ACV são feitas somando as unidades de energia consumidas na extração de matérias-primas, transporte, fabricação, distribuição e disposição final de um produto ou serviço. São feitas adições relativas às emissões atmosféricas, resíduos sólidos e efluentes líquidos resultantes da criação, processamento ou disposição final do produto.

As diretrizes técnicas contidas no corpo da Norma ISO 14040 traduzem orientações que objetivam fornecer uma visão geral e uma padronização de princípios e procedimentos que seja capaz de tornar mais consistente as avaliações do ciclo de vida.

A norma em questão não visa fornecer a *perfeita* Avaliação do Ciclo de Vida, mas sim aumentar a validade técnica das ACVs, para desenvolver um grau mundial de credibilidade para esta importante ferramenta gerencial.

Com o aumento na utilização de avaliações do ciclo de vida espera-se que haja consolidação da questão ambiental no planejamento de novos processos e produtos e que isto conduza à redução dos impactos ambientais negativos.

### **2.3.5 ISO 14041 - Metas escopo e a análise de inventário para Avaliação do Ciclo de Vida.**

As avaliações do ciclo de vida visam retratar as relações ecológicas que acontecem nos ecossistemas naturais, trazendo a avaliação para dentro do processo produtivo. É um grande passo na direção da *Ecologia Industrial*, que mais tarde abordaremos em função de sua extrema importância no contexto deste estudo. A Análise do Ciclo de Vida mede os impactos ambientais do produto desde sua concepção e desenho até além de seu emprego útil. Espera-se que no futuro a Análise do Ciclo de Vida seja uma ferramenta usada, tanto pela política dos Governos, quanto pelo público consumidor e pela estratégia de produção. Na análise de TIBOR, FELDMAN (1996) a Avaliação do Ciclo de Vida na produção, considera o fluxo de material e a sua relação com várias atividades e processos produtivos.

O uso de sistemas gerenciais ou de modelos de simulação podem formar uma figura completa das interrelações.

Estas Normas, que também pertencem a série de normas ambientais ISO 14000, ainda encontram-se em fase de projeto, mas já vêm sendo realizados estudos técnicos de



análise de inventário. Esta é uma fase da ACV que envolve a compilação e quantificação de inputs e outputs de um dado sistema de produtos através de seu ciclo de vida. Por definição sobre a Avaliação do Ciclo de Vida pode-se dizer que trata-se de um conjunto sistemático de procedimentos para compilar e examinar os inputs e outputs de substâncias, energia e impactos ambientais associados, diretamente imputáveis ao funcionamento do sistema de produtos ou serviços em todo seu Ciclo de Vida.

O esquema geral abaixo representado extraído de Tibor & Feldman, concentra-se em evidenciar a fase de análise de inventários:

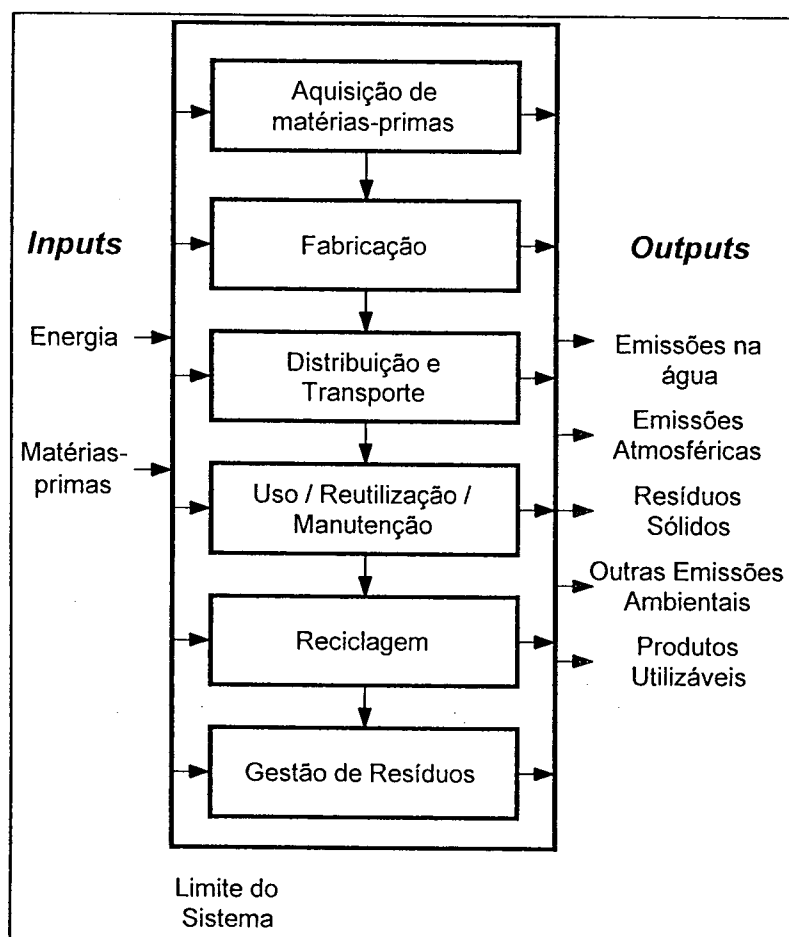


Figura 2 - Esquema Geral do Ciclo de Vida na Produção; TIBOR, FELDMAN (1996)

As limitações da ACV residem em fatos tais como o de que a metodologia ainda não está padronizada e então, na medida que utilizam-se avaliações não ortodoxas, estas perdem o rigor científico pela falta de padrão de referência.

Também tem sido notado que grande parte das controvérsias a respeito de resultados de ACV vêm ocorrendo em função de que as hipóteses e limitações dos estudos de ACV não tenham ficado bem definidas desde o início do estudo. De acordo com BARNTHOUSE (1997) “as Avaliações de Ciclo de Vida, seus inventários de input e output, são e não são muito diferentes das técnicas de *Diagnósticos de Impactos Ambientais* e de *Análises de Risco*. Muito da confusão e das controvérsias sobre Avaliação do Ciclo de Vida surgem de uma indefinição de que esta avaliação é de certa forma similar às técnicas citadas.” Então é importante que fique claramente definido o escopo da ACV antes da efetivar-se a execução.

Em resumo, sobre Avaliação do Ciclo de Vida pode-se dizer que, mesmo estudos específicos de pequena amplitude e limitados a poucos fatores, podem ser muito úteis a modificações e melhorias do processo produtivo, tanto do ponto de vista econômico, quanto nos aspectos ambientais.

## 2.4 TECNOLOGIAS LIMPAS

Na esteira das ações que buscam colocar em prática o combate ao desperdício, como forma de melhorar a gestão ambiental nos processos produtivos, surge um conjunto de estratégias integradas e preventivamente aplicadas a processos, produtos e serviços tendo por objetivos aumentar a eficiência do emprego de matérias-primas, energia e água,

visando, simultaneamente, reduzir os riscos ambientais e aumentar o lucro do negócio. A estas estratégias deu-se o nome de Tecnologias Limpas.

As Tecnologias Limpas (do inglês Clean Technologies) aproximam as indústrias que as adotam de uma ação prática mais adequada à visão da necessidade de combate ao desperdício.

As técnicas de produção limpa, fazem parte de um programa mundial da *United Nations Industrial Development Organization* (UNIDO).

Segundo SILVA, SILVA (1998) o conceito de Produção Limpa nasceu do programa Cleaner Production (Produções Mais Limpas), no seio do *United Nations Environmental Program* (UNEP), entre 1993 e 1995, com a participação da UNIDO.

No 1º volume da série de documentos de trabalho que compõe o workshop Ecoprofit, da Universidade de Tecnologia Graz, Áustria, SCHNITZER (1995), resume tecnologias limpas da seguinte forma:

*“A produção mais limpa pretende integrar os objetivos ambientais ao processo de produção a fim de reduzir os resíduos e as emissões em termos de quantidade e toxicidade e, desta maneira, reduzir custos. Comparada à disposição através de serviços externos ou às tecnologias de fim-de-tubo ela apresenta várias vantagens:*

- Produção mais limpa no sentido de reduzir a quantidade de materiais e energia usados apresenta essencialmente um potencial para soluções econômicas.*
- Devido a uma intensa exploração do processo de produção, a minimização de resíduos e emissões geralmente induz ao processo de inovação dentro da empresa.*
- A responsabilidade pode ser assumida para o processo de produção como um todo; os riscos no campo das obrigações ambientais e da disposição de resíduos pode ser minimizado.*
- A minimização de resíduos e emissões é um passo em direção a um desenvolvimento econômico mais sustentado.”*

A diferença essencial entre as tecnologias limpas e as técnicas de tratamento fim-de-tubo, reside no fato de que as primeiras não ficam apenas no tratamento de sintomas como faz a tecnologia tradicional, mas implementam medidas simples de redução do desperdício na raiz dos problemas ambientais da empresa, que na maior parte das vezes encontra-se na operação e nos processos produtivos onde os resíduos são gerados. Efetivamente, as pesquisas sobre produções mais limpas estão tendo um sucesso imediato com vários casos que já podem ser relatados, mudando a maneira de pensar do empresariado que ainda encontra-se refratário à idéia de que a gestão ambiental no processo industrial, possa contribuir à competitividade do negócio.

A metodologia para a implantação da gestão de Tecnologias Limpas foi apresentada no contexto do II Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, em SANTOS (1998). Transcreve-se no Anexo A, a metodologia empregada e descrita no referido artigo.

O uso de Tecnologias Limpas reduz a carga ambiental, previne poluição e minimiza geração de resíduos. Enquanto o desenho do produto tem uma influência limitada no que tange ao resíduo industrial produzido, a aplicação de tecnologia limpa pode reduzir de forma significativa a quantidade de resíduos industriais e proporcionar economia de recursos materiais e financeiros. Portanto é difícil compreender porque não se maximiza o uso destas tecnologias para minimizar o impacto ambiental dos processos produtivos.

A formação de um banco de dados sobre os subprodutos(resíduos) é extremamente importante para o desenvolvimento de um projeto de implementação de Tecnologias Limpas, na medida que ele pode fornecer resultados precisos e atualizados, na forma de estatísticas e relatórios, que permitem o estabelecimento de indicadores para a

medição do processo no antes e no depois da aplicação do método. Melhor será na medida que este banco de dados não seja apenas um depositário de informações e que tenha além desta função, a capacidade de manipulação e inter cruzamento de dados para auxílio às decisões gerenciais sobre a produção e seus subprodutos.

## 2.5 A INICIATIVA PARA A PESQUISA EM EMISSÃO ZERO (ZERI)

A iniciativa para a pesquisa em emissão zero ZERI (Zero Emissions Research Initiative) é uma magna visão do futuro. Fundada e difundida por Gunter Pauli, desenvolve em nome da UNU (Universidade das Nações Unidas) propostas de transformação dos processos de produção, atualmente baseados em fluxos lineares, para processos de produção em redes produtivas, que imitam o equilíbrio ecológico, assim como as trocas de energia dentro dos ecossistemas, partindo atrás de ganhos de produtividade, através do melhor aproveitamento da matéria prima. Em consequência, há uma redução de impactos por resíduos, efluentes e emissões industriais, que favorece a proteção ambiental, mencionando-se ainda, que estas vantagens vêm também acompanhadas de ganhos sociais tais como um significativo aumento de emprego da mão de obra. O conceito ZERI pressupõe que muito do resíduo atual do nosso modelo de desenvolvimento industrial é, em realidade, *“matéria prima no local errado”*, denominada vulgarmente de lixo industrial.

SCHMIDHEINY (1992), contribui divulgando várias maneiras como empresas e governos podem fazer com que os imperativos ecológicos se tornem parte integrante das forças de mercado que regem a produção, o investimento e o comércio exterior. Numa de suas visões a via do futuro para a indústria, passa pela parceria e pela integração;

Schmidheiny salienta que: “ o avanço em direção ao desenvolvimento sustentável exigirá parcerias empresariais inovadoras.” De acordo com a idéia de Gunter Pauli a formação de parcerias empresariais é a base dos complexos industriais sistêmicos.

VANCA (1996) coloca: “tem ainda muita força o paradigma, errado, de que meio ambiente é sinônimo de despesa com compra de tecnologias limpas e com pagamento de multas ao Ministério Público...enquanto aqui no Brasil as sobras de produção são chamadas de resíduos, nos Estados Unidos isso leva o nome - muito adequado - de perdas, ou de matéria-prima que está sendo desperdiçada pelo, ar pela água ou no solo. Na verdade, a empresa está jogando no lixo uma parte do seu dinheiro...”

É preciso deixar claro que a filosofia ZERI não é “mais um” programa de reciclagem industrial. O ZERI visa uma revolução profunda do conceito industrial linear vigente, em prol de um futuro onde as empresas trabalharão em sistemas integrados, onde os resíduos não mais serão resíduos e sim matéria prima-(input) para os outros processos produtivos que comporão cada sistema industrial.

SACHS (1996) encerra um de seus artigos com a seguinte colocação: “ os exemplos indicam que a ecoeficiência e a eficácia econômica formam um par. Como se trata de atividades que demandam muita mão de obra, constituem naturalmente novas frentes de luta contra o desemprego e o subemprego, cuja prioridade se adequa perfeitamente à Agenda XXI, acordada na Rio 92.” Este parágrafo endossa a filosofia ZERI em sua totalidade.

O ZERI, em realidade, trata de uma visão sistêmica de produção, muito semelhante as teias alimentares em ecossistemas naturais onde não existem sobras de energia. A iniciativa de pesquisa em Emissões Zero de Gunter Pauli, propõe uma metodologia baseada em cinco fases. De PAULI (1996) extrai-se:

*“A primeira fase da análise refere-se à busca do rendimento total, para verificar se há possibilidades de usar completamente os produtos no processo de fabricação para que não produza nenhum resíduo. A única indústria que talvez responda a este princípio é a indústria cimenteira, onde todos os insumos materiais podem ser agregados ao produto final. Um corolário para esta fase é que os produtos fabricados sejam reintegrados facilmente ao ecossistema sem processo, energia, transporte e custos adicionais. Se isto não pode ser conseguido, então se deslança a segunda fase de análise: a matriz produtos-insumos. A atenção deve estar no estabelecimento de tabelas de saída ou inventários detalhados de tudo que resulta do processo de fabricação de produtos acabados, aí inclusos resíduos, os particulados liberados pela fábrica através do ar contaminado, os efluentes líquidos liberados nos cursos de água, assim como o desperdício de energia...*

*A matriz de Produtos-Insumos oferece uma base para a identificação dos conglomerados industriais. Esta constitui-se na terceira fase da metodologia de emissões zero...Sobre a base do encadeamento de indústrias, as corporações estabeleceram novas sociedades entre empresas que nunca antes tinham sido consideradas.*

*A quarta fase da metodologia das emissões zero é a de identificar os avanços possíveis que se necessitam para alcançar o sucesso. Por exemplo, não existe nenhum processo em vista, que sirva para integrar as empresas de cosméticos à açucareira. Deve-se identificar e solucionar os gargalos tecnológicos. Algumas vezes se necessita fazer reengenharia dos processos e em outras, descobrir-se novas tecnologias. Para tanto deve-se estabelecer um programa de pesquisa para solucionar as falhas de tal forma que a empresa possa traduzir as conclusões das matrizes Produtos-Insumos numa redução de custos, vendas e estratégias competitivas para assim integrar a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente.*

*A quinta e última fase da metodologia é o projeto de formulação de políticas. Ainda que inúmeras legislações são inspiradas pela necessidade de proteger o meio ambiente, estas não levam em conta as oportunidades que decorrem das matrizes Produtos-Insumos. Em decorrência disto, o processo de formulação de políticas industriais deve ser repensado.*

*A elaboração de cerveja é uma indústria, porém sua cadeia produtiva está baseada na agricultura, por outro lado, as cervejarias devem ser idealmente implantadas nas zonas rurais e não nas zonas industriais.”*

Em resumo, para caracterizar o objetivo maior da Metodologia ZERI, transcreve-se aqui o registro feito em FLECK, STREY E BRUSCH (1998), da Fundação ZERI, Brasil: *“através da Emissão Zero busca-se a completa eliminação de toda forma de resíduos (desperdícios) nos processos produtivos(...)A lógica de negócios da Emissão Zero é de gerar, a partir da utilização máxima das matérias-primas, um aumento da lucratividade das organizações, gerando empregos pelo desenvolvimento de projetos integrados de novas cadeias produtivas baseadas no aproveitamento dos resíduos de produção.”*

<i>1) Modelos de aproveitamento total (total througput models)</i>
<i>2) A busca de valor agregado através de modelos de saída-entrada (output-input models)</i>
<i>3) Conglomerados de indústrias (Industrial Clusters)</i>
<i>4) Tecnologias inovadoras (Breakthrough Technologies)</i>
<i>5) Projeto de Política Industrial (Industrial Policy Design)</i>

Tabela 1 - As Etapas da Metodologia ZERI, Pauli (1996)

A Metodologia ZERI deixa em aberto a maneira como podem ser atingidos os objetivos de cada etapa. Portanto busca-se, no que tange a Metodologia ZERI, instrumentalizar a gestão para a concretização da 1ª para a 2ª etapa desta metodologia, onde necessita-se definir a utilização criativa dos subprodutos gerados pelos processos produtivos. Antes de que se possa pensar em utilizar um resíduo como insumo/matéria



prima de novos processos produtivos são necessários estudos para caracterizar o que está sendo gerado nas formas qualitativa, quantitativa, temporal e também logística. Perseguir o total aproveitamento dos resíduos como insumos de novos processos, envolve o trabalho de equipes multidisciplinares que necessitam de informações detalhadas sobre cada subproduto a ser alvo da busca de soluções, que agreguem valor às matérias primas não utilizadas.

O nosso atual sistema produtivo, um passo antes da formação de conglomerados industriais preconizado pela metodologia ZERI, necessita de experimentações do trabalho integrado na busca do aproveitamento dos resíduos. E isto deverá ocorrer entre as empresas de processos similares que precisam de informações fidedignas e de incentivos iniciais para atuarem conjuntamente no emprego de seus subprodutos em processos conjuntos de reciclagem.

O ZERI não é mais um programa de reciclagem, entretanto é necessária a consolidação dos programas de reciclagem entre as indústrias, para consolidar os procedimentos de reaproveitamento dos materiais. Desta forma abre-se novos caminhos à este programa que sintetiza na prática, a visão da Ecologia Industrial.

## 2.6 GESTÃO DE SUBPRODUTOS À LUZ DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

A legislação brasileira possui desde 1988 uma forma de orientação à gestão dos resíduos industriais. Trata-se da Resolução CONAMA nr. 06, de 15/06/1988, editada no DOU de 02/01/1989. Esta resolução traz em sua ementa os seguintes aspectos:

- *"Considerando a ausência de informações sobre os tipos e destinos dos resíduos gerados no Parque Industrial do País;*
- *Considerando a necessidade de dados precisos sobre os estoques de Bifenilas Policloradas - PCB's e agrotóxicos fora de especificação ou de uso proibido no País;*
- *Considerando que estes produtos podem apresentar características extremamente prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente;*
- *Considerando, ainda, que para a elaboração de diretrizes nacionais visando o controle dos resíduos perigosos, é essencial a realização de um inventário dos resíduos industriais gerados e/ou existentes no País;"*

Em função desta legislação formaram-se as bases para a análise fiscalizadora da gestão dos resíduos industriais . As definições sobre resíduo ainda apoiam-se nas NBR's, especificamente nas seguintes normas:

- *NBR 10004 - Resíduos Sólidos - Classificação*
- *NBR 10005 - Lixiviação de Resíduos - Procedimento*
- *NBR 10006 - Solubilização de Resíduos - Procedimento*
- *NBR 10007 - Amostragem de Resíduos - Procedimento*

Na NBR 10004 – Resíduos Sólidos, a norma básica, encontra-se a classificação dos resíduos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. A classificação apresenta-se em listagens que ora estão organizadas pelas características dos resíduos estando em outras listas, organizado por padrão de concentração de poluentes. Na Norma NBR 10004 os resíduos são agrupados em três classes:

- *Resíduos Classe I - perigosos*
- *Resíduos Classe II - não inertes e*
- *Resíduos Classe III - inertes.*

Estas considerações mostram que o motivo legislador em 1988 considerava à possibilidade de haver poluição sobre o meio ambiente ou de riscos à saúde humana. Entretanto, nada consta explicitamente nesta resolução, que incentive o reaproveitamento ou a reciclagem de materiais.

Até os dias de hoje, a tentativa de cobrança do Inventário de Resíduos, em função da aplicação legal desta resolução e através de manifestos de transporte e tratamento de resíduos gerados nos processos produtivos, causou situações de caos frente a enormes quantidades de papéis a serem conferidos. A utilidade dos dados tabulados em relatórios regionais é também bastante discutível, em função da imprecisão da informação bem como do excessivo tempo de resposta, o qual faz com que as estimativas percam grande parte de sua utilidade gerencial por não serem disponibilizadas de imediato.

Desde 1994 nota-se nos órgãos ambientais uma mudança efetiva no sentido de solicitar informações das indústrias, sobre seus esforços de valorização dos resíduos como redução na geração, na transformação de resíduos em possíveis insumos de novos processos produtivos ou como material para reciclagem. CETESB (1994).

A United Technologies, um conglomerado de indústrias transnacionais, em seu relatório corporativo de Meio Ambiente, Saúde e Segurança, desde 1996 exige de suas filiais, os seguintes registros e relatórios da atuação ambiental:

*"A atuação no Meio Ambiente tem que garantir que seja relatada para cada operação de manufatura:*

- *redução de resíduos industriais (planejada ou não planejada);*
- *redução de emissão de gases tóxicos(idem); e*
- *número de inspeções, violações e multas (US\$)"*

Na seqüência das instruções sugere a fixação de objetivos ambiciosos de redução de resíduos entre seus pares internacionais na ordem de 50 à 80% em médias anuais.

A legislação mais moderna também muda neste sentido. Em 1993 já encontra-se no Rio Grande do Sul, uma Lei Estadual de nr. 9.921, de 27/07/1993, DOE 28/07/93, cuja ementa trata da *gestão dos resíduos sólidos*. Não é mais a situação anterior de gerar os resíduos, classificar, transportar e dispor, mas sim, uma visão de sistema para a gestão dos resíduos sólidos. Desta lei destaca-se os seguintes artigos e parágrafos:

*"Art. 1º - A segregação dos resíduos sólidos na origem, visando seu reaproveitamento otimizado, é responsabilidade de toda a sociedade e deverá ser implantada gradativamente nos municípios, mediante programas educacionais e projetos de sistemas de coleta segregativa."*

Nota-se aqui a transformação da postura legal, onde o primeiro artigo da lei evidencia a importância dada à segregação dos resíduos em sua respectiva origem, visando o reaproveitamento sistemático. É evidente que sendo possível o reaproveitamento do resíduos, reduz-se as necessidades de espaço para a disposição, reduz-se os riscos à saúde humana e ao meio ambiente e ainda vislumbra-se um novo negócio, que pode gerar lucro e emprego. A lei se adapta aos novos tempos.

Na seqüência desta mesma lei, transcreve-se o parágrafo 2:

*"Os municípios darão prioridade a processos de aproveitamento dos resíduos sólidos, através da coleta segregativa ou da implantação de projetos de triagem dos recicláveis e o reaproveitamento da fração orgânica, após tratamento, na agricultura, utilizando formas de destinação final, preferencialmente, apenas para os rejeitos desses procedimentos."*

Em 01/04/98 no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul, foi sancionado o Decreto nr. 38.356, DOE 02/04/98, que regulamenta a Lei anteriormente citada trazendo em anexo único, uma série de Artigos e Parágrafos nos quais evidenciam-se as palavras *não-geração e minimização*:

*"Art. 1º - A gestão dos resíduos sólidos é responsabilidade de toda a sociedade e deverá ter como meta prioritária a sua não-geração, devendo o sistema de gerenciamento destes resíduos buscar sua minimização, reutilização, reciclagem, tratamento ou destinação.*

*Parágrafo Único - O gerenciamento dos resíduos poderá ser realizado em conjunto por mais de uma fonte geradora, devendo, previamente, seu projeto ser licenciado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAM.*

*Art. 2º - A segregação dos resíduos sólidos na origem, visando seu reaproveitamento otimizado, deverá ser implantada gradativamente nos municípios, mediante programas educacionais e sistemas de coleta segregativa, entendida esta como o acondicionamento e coleta em separado dos materiais para os quais exista viabilidade técnica de reaproveitamento."*

Em resumo, este Decreto traz a perspectiva que mudou nos últimos anos, no que tange aos procedimentos a serem adotados em relação aos resíduos em geral, i.é., *não-gerar, minimizar, reutilizar/ reciclar* para dispor apenas o material que não tiver mais nenhuma energia a ser explorada.

## 2.7 CONCLUSÃO

O referencial apresentado conduz nosso pensamento no sentido de antever uma grande quantidade de tarefas a serem efetuadas para transformar os resíduos industriais, que na maioria dos casos ainda está sendo misturado no lixo, em possíveis insumos de novos processos produtivos. Neste contexto, a necessidade de caracterização detalhada dos subprodutos tal como já se encontra definido na Metodologia da Emissão Zero será um desafio interessante aos cientistas pesquisadores do assunto. Os outros desafios dependerão da capacidade de integração entre os diferentes empreendimentos, integração esta que permita a somatória de resíduos/subprodutos de uma mesma natureza, condição básica para as análises de viabilidade econômica dos possíveis processos de reaproveitamento.

## FUNDAMENTOS PARA UMA ORGANIZAÇÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA

Em seqüência ao que vem sendo exposto reafirma-se aqui a meta principal de um correto gerenciamento ambiental na indústria, como sendo o de racionalizar a geração e o tratamento de subprodutos, efluentes e emissões da Empresa.

Considera-se *subprodutos/resíduos industriais* todos os sub-produtos diretos ou indiretos do processo produtivo, perigosos(classe I), não inertes(classeII) e inertes(classe III), segundo a NBR 10004, podendo estes ser sólidos, líquidos(ex.: solventes contaminados) ou pastosos.

Em relação aos *efluentes líquidos*, pondera-se as fontes regulares que geram volumes mensuráveis de águas contaminadas e que necessitam ser tratadas, sendo que além do processo produtivo, supõe-se também, a geração de efluentes sanitários.

No que tange às *emissões atmosféricas* atenta-se às emissões de queimadores de combustível, emissões de solventes e todo tipo de fonte de emissões atmosféricas do processo produtivo.

A seqüência de orientações apresentadas a partir daqui foram traduzidas e partir de um documento de gestão ambiental na indústria emitido pela *Federação Européia das Indústrias Químicas, CEFIC (1989)*. O referido documento tem sido usado como guia para

a elaboração de sistemas de gestão ambiental no seio das indústrias químicas europeias, desde o início da década de 90.

### 3.1 PRINCÍPIOS BÁSICOS DO GERENCIAMENTO

Organizações de todos os tipos necessitam, em função de seus interesses específicos, atingir e demonstrar em maior ou menor escala o desempenho ambiental de seus processos. As legislações tornam-se mais exigentes, acompanhadas pelo desenvolvimento de uma mentalidade muito mais preocupada com a questão ambiental. No entanto a preservação ambiental sem a inserção desta questão no rol de interesses prioritários de processos produtivos é uma quimera que paulatinamente está sendo substituída por planos e ações que integram as diferentes agendas de desenvolvimento.

A ótica a seguir deriva desta visão onde tornam-se cada vez mais inadequadas análises lineares sobre o aspecto ambiental, isoladas de questões econômicas e sociais.

Já no final da década de 80 a CEFIC divulgava a necessidade de atuar na *prevenção* de resíduos, ou seja, *não geração de resíduos*, acarretando uma inversão na ordem vigente, enquanto na década de 70 e 80 a ótica da gestão ambiental era dispor o resíduo gerado.

#### 3.1.1 A Prevenção e Minimização

A prevenção e a minimização da geração de subprodutos na fonte é passo inicial e objetivo principal para o começo de uma evolução do movimento que visa integrar a gestão



ambiental, ao processo produtivo. Desta forma o aspecto minimização será de fundamental importância durante o planejamento de novos processos e produtos. Segregar os diferentes subprodutos é o que tem de ser feito para poder pleitear a utilização deste material como insumo de uma nova produção (não importando ser interna ou externa ao processo gerador do subproduto).

De acordo com o que consta na referência CEFIC (1989), os princípios de um correto gerenciamento ambiental incorporam e aplicam em seqüência, *prevenção, minimização, processamento/reciclagem, tratamento e disposição de resíduos*.

A aplicação desta seqüência de conceitos deve ser implementada, no sentido de minimizar o impacto ambiental e otimizar o consumo de energia. O mais relevante neste instante é que se reduza ao mínimo possível a quantidade de material a ser enviado para tratamento do tipo fim-de-tubo, pois isto é fator de impacto negativo à competitividade do negócio, na medida que encarece os custos de produção.

### **3.1.2 A Filosofia do Gerenciamento Ambiental na Indústria**

A filosofia do gerenciamento ambiental na indústria, necessita ser desenvolvida de forma mais holística em todas as área de responsabilidade, seja na unidade de uma divisão produtora ou uma área de serviços. O conceito deve assegurar que, tanto as diretivas internas, quanto as externas estejam sendo obedecidas. Todos os meios apropriados para evitar, reciclar e dispor resíduos, efluentes e emissões devem ser explorados da melhor forma possível.

A Metodologia ZERI orienta sobre a necessidade de classificar e preparar os subprodutos para que estes sejam insumos de novas produções. Na maior parte dos casos

um subproduto só é poluente se ainda houver energia contida nele. Havendo energia potencial nos resíduos é necessário que se analise em detalhe a composição físico-química e biológica, caso se aplique, pois é necessário organizar e direcionar este material para processos que valorizem a produtividade do sistema como um todo, que propiciem simultaneamente o aumento no nível de emprego, maior lucratividade do negócio com conseqüente redução de impactos e de seus custos ambientais.

### **3.1.3 Registros**

Segundo a ISO 14001, “a organização deve estabelecer e manter procedimentos para a identificação, manutenção e descarte de registros ambientais...Os registros ambientais devem ser legíveis e identificáveis, permitindo rastrear a atividade, produto ou serviço envolvido... Os registros devem ser mantidos, conforme apropriado ao sistema e à organização...”

Há liberdade de opção nas orientações ISO 14001 no que tange a escolha da forma como os registros serão mantidos. Avançando adiante das cópias no papel, aqui incentiva-se a formação de *Banco de Dados*, que posteriormente auxiliarão a consolidar a rastreabilidade da informação de maneira automatizável.

### **3.1.4 Depósitos de Subprodutos (Resíduos)**

Depósitos temporários seguros devem ser providenciados, até que o material siga no processo de reaproveitamento industrial, para um centro de reciclagem ou para tratamento. O transporte de material só é feito após o estabelecimento da cadeia de

responsabilidades, onde fica definido quem gera, quem transporta e quem recebe o material para processamento ou disposição final.

### **3.1.5 Cuidados com os Subprodutos**

Os subprodutos devem ser tratados com o mesmo cuidado aplicado no controle da matéria prima, pois desta forma aumenta-se a possibilidade de que possam ser insumos de novos processos produtivos. Detalhes de segurança devem ser incluídos em cada passo do manejo do subproduto.

### **3.1.6 Alocação de Receitas e de Custos**

Todas as receitas ou custos de processamento ou disposição final do subprodutos devem ser incluídos claramente no orçamento de produção. É importante que a administração tenha clara definição de como evoluem ao longo do tempo os resultados financeiros dos esforços de redução de custos relativos às questões ambientais e por outro lado, dos benefícios do gerenciamento ambiental que busca transformar resíduos em insumos de produção.

## **3.2 REGISTROS DE SUBPRODUTOS/RESÍDUOS**

Toda e qualquer organização deve manter uma série de registros no contexto da sistematização da gestão ambiental. Para o controle de subprodutos industriais os registros são cruciais na medida que sem eles não se pode pensar em cruzamento de dados para a

tomada das ações.

### **3.2.1 Registro especiais sobre os Subprodutos / Resíduos**

Os dados essenciais sobre os subprodutos devem ser compilados no Cadastro de Identidade de Subprodutos/Resíduos e no Controle de Lotes, que quantifica a carga que rumam ao seu processamento. Juntos, estes documentos servem como ferramentas básicas no conceito de gerenciamento da questão subprodutos tratados como lotes de material qualificado.

### **3.2.2 Cadastro de Subprodutos**

Um Cadastro de Identidade de Subprodutos deve ser preparado para cada tipo caracterizável. Isto inclui: a fonte do subproduto; características e composição, incluindo informações necessárias relativas a higiene, segurança e ecologia; quantidades médias geradas (numa estimativa inicial); números de identificação para o transporte; e definição do local de processamento ou tratamento determinado pelo esforço de valorizar ao máximo os subprodutos do processo. As informações necessárias devem ser elaboradas pelo gerador do resíduo e pelo departamento/setor/elemento da gestão ambiental. A possibilidade de formar-se uma rede setorial de informações sobre subprodutos que constitua uma base sólida de dados para os estudos de viabilidade técnica e econômica de novos processos produtivos reaproveitando subprodutos é uma grande mudança rumo a uma sistemática de produção, mais condizente com o desenvolvimento sustentável.

### **3.2.3 Manutenção das Informações**

Se ocorrerem processos que modifiquem a natureza, as condições ou propriedades dos subprodutos, que invalidem os registros anteriores, um novo cadastro deve ser elaborado de acordo com as novas condições. Adicionalmente os registros devem ser revisados pelo menos a cada três anos. É de importância vital para o funcionamento do sistema de reaproveitamento de subprodutos a clareza das informações e a cooperação entre o gerador do subproduto e o consumidor da matéria prima.

### **3.2.4 Controle de Lotes**

O Controle de Lotes de Subprodutos deve ser gerado para cada "batch" ou lote produzido. Este define e estabelece informações sobre o fluxo de materiais, inclusive o local e a(s) pessoa(s) responsável(eis) por aquela quantidade de subproduto a qualquer hora e em qualquer lugar.

### **3.2.5 Prazos de Validade**

Os registros, *Cadastro de Identidade de Subprodutos e o Controle de Lotes*, devem ser mantidos durante o tempo requerido pela legislação local. Entretanto, os registros dos subprodutos utilizados como matéria prima e aqueles que forem incinerados devem ser guardados pelo tempo mínimo de três anos e *no que tange a registros de subprodutos destinados a aterros sanitários, estes devem ser mantidos indefinidamente.*

### 3.3 PREVENÇÃO E MINIMIZAÇÃO

Os Sistemas de Gestão Ambiental na indústria devem dar prioridade à reformulação do processo produtivo que elimine o desperdício. Não sendo possível 100% de eliminação de subprodutos o aproveitamento destes deve ser estimulado.

#### 3.3.1 Novos Processos

A *Prevenção e a Minimização* na geração de subprodutos são metas prioritárias que doravante deverão receber atenção especial durante o desenvolvimento de qualquer novo processo. Antes do produto começar a ser produzido é conveniente que seja efetuado um estudo do tipo *Engenharia Simultânea* (técnica definida na página 13 deste trabalho) principalmente atento à questão dos subprodutos e suas respectivas vias de destinação. Para um produto que esteja sendo produzido isto só é possível após uma revisão geral em todo o processo produtivo, estando sendo aplicado em nossos dias, a metodologia e princípios das Tecnologias Limpas.

### 3.4 REPROCESSAMENTO E RECICLAGEM

A reciclagem dentro do processo industrial consiste no preparo para o aproveitamento interno ou em parcerias externas, do potencial produtivo que ainda existe em cada subproduto.

### 3.4.1 Valorização dos Subprodutos

O ato de valorizar subprodutos recolocando-os novamente dentro de ciclos produtivos é uma contribuição essencial para minimizar a quantidade de resíduos gerados, para reduzir custos e impactos ambientais. A busca de possibilidade de reprocessamento / reciclagem deve ser estendida para incluir, tanto possibilidades de reciclagem interna, quanto externas que por ventura possam existir. Vale ainda ressaltar que a grande mudança conjuntural, em relação ao atual estilo de produção deverá conduzir a uma organização produtiva muito mais sistêmica do que nos dias de hoje. Ou seja, os outputs de um processo deverão estar sincronizados com os inputs de um novo processo produtivo, buscando-se desta forma, maior lucratividade do negócio, redução de custos ambientais, redução de impactos e aumento no nível de emprego, conforme preconiza a *Emissão Zero*.

### 3.4.2 Viabilidade Econômica

O processo de determinação da viabilidade econômica do reprocessamento / reciclagem deve ser o mesmo que determina a utilização de uma matéria prima. Isto inclui também a utilização da energia; informações relevantes sobre a qualidade do material; custos de disposição de materiais não reciclados; logística; riscos de segurança e de meio ambiente; aspectos de higiene ocupacional e a avaliação das conseqüências da não-reutilização ou da não-reciclagem. Finalmente os custos e benefícios devem ser atribuídos para um produto de forma particular ou a um grupo de produtos, tornando mais clara a relação de custos ambientais associados ao produto produzido pelo linha principal de produção.

### 3.5 REUTILIZAÇÃO, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO - ASPECTOS GERAIS

Não havendo formas conhecidas de reutilização dos subprodutos, deve-se assegurar que o método de tratamento e/ou disposição, não seja a simples transferência dos resíduos de um *meio ambiental* para o outro. Por exemplo, incineração sem o adequado tratamento de gases transfere o material poluente do estado sólido ou líquido, para o gasoso colocando no ar através das emissões do processo de combustão, uma série de compostos nocivos a saúde e ao meio ambiente.

#### 3.5.1 A Escolha do Mais Próximo

Para facilitar a operação, o reprocessamento, tratamento ou a disposição devem ser efetuados na localidade mais próxima, que seja, técnica e economicamente utilizável. Isto é mais econômico e reduz o risco ambiental.

#### 3.5.2 Acondicionamento

O acondicionamento apropriado pode ser necessário ao tipo de tratamento e disposição selecionado. O tipo de acondicionamento para o reaproveitamento deve ser acordado entre o gerador e o consumidor. Resíduos para incineração e aterro devem passar por diferentes pré-tratamentos. Também pode ser necessário pré-tratar cinzas e escórias de incineração antes de enviá-las para o devido local de disposição.



### **3.5.3 Atribuições**

O gerador do subproduto deve providenciar o acondicionamento ideal para o tipo de processo de tratamento (separação de resíduos, embalagem, estabilização, mistura, desidratação ou diluição).

### **3.5.4 Incineração x Aterro**

Não sendo possível o reaproveitamento do subproduto na tentativa ideal de valorizar ao máximo o potencial energético dos subprodutos, a incineração é preferível em relação ao aterro, não somente por reduzir o volume de resíduos, mas porque ela pode converter resíduos orgânicos combustíveis, em escórias, cinzas e sais. Entenda-se aqui por incineração um processo tecnicamente competente na depuração dos poluentes presentes em gases e emissões de processos de combustão. Conforme CEFIC (1989).

### **3.5.5 Resíduos Perigosos**

Subprodutos que contenham substâncias orgânicas voláteis, solúveis em água, de odor forte, críticas às águas de subsolo, tóxicas ou biologicamente ativas, devem ser metodicamente analisados e em última instância, caso não se conheça o reaproveitamento, devem ser incineradas em processos condizentes com o estado da arte.

### **3.5.6 Avarias em Equipamentos**

Subprodutos que possam causar sérios danos ao equipamento de incineração ou que não possam ser corretamente removidos pelo sistema de lavagem de gases, tais como materiais contendo mercúrio, arsênico, cádmio, tálio ou asbesto devem ser tratados com cuidados especiais sempre valorizando ao máximo a possibilidade de não gerar e a de reutilizar este subproduto.

### **3.5.7 Cinzas e Escórias**

Apesar da incineração reduzir a quantidade e melhorar a qualidade do resíduo, este processo não elimina completamente o resíduo. Ainda existirão escórias, cinzas e sais que deverão ser corretamente dispostos em aterros adequados a natureza do resíduo, entretanto bem menos agressivos que o estado inicial anterior a da incineração.

### **3.5.8 Lavagem de Gases**

Um sistema de lavagem de gases apropriado sempre será necessário para diminuir a carga de poluição do ar. O tipo de tratamento depende da composição dos resíduos e da tecnologia de incineração utilizada.

## **3.6 ATERROS**

São considerados aterros industriais todo aqueles que são construídos seguindo as normas técnicas desde a escolha do local, até as práticas de gerenciamento como orienta o melhor estado da arte.

### **3.6.1 Disposição Final em Aterros**

Aterros devem servir como disposição final, segura e monitorada para resíduos imobilizados. Resíduos para aterros, em geral, não devem ser: reativos, tóxicos, infecciosos, líquidos, solúveis em água, ou de odor forte. O material que vai para aterro deve passar pelos testes oficiais de lixiviação e solubilização como consta nas NBRs 10.006 e 10.007.

## **3.7 RESPONSABILIDADES**

A clara distribuição da responsabilidade entre os membros da empresa é a forma mais eficiente de organização para o sucesso do Sistema de Gestão Ambiental.

### **3.7.1 Deveres do Gerador**

São deveres do Gerador providenciar todas as informações necessárias para completar o Cadastro de Identidade do Subproduto.

A equipe deve assegurar que todas as possibilidades, ambientalmente corretas e economicamente realizáveis, de reduzir o volume de resíduos, sejam exploradas antes de selecionar as opções de disposição.

É muito importante que o Gerador assegure serem os subprodutos gerados de natureza idêntica aos registros inseridos no cadastro de identidade do subproduto.

O gerador é também responsável pelo correto pré-tratamento dos subprodutos

antes da destinação final, caso este seja um procedimento acordado como necessário.

O Gerador deve contribuir zelando pelo correto acondicionamento e identificação dos subprodutos.

### **3.7.2 O Gestor Ambiental**

O elemento responsável pela gestão ambiental deve concentrar esforços na busca do reaproveitamento dos subprodutos. Deve também determinar o pré-tratamento correto ou o acondicionamento para cada subproduto, assim como os métodos e os locais de disposição dos mesmos. Uma de suas principais responsabilidades é assegurar que as normas oficiais e leis estejam sendo obedecidas. Apesar do responsável pelo reprocessamento assumir fisicamente a responsabilidade dos subprodutos que chegam em suas mãos, o gestor ambiental não pode perder de vista as informações e o que está sendo realmente feito durante o processo.

Junto com o gerador do subproduto o gestor ambiental deve revisar e atualizar o cadastro de identidade dos subprodutos, com a periodicidade mínima de 3 anos ou quando ocorrerem mudanças significativas de caráter físico, químico ou biológico.

É dever do gestor ambiental manter documentação ininterrupta sobre as condições, localização, data, quantidade e conteúdos de subprodutos embalados e despachados para tratamento.

Ele deve também realizar estas funções e controles quando a própria Empresa estiver atuando como centro de processamento de subprodutos.

O gestor ambiental deve ainda monitorar os limites de emissões ambientais, tanto na sua área produtiva, quanto nas empresas de tratamento que utiliza como parceiros na

destinação final dos subprodutos.

Em última análise ele deve ser um elo entre o processo industrial e o compromisso com o desenvolvimento sustentável agindo sempre consciente das necessidades de lucro do negócio e dos benefícios sociais e ecológicos do reaproveitamento dos subprodutos, que para tal, devem ser gerenciados com critérios individuais.

### **3.7.3 Utilização de Serviços de Terceiros**

Os serviços de terceiros em vias de ser utilizado por uma empresa, devem ser avaliados pelo gestor ambiental, antes da concretização da operação. Estas avaliações determinarão as condições do serviço em pontos técnicos, econômicos, operativos, equipamentos, documentação e conformidade com determinações governamentais.

Visitas regulares ao local de processamento devem ser efetuadas ao menos uma vez ao ano, com a finalidade de confirmar se as normas continuam sendo obedecidas e se continua satisfazendo os requisitos pré-estabelecidos.

Para as unidades de serviço de terceiros que não satisfaçam os requisitos legais, o gestor ambiental pode tentar começar junto a empresa uma capacitação para melhoria nas condições operacionais. Não sendo possível, este deve cancelar o contrato de serviço.

### **3.7.4 Gerente Geral**

O Gerente Geral, frente ao controle oficial é o responsável final pela destinação dos subprodutos de sua área produtiva. Missões específicas devem ser delegadas aos seus subordinados.

O Gerente Geral, deve estar seguro de que contatos com as autoridades venham sendo mantidos durante o processo de desenvolvimento da filosofia de gerenciamento de subprodutos.

### **3.7.5 Unidade Corporativa de Meio Ambiente**

É função do responsável corporativo de meio ambiente, providenciar assistência e suporte técnico ou ferramentas gerenciais sobre o processamento, tratamento e a disposição de subprodutos, bem como auxiliar com orientações sobre os processos de minimização e reciclagem dos subprodutos.

## **3.8 EFLUENTES LÍQUIDOS, MONITORAMENTOS E LICENÇAS**

O controle dos efluentes líquidos de processos exige o conhecimento das instalações locais, das tubulações, da identificação dos fluxos de tratamento, dos planos e controles administrativos.

As empresas encontram-se hoje com sua geração de efluentes enquadrada em Licenças de Operação(LO). Este tipo de autorização é controlado pelos órgão ambientais que recolhem periodicamente relatórios concernentes ao controle de poluição da água. Os efluentes passam por um estudo de caracterização visando identificar as águas residuais geradas no local. Como na maior parte dos casos as águas residuais estão fora dos parâmetros permitidos para descargas sem tratamento, as empresas devem providenciar tratamentos internos ou externos que garantam a redução da poluição até os limites estipulados.

As atividades de monitoramento e registros de dados coletados devem considerar diretamente o que foi estabelecido pela licença de operação, que são os requisitos específicos de cada descarga de processo produtivo. No entanto, não havendo restrições de licenciamento, a empresa deve acatar as legislações federais, estaduais e municipais que disponham sobre o assunto em questão. É obrigação da empresa estabelecer programas que garantam estarem estes controles e equipamentos de tratamento, adequados as necessidades impostas pela condição de manter dentro dos limites legais, as descargas de efluentes líquidos.

Para atingir os níveis ideais de controles todos os equipamentos de tratamento de águas residuais deverão passar por inspeções periódicas e calibrações. Mais importante ainda é o estado de habilitação de todos os envolvidos com as operações de tratamento, que deverão receber instruções certificadas. Normalmente são gerados lodos nos tratamentos de efluentes que devem ser controlados pelo gerenciamento de subprodutos, sempre lembrando que existem várias formas de reutilização destes subprodutos, tais como por exemplo, a recuperação de solos degradados quando tratar-se de lodos biológicos comprovadamente isentos de pesticidas ou metais pesados.

A empresa também deve avaliar e controlar seus impactos por emissões atmosféricas. Os primeiros trabalhos devem estabelecer o mapa da área com a identificação de todos os pontos possíveis de emissões atmosféricas. Muitas indústrias já estão sob controle de licenças de operação que abrangem também as emissões atmosféricas. A partir disto o correto gerenciamento de processo deve assegurar os registros de monitoramento e confrontá-los com as normas de emissões atmosféricas estabelecidas. Todas as operações de distribuição de solventes e combustíveis devem ser monitoradas e sistemas de manutenção de registros e apresentação de indicadores devem ser desenvolvidos.

### 3.9 OS CONTROLES GERENCIAIS

Todas as atividades associadas aos aspectos ambientais significativos devem ser controladas, de forma a assegurar que sejam executas sob condições específicas. Isto refere-se principalmente ao que estipula-se como sendo os critérios operacionais nos procedimentos. Tal como preconizam as normas de gestão pela qualidade ISO 9001 e ISO14001, todo estabelecimento deve manter os procedimentos relativos aos aspectos ambientais significativos identificáveis de bens e serviços utilizados pela organização, e da comunicação dos procedimentos e requisitos pertinentes a serem atendidos por fornecedores e prestadores de serviços.

A partir do momento que estão estabelecidos parâmetros em licenças de operação a empresa necessita desenvolver uma documentação abrangente sobre a maneira como ela administra seus controles de efluentes líquidos e emissões atmosféricas.

Todas as descargas e emissões devem ser individualmente identificadas e caracterizadas tanto física (vazão, temperatura...etc) quanto quimicamente para se otimizar as possibilidades de redução da geração, aumentar a reutilização ou por último no correto dimensionamento do tratamento a ser efetuado. Neste ponto cabe salientar a importância da amostragem. É fundamental que a coleta das amostras seja tecnicamente efetuada, garantindo os seguintes aspectos: data, hora e ponto exato da amostragem; pessoa responsável pela amostragem e observações das condições de amostragem segundo a norma NBR 10008. Só a partir de um correto procedimento de amostragem se pode realizar as análises necessárias.



### 3.10 PLANOS DE EMERGÊNCIA

Todas as atividades de gerenciamento ambiental na indústria devem prever a ocorrência de situações de emergência. Inúmeros incidentes com resíduos, efluentes e emissões podem ocorrer no âmbito de uma indústria. Um plano correto avalia as possibilidades de fugas de efluentes contaminados e de emissões tóxicas e propõe ações emergenciais organizadas. As análises de risco devem elencar todos os procedimentos do local e o potencial de risco na forma de efluentes ou de emissões. A organização deve prever sistemas de registros de informação de ocorrências sobre os acidentes com efluentes e emissões atmosféricas.

Desta forma resume-se as questões básicas que devem ser contempladas pelo sistema de gerenciamento ambiental de qualquer empreendimento, no entendimento deste autor.

## UM MÉTODO PARA O GERENCIAMENTO DE SUBPRODUTOS INDUSTRIAIS

O método para a sistematização de gerenciamento de subprodutos industriais proposto a seguir, tem sua concepção baseada nas orientações para a gestão ambiental da Federação Européia das Indústrias Químicas, CEFIC (1989), somada a experiências de gestão por indicadores ambientais. O objetivo deste método é auxiliar a empresa usuária, no sentido de evitar o desperdício com os resíduos, a partir das informações detalhadas sobre os subprodutos, visando identificar todas as características de cada subproduto para buscar o melhor reaproveitamento sob uma ótica produtiva. Então, neste método, concentra-se esforços no incentivo à separação dos subprodutos do processo produtivo e armazenamento de todas as informações relativas às quantidades geradas. Esta metodologia necessita de uma série de automatizações para não aumentar o esforço de controles.

Nos próximos pontos visa-se explicar as bases filosóficas e os itens de controle que foram desenvolvidas para a programação de sistema de gestão de subprodutos industriais.

### 4.1 A GESTÃO DOS SUBPRODUTOS (RESÍDUOS) INDUSTRIAIS

O ponto central deste método de gerenciamento de subprodutos reside no controle

individualizado daquilo que é gerado no processo industrial. A avaliação e a tomada de decisão gerencial sobre a geração, transporte, reaproveitamento ou tratamento, depende de um cadastro de informações detalhadas sobre cada subproduto.

O ato de controlar e atualizar as informações sobre uma grande quantidade de subprodutos implica no registro de uma série de informações, a serem imputadas periodicamente.

Com as informações detalhadas de cada subproduto organiza-se um *Cadastro de Subprodutos Industriais*, onde se possa incluir todos os subprodutos existentes e novos subprodutos que sejam oriundos da reorganização e da evolução do processo produtivo. Para cada subproduto determina-se um novo código de cadastramento no sistema de gerenciamento de subprodutos.

Existem muitos subprodutos de diferentes qualidades nos processos produtivos, mas é comum que estes estejam misturados. Com este comportamento os resíduos de produção que não fazem parte dos produtos principais, de uma forma ou de outra acabam transformados em lixo industrial. Há necessidade de uma nova consciência ambiental que altere este quadro e o método aqui poderá vir a ser instrumento desta mudança. Não há nenhum problema em fazer uma ampla separação para análise dos materiais residuais durante o período inicial da implantação de um sistema de gestão ambiental. A análise é fundamental para que se possa encontrar o emprego dos subprodutos visando transformá-los em insumos do processo produtivo ao invés de enviar os resíduos para aterros industriais ou para tratamentos mais custosos, como é o caso da incineração.

É necessário considerar os subprodutos como se fossem matéria prima, ou seja, atribuindo à separação dos subprodutos a função de gerar um material com padrão de qualidade. O valor potencial do material para reutilização por remanufatura, reuso ou

reciclagem, cresce na medida que o subproduto segregado apresentar confiabilidade e estabilidade em suas características. SARKIS, RASHEED (1995).

É importante salientar que diferentes áreas geradoras podem gerar subprodutos semelhantes e que seria um erro denominar estes resíduos de mesma característica com outros cadastros e nomenclatura que iria mascarar a possibilidade de somar-se as quantidades geradas. As possibilidades de uma real valorização dos subprodutos dependem da capacidade do sistema de gerenciar quantidades significativas, capazes de satisfazer as avaliações econômicas, que definem as necessidades de insumos dos novos processos produtivos. Estimula-se a mesma codificação e nomenclatura para o subprodutos de origens diferentes, que tenham o padrão aceito pelo processo que vai empregá-los e controla-se na base dos lotes gerados a indicação da área geradora. Na seqüência de explanações sobre este método, discuti-se o ponto *Geração de Lotes*, que é fundamental para este conceito de gestão.

Inicialmente pode-se fazer um cadastro de subprodutos composto apenas por dados básicos como código, nome do subproduto, forma física e produto/processo gerador. O restante das informações irá sendo agregado, na medida que o conhecimento específico sobre o subproduto seja desenvolvido. Este tipo de cadastro simplificado não deve ser tomado como regra pois o aproveitamento dos subprodutos como insumos, depende na maioria das vezes, de informações detalhadas a serem registradas na composição do cadastramento. Na falta de melhores informações os relatórios para avaliação e tomada de decisão também serão menos consistentes além do que muitas informações secundárias são importantes e imprescindíveis para a manipulação dos subprodutos.

Na concepção deste método prevê-se que o cadastro do subproduto seja composto por vários itens, a maioria deles com detalhes informativos.

## 4.2 ITENS DE CADASTRO DE SUBPRODUTOS

Os itens de cadastro que compõe a informação sobre um determinado subproduto são constituídos por uma série de aspectos que são sugeridos nas referências CEFIC (1989) e Resolução CONAMA (1989). Além destas bases referenciais foram sendo agregadas outras necessidades levantadas em entrevistas com clientes diversos, durante os trabalhos de consultoria do autor desta dissertação.

Na seqüência apresentam-se os itens que recomenda-se identificar no cadastro de subprodutos.

### 4.2.1 O código e a denominação

Trata-se aqui de codificar a identificação atribuída ao subproduto, para o controle do sistema. O código e a denominação devem contemplar não apenas as necessidades internas de organização, mas sim ter uma visão do conjunto de possibilidades de reciclagem, remanufatura e reaproveitamento dos subprodutos de uma maneira sistêmica. Este é um aspecto importante deste método que pretende-se melhor discutir nas conclusões desta dissertação.

### 4.2.2. Grupos de incompatibilidade

Existe um risco grande em relação a estocagem de uma série de resíduos e subprodutos industriais, que são reativos entre si e que por desconhecimento da gerência,

podem ser estocados lado a lado. Na página seguinte, apresenta-se uma tabela orientativa, oriunda originalmente da Agência de Proteção Ambiental Americana (*Environmental Protection Agency - EPA*).

1	Ácidos Minerais Oxidantes	1																		E - Explosivos
2	Bases Cáusticas	C	2																	F - Fogo
3	Hidrocarbonetos Aromáticos	C, F		3																GI - Gás Inflamável
4	Orgânicos Halogenados	C, F, G T	C, GI		4															GT - Gás Tóxico
5	Metais	GI F, G T			C, F	5														C - Geração de Calor
6	Metais Tóxicos	S	S							6										S - Solubilização de toxinas
7	Hidrocarbonetos Alifáticos Satur.	C, F																		7
8	Fenóis e Cresóis	C, F																		8
9	Agentes Oxidantes Fortes		C	C, F		C, F	C													9
10	Agentes Redutores Fortes	C, F, G T			C, G T							GI , C	C, F, E	10						
11	Água e Soluções Aquosas	C			C, E		S													GI , G T
12	Substâncias que reagem c/ água	Extremamente Reativo: não misturar com nenhum produto químico ou resíduo													12					

Tabela 2 - Risco de Reação entre Subprodutos Estocados, ROCCA (1992)

Esta tabela organiza de forma matricial a relação entre 12 classes de produtos e as possíveis reações caso estes entrem, inadvertidamente, em contato físico.

O registro do grupo de incompatibilidade ao qual pertence o subproduto, serve basicamente, para classificar os subprodutos de maneira que na hora da estocagem reduzam-se os riscos de incidentes ao não agrupar lado a lado, substâncias incompatíveis nos atuais depósitos temporários e áreas de estocagem.

#### **4.2.3 Codificações legais**

Há uma série de códigos que são indicados para compor a identificação dos resíduos pela norma NBR 10.004 (op.cit).

Aos códigos desta norma somam-se outros que fazem parte das necessidades de segurança para o transporte de produtos perigosos. Entretanto não é fácil a indexação correta utilizando estes códigos que muitas vezes inexistem no que tange a certos resíduos industriais e que por outras vezes são muito generalistas e não contribuem para uma avaliação gerencial. Necessita-se uma maior precisão para os procedimentos de reaproveitamento dos subprodutos. Mesmo que sejam pouco claros em questões que exigem-se mais definição, como constam em documentos legais é conveniente que estes registros sejam contemplados entre os itens que perfazem o cadastro de subproduto, para constar a informação em caso de necessidade de preenchimento de relatórios oficiais.

#### **4.2.4 Outros requisitos da resolução CONAMA**

A resolução CONAMA 06/88 (op.cit) solicita a definição da *Forma Física* em que



o subproduto se apresenta. Da mesma maneira a referida resolução solicita que seja definido o *Aspecto mais notável*, bastante útil para uma rápida identificação de evidências sensoriais de um subproduto.

Os *Poluentes Potenciais* e os *Principais Componentes*, devem ser declarados como mais um meio rápido de identificação do subproduto, segundo a orientação desta resolução.

No que tange aos principais componentes é de suma importância a contribuição do responsável pela produção. O colaborador do local da geração pode apresentar importantes detalhes sobre o subproduto. Ele deverá fornecer as informações mais precisas que estiverem disponíveis, em função do seu conhecimento do processo. É necessário indicar quais e em que percentual estão presentes no subproduto, substâncias orgânicas e inorgânicas, sólidas e líquidas, principais e coadjuvantes, (água, solventes em geral...etc.). É importante constar o nome de substâncias reconhecidas como problemáticas (metais pesados, venenos reconhecidos, poluentes orgânicos especiais ou produtos cancerígenos.) mesmo quando em baixas concentrações.

#### **4.2.5 O produto ou o processo gerador**

Definir junto ao cadastro de subprodutos o nome do produto ou do processo do qual este subproduto origina-se é uma forma de interligar as informações prevendo-se uma futura evolução do controle de subprodutos. Definir a origem de um subproduto quanto ao produto principal ou ao processo gerador permite ao gerente extrair simultaneamente ao processo de alimentação de lotes, informações sobre qual produto ou processo está gerando aquele subproduto e em que quantidade. Esta informação permite tanto associar o que está

sendo gerado com a sua origem como também fazer projeções estimadas em fatos concretos oriundos dos controles do dia-a-dia.

#### **4.2.6 Laudos Técnicos**

O cadastramento dos laudos de análise dos subprodutos é o registro no banco de dados do subproduto, dos resultados oficialmente apresentados por análises efetuadas preferencialmente em laboratórios autorizados. A finalidade deste cadastramento de laudos é de auxiliar no controle de documentação e de disponibilizar com facilidade informações relevantes sobre os subprodutos. Dentro da evolução que se projeta para o sistema produtivo, a valorização dos subprodutos na maioria das vezes estará ligada a definição clara de seus componentes químicos e aspectos físicos que estarão definidos por laudos oficiais.

#### **4.2.7 Aconselhamento**

O cadastro de subprodutos deve ter um espaço para a inserção de textos de aconselhamento. Coloca-se neste espaço todas as informações adicionais que forem necessárias para melhor caracterizar aspectos especiais do subproduto. Sugere-se uma padronização da empresa, numa seqüência de índices, como exemplo: 1) EPIs para manuseio; 2) Procedimentos em caso de acidente; 3) Aspectos para a valorização do subproduto...etc. A sugestão de que se faça uma lista tem por finalidade lembrar e padronizar as informações que aí serão registradas, de modo a facilitar a busca e a compreensão das informações relevantes sobre o subproduto em questão.

### 4.3 OS PRESTADORES DE SERVIÇO

O cadastramento dos prestadores de serviços é indispensável para dar consistência aos controles e para satisfazer as exigências de relatórios oficiais como o *Inventário de Subprodutos* da citada resolução CONAMA 06/88. Neste relatório oficial deve ser definido quem está prestando serviços à empresa geradora. Nos cadastros *dos Prestadores de Serviços* define-se os principais aspectos de identificação de uma empresa. Normalmente os prestadores de serviço poderão ser agrupados em:

- *Laboratórios de Análises* que perfazem as determinações e assinam os laudos sobre subprodutos.
- *Transportadores* contratados para o transporte de subprodutos desde o depósito da fonte geradora até a Unidade de Tratamento.
- *Unidades de Tratamento ou de Reaproveitamento* dos subprodutos que reutiliza, recicla ou dispõe os subprodutos.

A inserção de um novo *Prestador de Serviços* nos controles deve ser facilitada, para que o responsável pela área ambiental possa dedicar mais tempo para confirmar os detalhes da oferta do serviço e certificar que o parceiro de negócio atende as exigências da empresa e que cumpre os acertos de contrato.

Além dos dados corriqueiros de identificação para contatos é importante o controle do registro do prestador de serviço junto ao órgão de fiscalização ambiental, que concede licenças de operação renováveis, normalmente estipuladas para o período de um ano.

#### 4.4 OS CONTROLES

O método de gerenciamento de subprodutos industriais aqui proposto, busca servir às filosofias, técnicas e metodologias que busquem maior consistência de informações, não só no gerenciamento de subprodutos como também nos controles de efluentes líquidos e emissões atmosféricas. Matérias primas potencialmente aproveitáveis podem também estar sendo desperdiçadas através de emissões atmosféricas e de efluentes líquidos. Aconselha-se que haja um esforço de determinação e controle destas perdas.

Neste método aqui proposto, cada carga de um subproduto cadastrado é denominada *lote*. A garantia da informação gerencial reside em ter o controle dos lotes gerados atualizados na frequência adequada à realidade de cada processo produtivo ou sistema de produção que esteja trabalhando de forma integrada. Na concepção deste método tem-se o controle dos lotes como o elemento determinante da situação quantificada dos subprodutos industriais em cada caso, enquanto o cadastramento dos subprodutos serve ao histórico e às informações técnicas sobre cada material segregado.

##### 4.4.1 O controle de lotes

Cadastrar um novo lote deve ser um procedimento simples e ao mesmo tempo completo.

Sobretudo o controle de lotes deve garantir as informações a respeito do código de subproduto indexado ao controle de lote, sobre as quantidades geradas, datas de geração, transporte, tratamento ou reaproveitamento dos subprodutos. O conhecimento sobre a área

geradora e os prestadores de serviço fazem parte de controles fundamentais para o gerenciamento de subprodutos. Enquanto as informações relativas ao “transportador” e ao “tratamento” do subproduto devem ser informadas ao órgão controlador ambiental, para o empreendimento é importante identificar a "área geradora", a fim de que seja possível efetivas avaliações estatísticas do tipo "quem" está gerando "o quê" em termos de subprodutos industriais.

Aconselha-se que o controle de lotes que passam pelo processamento, tratamento ou disposição contenha o registro de custo por kg do tratamento, ou uma outra relação monetária. A importância da fixação de uma unidade de quantificação reside no fato de ser fundamental para as necessárias comparações e interpretações de diversas análises econômicas. Deve-se registrar tanto créditos como débitos para que se possa trabalhar estatisticamente aspectos de custos do gerenciamento ambiental no que tange aos subprodutos industriais. As questões relativas ao custo devem contemplar todos os aspectos materiais e logísticos para uma boa definição de perdas e lucros.

#### **4.4.2 O controle de emissões e efluentes**

Outros aspectos a serem controlados por um sistema de gestão de subprodutos industriais, tal como já foi referenciado anteriormente, são os registros e documentação de amostragem e análise, dos níveis de emissões atmosféricas e de efluentes líquidos, por pontos de amostragem. Desta forma mantém-se o conhecimento dos processos de geração de efluentes e emissões atmosféricas da empresa, com possibilidades de refinado detalhamento analítico. Deve ser possível manter registradas informações específicas de uma dada bateria de amostragem, com relação ao responsável pela amostragem, laboratório

de análise e outros dados relativos a esta questão.

#### 4.5 INFORMAÇÕES PADRONIZADAS

Há uma série de informações que não devem ser apresentadas em formatos variáveis. Neste aspecto enfatiza-se a necessidade de padronização dos dados e sugere-se a criação de uma série de tabelas. Estas tabelas visam facilitar, padronizar e dar consistência aos controles evitando duplicidade de definições e conseqüentes erros de controle.

Estas tabelas, na maioria das vezes, contam apenas com dois campos sendo que um é a chave e o outro é a descrição à qual a chave em evidência se refere.

Na seqüência apresenta-se as tabelas padronizadas.

##### 4.5.1 Depósitos temporários

É necessário que dentro da fábrica existam locais apropriados para a estocagem de produtos e de subprodutos industriais. Existem normas para as condições físicas de piso, arejamento e cobertura destes depósitos, bem como controle de acesso para a segurança do trabalho. Nesta tabela devem ser cadastrados todos estes locais possíveis e disponíveis para o depósito intermediário de subprodutos, que sendo corretamente controlados, garantem ao gerenciamento saber a qualquer instante que se faça necessário, onde se encontra um determinado lote de subprodutos.

##### 4.5.2 Acondicionamento para Transporte

A resolução CONAMA 06/88 definiu na sua tabela 2, os tipos de acondicionamento utilizados para o transporte, da seguinte forma:

Código	Tipo de Acondicionamento
E01	Tambor de 200 litros
E02	A granel
E03	Caçamba
E04	Tanque
E05	Tambores de outros tamanhos e bombonas
E06	Fardos
E07	Sacos plásticos
E08	Outras Formas

Tabela 3 - Formas Oficiais para Definição de Acondicionamento para Transporte. Fonte Resolução CONAMA (1989)

Como os controles sofrem evolução é possível que haja um outro tipo de acondicionamento diferente dos já existentes nesta tabela, que seja necessidade de uso regional. O sistema deve permitir a inclusão de novos dados sem muitas dificuldades.

#### 4.5.3 Produtos/Processos Geradores

A informação sobre o produto ou processo gerador (associando o produto e seus subprodutos) é especialmente importante, para que o gerenciamento possa detectar eventuais excessos, onde de um certo produto ou processo resultem quantidades significativamente altas de subprodutos. Nesta concepção, acredita-se ser importante, que o

sistema possibilite indexar o subproduto ao produto ou ao processo gerador. A identificação dos produtos e subprodutos é especialmente necessária para avaliar o *Input-Output* de matérias primas no processo produtivo.

#### **4.5.4 Áreas geradoras**

Nesta tabela cadastra-se o código e a descrição do setor gerador do subproduto. O cadastramento das áreas geradoras é básico para que se possa identificar nos lotes gerados a origem interna dos mesmos. Isto feito possibilitará a pesquisa de consultas qualitativas relativas aos subprodutos que uma determinada área está gerando.

#### **4.5.5 Grupos de Subprodutos**

Em nossa visão de sistema, o gerenciamento ambiental necessita formar para seus controles grupos, de subprodutos de acordo com o interesse específico de setores produtivos, reunindo de forma particularizada os subprodutos semelhantes. Em benefício da verdade pode-se dizer que as legislações existentes já definem grupos de subprodutos, mas as classificações atuais são muito generalistas o que não permite avaliações mais precisas sobre quantidades geradas de um determinado grupo de subprodutos, que possam servir ao interesse produtivo de um novo processo. Com o incentivo à formação destes grupos de subprodutos, busca-se fornecer uma alternativa para a avaliação potencial inicial dos novo negócio, que necessariamente implica em poder facilitar aos empresários, uma visão mais próxima do real no que tange à qualidade e quantidade dos possíveis insumos produtivos.



## 4.6 ESTATÍSTICA E RELATÓRIOS

A estatística deve estar baseada em ferramentas de pesquisa que tenham por finalidade principal servir ao gerenciamento ambiental, como ferramentas de interpretação dos dados registrados nos bancos de dados. A estatística deve visar responder de forma sucinta questões rápidas sobre a situação do controle de subprodutos, trazendo informações a partir de indicadores do gerenciamento ambiental para o controle dos lotes de subprodutos e suas respectivas situações. Sugere-se a seguir uma série de aspectos que podem auxiliar ao controle ambiental, uma vez que os dados tenham sido corretamente inseridos.

### 4.6.1 Situação de lotes de um Subproduto

Nesta pesquisa tem-se por objetivo obter um extrato informativo sobre todos os lotes de um determinado subproduto cadastrado, suas quantidades, datas de geração, transporte e tratamento (caso já tenham sido destinados), visando também definir com precisão a localização dos lotes. É notável como a falta de um sistema de gestão não permite aos gerentes e chefes de produção conhecerem a situação dos lotes gerados, quanto ao estágio de destinação em que se encontram. Constatou-se examinando a incerteza contida nos relatórios ambientais, como por exemplo o relatório FEPAM (1998), que não pode precisar a destinação de cerca de 50% dos resíduos gerados no Estado do Rio Grande do Sul. Em decorrência da falta de um sistema de gestão dos resíduos, os relatórios oficiais dos órgãos controladores tornam-se pouco efetivos como instrumentos de informação

estratégica para novos negócios que utilizem subprodutos como insumos.

#### **4.6.2 Situação de subprodutos classificados de cada Área Geradora**

O sistema de gestão ambiental necessita que se possa, dentro de um intervalo de tempo definido, quantificar o que foi gerado de subprodutos por cada *Área Geradora*, e se possível automatizar somas dos acumulados totais da empresa. A gestão ambiental necessita a cada momento ser levada ao conhecimento e a um estreitamento de relação com os setores produtivos da empresa. É também importante poder automatizar somatórias por classe de subprodutos I, II, III segundo a NBR 10004 (op. cit.), de cada uma das áreas geradoras da empresa, porque estas são informações freqüentemente demandadas pelos órgãos controladores.

#### **4.6.3 Situação Custo/Crédito por Área**

A geração por área é uma pesquisa que objetiva mostrar dentro de um intervalo de tempo definido, quanto e quais subprodutos foram gerados por uma das *Áreas Geradoras*. Ao fixar-se o intervalo de tempo tal como no item anterior, obtém-se uma listagem dos subprodutos relativos a área em questão, sua classe NBR 10004 (op.cit.), somatória das quantidades de cada subproduto, bem como o número de lotes relacionados e o custo ou receita relativa às vendas de cada subproduto. A forma como os custos são controlados por cada sistema de gestão pode ser variável, mas desde que isto seja reduzido a uma razão custo por kg é possível automatizar os custos dos lotes e conseqüentemente obter-se de um sistema de gestão ambiental operante, a situação de crédito ou débito das áreas geradoras

em relação a gestão da destinação dos subprodutos industriais.

#### **4.6.4 Situação Custo por Produto/Processo**

A indexação dos *produtos ou processos geradores* dentro do banco de cadastro de subprodutos, permite avaliar as quantidades de subprodutos gerados. O gestor passa a ter uma informação real que permite quantificar os custos de tratamento de um subproduto a serem embutidos nos custos dos produtos/processos. Esta pesquisa visa elucidar quanto e quais subprodutos relativos a um certo produto foram gerados num intervalo de tempo estipulado. Cada vez mais progride-se no sentido de um controle apurado dos processos e produtos ao invés de uma idéia aproximativa do lixo gerado.

#### **4.6.5 Posição Anual**

Um sistema de gestão ambiental efetivo necessita poder disponibilizar a qualquer instante uma *Posição Anual* sobre o gerenciamento dos subprodutos. Isto significa poder apresentar de imediato informações sobre as quantidades de subprodutos geradas no período anual, datas de eventos de transporte e tratamento, transportadores e unidades de tratamento, assim como qual tipo de tratamento tenha sido empregado. Este relatório deve fornecer uma informação global do gerenciamento de subprodutos na empresa, no ano escolhido ou dentro de um período definido.

#### **4.6.6 Identidade do Subproduto**

Esse Relatório é a própria ficha de identidade do subproduto. Ele é necessário para

tratar cada Subproduto individualmente e em detalhes, no que diz respeito a suas identificações, características, resultados analíticos mais expressivos e outras informações que tenham por objetivo tornar transparente a natureza do subproduto em questão. O moderno gerenciamento visa acabar com a geração de subprodutos industriais, seguindo a filosofia da Emissão Zero. No entanto, para que se possa achar caminhos de reaproveitamento de subprodutos como insumos de novos processos produtivos, os subprodutos gerados devem ser estudados em detalhe e as informações devem ser organizadas individualmente até que se encontre as possibilidades de reaproveitamento. Sobre este documento o gerador do subproduto e o responsável pela gestão ambiental, devem configurar as principais características do subproduto e estabelecer opções de tratamento.

#### **4.6.7 Identificação do Lote**

O *Relatório de Lote* tem como idéia produzir etiquetas de identificação. Os lotes devem estar bem identificados, para a segurança do transporte e de melhores condições de manuseio e controle. Um bom sistema de gestão não pode descuidar de uma boa identificação dos lotes gerados.

#### **4.6.8 Inventário de Subprodutos**

O *Inventário de Resíduos* é o relatório oficial demandado pela resolução CONAMA 06/88 para satisfazer as exigências legais. Com o passar do tempo cada órgão de controle ambiental oficial em níveis municipais ou regionais está desenvolvendo

exigências de informações específicas, mas todas oriundas, basicamente, deste relatório padronizado em nível federal. Insiste-se aqui na necessidade de renomear para subprodutos o que até agora vem sendo denominado resíduo.

#### **4.6.9 Transporte e tratamento de subprodutos**

Estes relatórios têm por finalidade listar todos os lotes de subprodutos conduzidos por cada um dos transportadores, bem como os destinos definidos numa listagem de todos os subprodutos tratados por cada uma das unidades de tratamento durante o período de avaliação. A finalidade deste tipo de relatório é ranquear os prestadores de serviço e acompanhar o andamento das parcerias relativas ao destino dos subprodutos industriais.

As informações gerenciais são fundamentais em todos os níveis hierárquicos do sistema produtivo e um bom sistema de gestão ambiental é aquele que pode fornecer tanto material para avaliação e análise em reuniões de gerência, como para auxiliar o cotidiano das operações de controle.

#### **4.7 CONCLUSÃO**

Levando-se em consideração a complexidade dos aspectos a serem controlados para efetivamente colocar em prática o sistema de gestão aqui proposto e também as facilidades atuais presentes, tanto nas novas linguagens de programação quanto na difusão do uso de microcomputadores, promoveu-se a informatização deste método, através da criação de um software batizado como DBW Expert – Sistema de Gerenciamento de Subprodutos Industriais. No capítulo seguinte apresenta-se a aplicação desta ferramenta

informatizada na pesquisa e gestão de subprodutos industriais de uma indústria metalúrgica do pólo coureiro-calçadista. (exercício de aplicação do método).

## CONSTRUÇÃO DA MATRIZ DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA METALÚRGICA DO SETOR COUREIRO CALÇADISTA

### 5.1 Introdução ao caso

O capítulo que ora inicia-se traz parte do estudo que vem sendo realizado no âmbito de uma indústria metalúrgica do pólo coureiro-calçadista do Estado do Rio Grande do Sul, utilizando-se o método apresentado no capítulo anterior, sendo que desta feita apresentado sob a forma de um software especialmente concebido para o gerenciamento de subprodutos industriais. O referido software é um desenvolvimento pessoal do autor desta dissertação que contribuiu com as orientações especializadas sobre os tópicos de gestão ambiental programadas dentro deste sistema. O software em questão é denominado de DBW Expert-Sistema de Gerenciamento de Subprodutos Industriais, doravante identificado apenas por DBW Expert.

A todo o instante tem-se informações de problemas de deposição de resíduos no pólo coureiro-calçadista do Rio Grande do Sul. Entretanto, ao observarem-se as imagens transmitidas, ou em visitas aos locais de deposição, evidencia-se que o grosso do material não é lixo e sim uma mistura de diferentes matérias primas. A carência de um

gerenciamento com enfoque produtivo, permite a junção de materiais diversos o que inviabiliza uma série de possíveis aproveitamentos.

A grande mudança que bate à porta dos processos industriais é a valorização da matéria prima. A valorização começa com processos limpos que utilizem ao máximo os recursos de matéria prima. Esta valorização passa em seqüência pelo gerenciamento dos subprodutos visando não permitir mesclas que inviabilizem o reaproveitamento. Adotando-se esta nova filosofia de produção reduz-se a quantidade de um lixo causador de impactos ambientais negativos, ao mesmo tempo que poder-se-á, com um maior número de empresas do mesmo ramo controlando seus respectivos resíduos, propiciar a constituição de pólos produtivos que utilizem estes materiais segregados antes de virar lixo, como insumos de processos alternativos. Esta questão configura um legítimo desafio ao desenvolvimento sustentável onde se tem a responsabilidade de tratar de problemas de meio ambiente junto às outras agendas de interesses sociais e econômicas. Ainda tem-se como barreiras a serem transpostas o fato de não se saber com precisão analítica, quais tipos de resíduos são gerados pelos processos produtivos além do temor dos empresários que ainda enxergam a questão ambiental, como mais um ônus para os custos de suas operações, já tão sobrecarregados pelas exigências da globalização, pelas taxas e pelos impostos praticados na atualidade brasileira.

A questão que se impõe no objeto deste estudo específico no âmbito desta indústria metalúrgica, pode ser explícita da seguinte maneira:

*“Por que resíduos de natureza metálica, de valor como matéria prima de processos produtivos ainda estão sendo encaminhados para aterros clandestinos corroendo a lucratividade do processo*



*principal ao mesmo tempo que constituem impactos ambientais negativos?”*

Este estudo em andamento está sendo feito em uma indústria metalúrgica do Rio Grande do Sul, sob o título: “*Construção da Matriz de Resíduos da Indústria Metalúrgica do Setor Coureiro Calçadista.*”

A Metalúrgica em questão, fundada no final da década de 60, atualmente opera com mais de duzentos funcionários ocupando uma área construída em torno de 26.000m<sup>2</sup>, produzindo mais de 1500 itens e contando com exportações para América Latina e indiretamente para Europa e Estados Unidos.

Nesta primeira etapa dos trabalhos visa-se identificar de forma sumária a situação inicial do gerenciamento de subprodutos de processos desta metalúrgica, bem como levantar informações relativas à subprodutos individualizados, áreas geradoras, produtos, processos, laudos e prestadores de serviço em geral. Toda a informação estará sendo cadastrada dentro do software DBW Expert, que, como já foi dito, traduz sob a forma de um sistema de informações gerenciais e banco de dados, o método de gerenciamento de subprodutos industriais, exposto no capítulo anterior.

O incentivo ao reaproveitamento de subprodutos do processo produtivo não restringe-se a benefícios econômicos e ambientais, pois havendo uma reação conjunta que se busca subsidiar neste momento, certamente será propiciada a implantação de processos produtivos alternativos que irão gerar benefícios sociais na forma de aumento no nível de empregos.

O objetivo geral do estudo relatado neste capítulo é contribuir em pesquisa à criação de condições que favoreçam a formação de pólos de processamentos alternativos

para subprodutos, agilizando o desenvolvimento e a incorporação de tecnologias que valorizem as matérias primas, que reduzam os impactos ambientais negativos e que aumentem o nível de emprego na região.

De forma específica, pretende-se com este trabalho no seio da indústria metalúrgica do polo coureiro-calçadista seja uma semente que alcance possibilidades concretas de comercialização direta de subprodutos entre os geradores (output industrial) e o consumidor (input industrial) evitando-se dentro do que for possível, a atual etapa de intermediação por sucateiros, que não agrega valor ao processo.

O objetivo inicial deste estudo prático finaliza a primeira etapa com a segregação, quantificação e qualificação de subprodutos, na forma de dados que caracterizam os subprodutos gerados nesta indústria metalúrgica.

## 5.2 SUBPRODUTOS IDENTIFICADOS

Tal como definiu-se anteriormente, o ponto central do método aqui proposto, reside no controle individualizado daquilo que é gerado no processo industrial. A avaliação e a tomada de decisão gerencial sobre a geração, transporte, reaproveitamento ou tratamento, depende de um cadastro de informações detalhadas sobre cada subproduto.

Quem necessita controlar e atualizar as informações sobre uma grande quantidade de subprodutos necessita organização e agilidade. É preciso poder transformar as informações manuscritas em informações magnéticas, que possam ser atualizadas e consultadas a qualquer momento, sem que se perca o trabalho já efetuado, evitando a duplicidade de ações que normalmente sobrecarrega o gestor ambiental.

Criou-se então o *Cadastro de Subprodutos Industriais*, para incluir todos os

subprodutos existentes e novos subprodutos que sejam oriundos da reorganização e da evolução do processo produtivo. Para cada subproduto um novo código de cadastramento no sistema de gestão.

Na página seguinte apresenta-se um exemplo de *Ficha Técnica* de um dos subprodutos cadastrados e na seqüência a lista que está montada até o momento que perfaz cerca de 90% dos tipos de subprodutos gerados nesta indústria metalúrgica. Note-se bem que a seqüência de tabelas doravante expostas tem por único objetivo exemplificar os tipos de estatísticas e relatórios, que de acordo com a metodologia apresentada, estão sendo passíveis de impressão através do software DBW Expert.

**FICHA TÉCNICA****Identificação do SubProduto Industrial**

Folha: 1

Código do SubProduto: 023  
 Descrição: sucata de ZAMAK  
 Código NBR 10.004: A005  
 Grupo de SubProduto: M metais

Validade dos Dados: 03/12/01  
 Código da ONU:  
 Classe de Risco:  
 Classificação ABNT: III

**Características do SubProduto**

Forma Física: S sólido  
 Aspectos Mais Notáveis: leveza  
 Poluentes Potenciais: poeira metálica e resíduo de óleos  
 Produto/Processo Gerador 010 prod. ZAMAK  
 Grupo de Incompatibilidade:

**Conselhos**

Matéria-prima utilizada na produção de enfeites e fivelas. É uma liga de zinco para fundição sob pressão. Possui ampla utilização por suas particularidades físicas, mecânicas e de fundição.

Ponto de fusão aproximado de 385 C.

Alumínio: elemento adicionado em maior teor, aumenta a resistência, dureza, fluidez da liga, permitindo a obtenção de peças fundidas de formatos complexos e diminuição da ação corrosiva do zinco líquido sobre as partes de aço da máquina e ferramentas de injeção.

Cobre: aumenta a resistência à corrosão, resistência mecânica e a dureza da liga..

A matéria-prima é adquirida pelo valor de R\$2,45 por quilograma.

Classificação ABNT realizada sem efetuação de testes como exige a norma.

**Prestadores de Serviços e Tratamento/Destino Padrões do SubProduto**

Laboratório:  
 Transportador:  
 Unidade de Tratamento:

Tratamento/Destino: T14 reprocessamento ou reciclagem externos  
 Acond. p/ Transporte: E05 tambores de outros tam./bambonas

**Análises Físico-Químicas****Principais Componentes**

	Min. %	Máx. %
AL	3,50	4,20
Cd		0,00
CU	2,60	3,10
Fe		0,07
Mg	0,45	0,65
Pb		0,00
Sn		0,00
Zn		0,00

**SubProdutos Industriais Cadastrados**

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Validade</b>
001	cavaco e limalha de metal	03/12/01
002	sucata de cobre	03/12/01
003	sucata de bronze	03/12/01
004	sucata de alumínio	03/12/01
005	cavaco e limalha H13	03/12/01
006	cavaco e limalha P20	03/12/01
007	cavaco e limalha 1.045	03/12/01
008	cavaco e limalha 1.020	03/12/01
009	papel	03/12/01
010	papelão	03/12/01
011	plásticos	03/12/01
012	plásticos contaminados	03/06/99
013	tecidos contaminados	31/12/01
014	Mistura de aços	31/12/01
015	resíduo hospitalar	30/06/99
016	resíduo hospitalar contaminado	01/06/99
017	cinzas de carvão	03/12/99
018	lodo galvânico	31/12/01
019	cinzas da eletro-erosão a fio	01/06/99
020	cx de inox para têmpera e cementação	10/02/99
022	cavaco e limalha M310	03/12/01
023	sucata de ZAMAK	03/12/01
021	sucata de latão	10/01/02
024	Óleo dielétrico	01/06/99
025	Óleo Comptella 46	01/06/99
026	Res. orgânico	01/06/99
027	Resíduo de vidros	03/12/01
028	Resíduo de borracha	03/12/01

### 5.3 ÁREAS GERADORAS

A identificação das áreas geradoras é fundamental para relatar a origem interna dos subprodutos e realizar estimativas de produção. As áreas e processos geradores são definidas e os subprodutos gerados serão listados e explicitados. No entanto é importante salientar que o controle de lotes não pode ficar atrelado a um subproduto e seu vínculo com uma determinada área, na maior parte das vezes, pois um lote excepcional pode ser gerado por uma área diferente da normal, ou mesmo no caso do sistema estar controlando fábricas em locais distintos que tenham processos similares. São áreas geradoras diferentes, gerando o mesmo tipo de subproduto.

#### 5.3.1 Usinagem

A Usinagem é o setor da indústria responsável pelo forjamento da matéria-prima (aço e alumínio) em matrizes e a feitura dos moldes de injeção de matéria-prima. O setor de projetos encaminha à Usinagem um projeto completo, composto de uma matriz e um eletrodo, cópia da peça a ser injetada.

No processo de construção da matriz são utilizados diversos aparelhos e processos, destacando-se entre eles os centros de usinagem, eléto-erosão, fresadoras, plainas, tornos, furadeira de bancada, politrizes, retificadoras e fornos para tratamento térmico.

O subproduto código (01) *cavaco e limalha de metal* é gerado nas operações de construção de matrizes para moldes. Separar o cavaco e a limalha de acordo com a opinião técnica consultada, não traria benefícios adicionais para a valorização dos subprodutos. Observa-se que procede a segregação quanto a natureza do metal. Em uma situação atual,

apenas o cavaco e limalha de alguns metais específicos são segregados, como o alumínio, cobre, bronze e outros eventualmente. As outras modalidades de metais utilizados para a produção de matrizes são misturados e depois dispostos no container destinado a sucata de aço em geral.

Para realizar uma identificação, especificação e quantificação do subproduto (01) cavaco e limalha, segregou-se quanto ao tipo e ao gênero dos metais utilizados. Desta segregação originou-se o cadastro de 8 subprodutos.

### **5.3.2 Matrizaria**

A montagem final da matriz e reparos necessários é efetuada na Matrizaria. Neste setor realiza-se o serviço de furação com o auxílio de furadeiras de bancada e de coluna, para produzir pontos de fixação na matriz para que possa ser adaptada à máquina de moldagem. Neste setor também efetua-se o polimento das cavidades das matrizes.

### **5.3.3 Estamparia**

A Estamparia recebe a matriz pronta da Matrizaria e através do uso de máquinas de estampa do tipo prensa, corta e dá o molde para as peças que estão sendo produzidas com a utilização de fitas de latão, ferro ou alumínio como matéria-prima do processo. Cada máquina utiliza prensas pneumáticas e prensas mecânicas, sendo algumas projetadas pela própria empresa.

As peças produzidas são enfeites, fivelas, rebites, pinos, paralamas, argolas, ilhós e pregos.

### 5.3.4 Mini- Fábrica Zamak

Este setor utiliza como matéria- prima uma liga de zinco (Zamak) que ao ser submetida a uma temperatura de aproximadamente 450°C, torna-se líquida para em seguida ser injetada em uma matriz. São usadas injetoras de alta qualidade e diversas centrífugas visando produzir enfeites e fivelas para calçados e bolsas.

A produção da mini-fábrica de Zamak corresponde a mais da metade do faturamento da empresa. Neste setor trabalham cerca de setenta funcionários durante as operações. São gerados os subprodutos (028) *Resíduo de borracha* que são resíduos composto por matrizes obsoletas de borracha, utilizadas na produção destas peças em Zamak. O subproduto que começa a despertar um interesse especial face algumas singularidades está cadastrado como (023) *Sucata de Zamak*: O Zamak é a matéria-prima utilizada na produção de enfeites e fivelas. É uma liga de zinco para fundição sob pressão. Possui ampla utilização por suas particularidades físicas, mecânicas e de fundição. Contém a adição de alumínio para aumentar a resistência, dureza e fluidez da liga, permitindo a obtenção de formatos complexos e a diminuição da ação corrosiva do zinco líquido sobre as partes de aço da máquina e ferramentas de injeção. O cobre contido aumenta a resistência à corrosão e oferece resistência mecânica a liga. O valor do quilograma da matéria-prima é de R\$2,45. A sucata gerada do desgalhamento, escória ou outros defeitos é segregada em tonéis.

### 5.3.5 Galvanoplastia

Neste setor é realizado o “banho galvânico” nas peças, um acabamento final com



objetivo estético. A empresa trabalha com diversos tipos de acabamentos, cada um implica na utilização de uma determinada concentração de metais pesados. O Subproduto característico é o *(018)Lodo Galvânico*. O lodo galvânico é o resíduo da estação de tratamento de efluentes líquidos da empresa, é o resíduo de maior preocupação na gestão atual dos resíduos da Metalúrgica. Este subproduto contém traços de diversos metais utilizados para o banho galvânico. Sua composição varia conforme os tipos de produtos produzidos, são realizados exames laboratoriais periodicamente para identificar a composição química do resíduo.

### **5.3.6 Posto Médico**

A empresa conta com um posto médico para atendimento aos funcionários, onde podem ser tratados pequenos acidentes, realizadas consultas e investigações. Os resíduos gerado por esta área foram divididos em *(015)resíduo hospitalar não contaminado* e *(016)resíduo hospitalar contaminado*, ambos gerados em pequeno volume e estocados geralmente em caixas de papelão devidamente lacrados e identificados. São necessários alguns meses para produzir um volume significativo destes resíduos. O subproduto *(015) resíduo hospitalar não contaminado* é composto por embalagens e demais objetos sem secreções ou produtos que possam ocasionar alguma contaminação; já o subproduto *(016) resíduo hospitalar contaminado* é composto por agulhas, gases e outros materiais contaminados com secreções e demais produtos usados em ambulatório.

### **5.3.7 Refeitório**

Os funcionários recebem alimentação de uma empresa prestadora de serviços de alimentação nas dependências da Metalúrgica, produzindo café da manhã, almoço e janta para os trabalhadores. Os subprodutos identificados nestes setor foram: (026)*Resíduo orgânico*, oriundo dos restos alimentares, os quais são destinados a uma propriedade privada para a suinocultura. O subproduto (011)*Plásticos* está composto de copos plásticos e demais embalagens que são segregados no refeitório e depois unidos aos demais resíduos plásticos da empresa.

Estas áreas geradoras estão gravadas em tabela específica dentro do software DBW Expert.

#### 5.4 PRESTADORES DE SERVIÇO

Os prestadores de serviço foram agrupados em *Laboratórios*, que realizam exames laboratoriais dos subprodutos, *Transportadores*, que realizam o transporte do subproduto da empresa até a *Unidade de Tratamento* que realizam o reaproveitamento ou a destinação final do subproduto.

Estão cadastrados os Laboratórios Green Lab, Econsulting e Alac. Estes laboratórios realizaram exames no lodo galvânico, utilizando diversas técnicas para determinar a composição de lotes do resíduo.

Alguns subprodutos são transportados por veículos pertencentes ou contratados até as unidades de tratamento. Em outros casos o transporte é realizado por veículos pertencentes ou contratados pela própria indústria metalúrgica. Desta forma três modalidades foram cadastradas como transportadores: *servidores de frete*, *transportador da empresa de destino* e *transportador da Metalúrgica*. Esta situação atual deverá mudar

principalmente no que tange aos transportadores que deverão ser fiscalizados de forma mais intensiva a partir de um novo posicionamento da prefeitura local, baseado em recente lei municipal para o transporte de cargas perigosas.

Como Unidades de tratamento foram cadastradas *a Pampel, Alfazinco, Laminação Nacional Metais, Metalcorte, Brincobre, Utresa* e uma propriedade privada que recebe resíduos orgânicos para suinocultura.

## 5.5 GERAÇÃO DE LOTES

Cadastrar um novo lote no DBW Expert é um procedimento simples e ao mesmo tempo completo.

O controle de lotes através do software garante rapidez de informações baseado no código de subproduto indexado ao controle de lote, as quantidades geradas, datas de geração, transporte, tratamento ou reaproveitamento dos subprodutos. O conhecimento sobre a área geradora e os prestadores de serviço faz parte de controles fundamentais para o gerenciamento de subprodutos. Enquanto as informações sobre quem transportou e quem recebeu o subproduto devem ser informadas ao órgão controlador ambiental, para o empreendimento é importante identificar a *área geradora* para que sejam possíveis avaliações estatísticas dos tipos *quem* está gerando *o quê* na relação de subprodutos industriais.

Com o uso do software DBW Expert o controle de lotes passa pelo processamento, tratamento ou disposição contendo o registro de custo por kg do tratamento. Pode-se registrar tanto créditos como débitos permitindo o trabalho estatístico do gerenciamento ambiental. As questões relativas ao custo podem ser contempladas

segundo os aspectos materiais e logísticos para uma boa definição de perdas e lucros.

No levantamento dos lotes, foram reunidas informações já arquivadas pela empresa na situação atual, que foram transcritas para o software DBW Expert.

Parte dos subprodutos tiveram de ser segregados por um determinado período de tempo para que se obtivessem informações discriminadas em subprodutos que não são padrão de separação da indústria no modelo atual.

Deste trabalho resulta o relatório produzido sobre a geração, transporte e tratamento de subprodutos desta Metalúrgica no período de 1998. Seguem-se 4 folhas impressas a partir do software DBW Expert sob o título: "*Relatório Analítico de Um Período*".

O relatório "*Posição Anual*", emitido pelo DBW Expert, apresenta informações das quantidades de subprodutos geradas no período anual, datas de eventos, transportadores e unidades de tratamento, assim como tipo de tratamento empregado, sempre tratando o gerenciamento lote a lote de cada subproduto. Este relatório é a informação global do gerenciamento de subprodutos na empresa, no ano escolhido ou em período definido. Fornece-se também um balanço sobre subprodutos gerados, transportados e tratados no período da pesquisa e também a possibilidade de relatar exclusivamente os dados sobre um subproduto definido no momento da impressão. Note-se mais uma vez, a função atribuída aos resultados aqui apresentados. Considere-se como única finalidade ilustrar com algumas das possibilidades impressas da atual versão do software DBW Expert, o que se pretende difundir através do relato do método de gestão de subprodutos industriais apresentado neste trabalho.

**Relatório Analítico de um Período**  
**Geração de SubProdutos**

Posição de 01/01/98 à 31/12/99

Folha: 1

SubProduto	III	Descrição	Lote	12/10/98	152 Kg	Transporte		Un. Tratamento	Tipo de Tratamento	Gerado	Transportado	Tratado
						serv. de frete	emp. de destino					
<b>Estadística</b> Lotes Gerados: 89 Total Gerado: 235.471 Kg Lotes Transportados: 71 Total Transportado: 214.320 Kg Lotes Tratados: 71 Total Tratado: 214.320 Kg												
SubProduto NBR 10.004 Lote												
001	III	cavaco e limalha de metal	A004 0001	12/10/98	152 Kg			Pampel		0	0	0
002	III	sucata de cobre	A004 0002	31/08/98	339 Kg	31/08/98	emp. de destino	31/08/98 Alfazinco		2.136	0	0
004	III	sucata de alumínio	A004 0001	20/02/98	687 Kg	20/02/98	emp. de destino	20/02/98 Alfazinco		0	0	0
			A004 0002	07/05/98	50 Kg	07/05/98	emp. de destino	07/05/98 Alfazinco		0	0	0
			A004 0003	07/05/98	53 Kg	07/05/98	emp. de destino	07/05/98 Alfazinco		0	0	0
			A004 0004	26/05/98	206 Kg	26/05/98	emp. de destino	26/05/98 Alfazinco		0	0	0
			A004 0005	25/06/98	100 Kg	25/06/98	emp. de destino	25/06/98 Alfazinco		0	0	0
			A004 0006	31/08/98	267 Kg	31/08/98	emp. de destino	31/08/98 Alfazinco		0	0	0
005	III	cavaco e limalha H13	A004 0001	12/10/98	55 Kg							
006	III	cavaco e limalha P20	A004 0001	12/10/98	15 Kg							
007	III	cavaco e limalha 1.045	A004 0001	12/10/98	29 Kg							
008	III	cavaco e limalha 1.020	0001	12/10/98	11 Kg							
009	III	papel	A006 0001	01/01/98	2 Kg							
			A006 0002	01/03/98	620 Kg							
			A006 0003	01/07/98	900 Kg							
010	III	papelão	A006 0001	01/01/98	9 Kg							
			A006 0002	01/03/98	253 Kg							
011	III	plásticos	A007 0001	01/06/98	275 Kg							



**Relatório Analítico de um Período**  
**Geração de SubProdutos**

Folha: 3

Posição de 01/01/98 à 31/12/99

**Estatística**

Lotes Gerados: 89 Total Gerado: 235.471 Kg  
 Lotes Transportados: 71 Total Transportado: 214.320 Kg  
 Lotes Tratados: 71 Total Tratado: 214.320 Kg

SubProduto	NBR	10.004	Lote	Transporte	Un. Tratamento	Gerado	Transportado	Tratado	Tipo de Tratamento
018	I	lodo galvânico							
					Classe de Risco I (Kg)	0	0	0	reprocessamento ou reciclagem externos
					Classe de Risco II (Kg)	0	0	0	reprocessamento ou reciclagem externos
					Classe de Risco III (Kg)	2.136	0	0	reprocessamento ou reciclagem externos
020	III	cx de inox para têmpera e cementação	A005 0001	20/11/98	48 Kg				
021	III	sucata de latão	A005 0004 A005 0005 A005 0006 A005 0007	27/01/98 17/03/98 17/03/98 29/05/98 04/06/98	1.730 Kg 1.550 Kg 1.950 Kg 1.910 Kg	27/01/98 Met. Daniel 17/03/98 Met. Daniel 29/05/98 Met. Daniel 04/06/98 Met. Daniel			reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos
022	III	cavaco e limalha M310	A004 0001	12/10/98	42 Kg				
023	III	sucata de ZAMAK	A005 0005 A005 0006 A005 0007 A005 0008 A005 0009 A005 0010 A005 0011 A005 0012 A005 0013 A005 0014 A005 0015 A005 0016 A005 0017 A005 0018 A005 0019	21/01/98 05/02/98 20/02/98 20/02/98 20/02/98 20/02/98 27/04/98 28/04/98 30/04/98 07/05/98 07/05/98 07/05/98 07/05/98 25/05/98 25/05/98	11.164 Kg 10.994 Kg 7.000 Kg 3.000 Kg 3.304 Kg 6.895 Kg 10.000 Kg 10.487 Kg 4.371 Kg 5.200 Kg 5.000 Kg 1.032 Kg 876 Kg 800 Kg 3.500 Kg	21/01/98 emp. de destino 05/02/98 emp. de destino 20/02/98 emp. de destino 20/02/98 emp. de destino 20/02/98 emp. de destino 20/02/98 emp. de destino 27/04/98 emp. de destino 28/04/98 emp. de destino 30/04/98 emp. de destino 07/05/98 emp. de destino 07/05/98 emp. de destino 07/05/98 emp. de destino 07/05/98 emp. de destino 25/05/98 emp. de destino 25/05/98 emp. de destino			reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos reprocessamento ou reciclagem externos

Relatório Analítico de um Período  
Geração de SubProdutos

Posição de 01/01/98 à 31/12/99

**Estatística**

Lotes Gerados: 89 Total Gerado: 235.471 Kg  
Lotes Transportados: 71 Total Transportado: 214.320 Kg  
Lotes Tratados: 71 Total Tratado: 214.320 Kg

Gerado Transportado Tratado  
0 0 0  
0 0 0  
2.136 0 0

SubProduto	NBR	10.004	Lote	Transporte	Un. Tratamento	Un. Tratamento	Tipo de Tratamento
023	III	sucata de ZAMAK					
			A005 0020	26/05/98 emp. de destino	26/05/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0021	04/06/98 emp. de destino	04/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0022	26/05/98 emp. de destino	26/05/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0023	04/06/98 emp. de destino	04/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0024	08/06/98 emp. de destino	08/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0025	08/06/98 emp. de destino	08/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0026	10/06/98 emp. de destino	10/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0027	10/06/98 emp. de destino	10/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0028	10/06/98 emp. de destino	10/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0029	10/06/98 emp. de destino	10/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0030	18/06/98 emp. de destino	18/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0031	18/06/98 emp. de destino	18/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0032	19/06/98 emp. de destino	19/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0033	19/06/98 emp. de destino	19/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0034	25/06/98 emp. de destino	25/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0035	25/06/98 emp. de destino	25/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0036	29/06/98 emp. de destino	29/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
			A005 0037	29/06/98 emp. de destino	29/06/98 Alfazinho		reprocessamento ou reciclagem externos
026	III	Res. orgânico					
			A001 0001	01/06/98 serv. de frete	01/06/98 Suinucultura		compostagem
			A001 0002	01/07/98 serv. de frete	01/07/98 Suinucultura		compostagem
			A001 0003	01/08/98 serv. de frete	01/08/98 Suinucultura		compostagem
			A001 0004	01/10/98 serv. de frete	01/10/98 Suinucultura		compostagem
027	III	Resíduo de vidros					
			0001	31/12/98			



Os lotes de subprodutos podem também ser pesquisados e impressos individualmente para acompanhamento de transporte e outras finalidades de interesse da gestão ambiental na indústria usuária do sistema.

## 5.6 ESTATÍSTICAS E RELATÓRIOS

Neste ponto o software DBW Expert apresenta agrupadas, as pesquisas que tem por finalidade principal servir ao gerenciador dos subprodutos, como ferramentas de interpretação das informações que foram inseridas nos bancos de dados.

As estatísticas formam uma série de pesquisas “on line” que visam responder de forma sucinta, questões rápidas sobre a situação do controle de subprodutos. A seguir apresenta-se as informações estatísticas possíveis de serem obtidas a partir do sistema informatizado.

### 5.6.1 Lotes x Situação de um Subproduto

Nesta pesquisa, digitando-se o código de um subproduto cadastrado, pode-se ter um extrato informativo sobre todos os lotes deste subproduto, suas quantidades, datas de geração, transporte e tratamento, caso já tenham sido destinados, com uma informação precisa da localização dos lotes. A consulta pode ser maior do que o espaço de tela que pode ser movido pela barra de rolagem.

### 5.6.2 Situação X Subprodutos Industriais

Nesta pesquisa pode-se avaliar a situação do controle de lotes gerados, transportados e tratados no geral da Empresa, podendo ser definida o período da pesquisa. Isto significa que estando o DBW Expert devidamente alimentado com os dados de controle, o gerente do sistema poderá dispor a qualquer instante de informações sobre: quais lotes de resíduo encontram-se em *depósito temporário*; quais lotes foram *tratados ou dispostos* e quais lotes encontram-se na *unidade de tratamento*, ou seja, já foram transportados mas ainda não se tem o certificado de reprocessamento, tratamento ou disposição que certifique a questão da responsabilidade da empresa geradora.

### 5.6.3 Geração por Área X Classe

Esta pesquisa tem por objetivo mostrar dentro de um intervalo de tempo definível, quanto de subproduto foi gerado por cada Área Geradora, e as somas dos acumulados totais da empresa. Define-se o intervalo de tempo dando as datas iniciais e finais da pesquisa e surgirão automaticamente somatórias por classe de subprodutos I, II, III segundo a NBR 10004 de cada uma das áreas geradoras da empresa.

Como resultado impresso nesta ou em qualquer outra modalidade de pesquisa pode-se gerar relatórios sobre o papel.

### 5.6.4 Geração/Custo/Crédito por Área

A geração por área é uma pesquisa que objetiva mostrar dentro de um intervalo de tempo definido, quantos e quais subprodutos foram gerados por cada uma das áreas geradoras. Ao definir-se o intervalo de tempo tal como no ítem anterior, obtem-se uma

listagem dos subprodutos relativos a Área em questão, sua classe ABNT (NBR 10004), somatória das quantidades de cada subproduto bem como o número de lotes relacionada e o custo ou vendas relativos a cada subproduto.

### **5.6.5 Geração/Custo por Produto/Processo**

A indexação dos produtos ou processos geradores dentro do banco de cadastro de subprodutos, permite avaliar a quantidade de subprodutos geradas. Para o gestor tem-se uma informação real que permite quantificar os custos de tratamento de um subproduto a serem embutidos nos custos dos produtos/processos. Esta pesquisa visa elucidar quantos e quais subprodutos relativos a um certo produto foram gerados num intervalo de tempo definível. Cada vez mais progride-se no sentido de um controle apurado dos processos e produtos ao invés de uma idéia aproximativa dos subprodutos gerados. Os comandos são semelhantes ao item anterior.

Na sequência reproduz-se a título de exemplo uma cópia de cada uma destas estatísticas, já pré-definidas no software DBW Expert.

**Companhia DBW 2.1 Expert - Demo**

Rua Primeiro de Maio, 1153

Tel.: 051 475-4493 Fax: 051 475-4277

Dbw.Relatórios.Geração de SubProduto.Posição de um SubProduto de um Período

**Relatório Analítico de um Período**

Folha: 1

**Posição de 01/06/98 à 31/12/98**

**Estatística**

Lotes Gerados: 16

Lotes Transportados: 16

Lotes Tratados: 16

Quantidade Gerada: 18.832 Kg

Total Transportado: 18.832 Kg

Total Tratado: 18.832 Kg

CLASSE DE RISCO III  
sucata de ZAMAK

NBR	10.004	Lote	Transporte	Un. Tratamento	Tipo de Tratamento	
A005	0021	04/06/98	2.200 Kg	04/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0023	04/06/98	3.000 Kg	04/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0024	08/06/98	228 Kg	08/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0025	08/06/98	1.644 Kg	08/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0026	10/06/98	500 Kg	10/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0027	10/06/98	1.500 Kg	10/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0028	10/06/98	271 Kg	10/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0029	10/06/98	442 Kg	10/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0030	18/06/98	1.500 Kg	18/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0031	18/06/98	2.900 Kg	18/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0032	19/06/98	821 Kg	19/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0033	19/06/98	240 Kg	19/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0034	25/06/98	2.000 Kg	25/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0035	25/06/98	200 Kg	25/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0036	29/06/98	1.372 Kg	29/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos
A005	0037	29/06/98	14 Kg	29/06/98	emp. de destino	reprocessamento ou reciclagem externos

**B - Estatística: Lotes Gerados vs. Depósitos Temporários**

Lotes que se encontram nos Depósitos Temporários

Total de Lotes: 16Total Gerado (Kg): 2.356

Lote	SubProduto	Data Gerada	Quantidade (Kg)	
0001	001	cavaco e limalha de metal	12/10/98	152
0002			29/01/99	
<b>Total de Lotes: 2</b>			<b>Quant. Total:</b>	152,00
0001	005	cavaco e limalha H13	12/10/98	55
<b>Total de Lotes: 1</b>			<b>Quant. Total:</b>	55,00
0001	006	cavaco e limalha P20	12/10/98	15
<b>Total de Lotes: 1</b>			<b>Quant. Total:</b>	15,00
0001	007	cavaco e limalha 1.045	12/10/98	29
<b>Total de Lotes: 1</b>			<b>Quant. Total:</b>	29,00
0001	008	cavaco e limalha 1.020	12/10/98	11
<b>Total de Lotes: 1</b>			<b>Quant. Total:</b>	11,00
0001	009	papel	01/01/98	2
0002			01/03/98	620
0003			01/07/98	900
<b>Total de Lotes: 3</b>			<b>Quant. Total:</b>	1.522,42
0001	010	papelão	01/01/98	9
0002			01/03/98	253
<b>Total de Lotes: 2</b>			<b>Quant. Total:</b>	262,35
0001	013	tecidos contaminados	31/12/98	100
<b>Total de Lotes: 1</b>			<b>Quant. Total:</b>	100,00
0001	017	cinzas de carvão	03/12/98	20
<b>Total de Lotes: 1</b>			<b>Quant. Total:</b>	20,00
0001	020	cx de inox para têmpera e cementação	20/11/98	48
<b>Total de Lotes: 1</b>			<b>Quant. Total:</b>	48,00
0001	022	cavaco e limalha M310	12/10/98	42
<b>Total de Lotes: 1</b>			<b>Quant. Total:</b>	42,00
0001	027	Resíduo de vidros	31/12/98	100
<b>Total de Lotes: 1</b>			<b>Quant. Total:</b>	100,00

**C - Estatística: Geração por Área vs. Classe**

Lotes Gerados no Período de 01/01/98 à 30/03/98

**Total Gerado (Kg)**

Classe I: 0

Classe II: 0

Classe III: 71.818

Área Geradora	Lote	Resíduo	Classe de Risco	Gerado em	Qtd (Kg)
002 Estamparia	0004	021 sucata de latão	III	27/01/98	1.730,0
	0005	021 sucata de latão	III	17/03/98	1.550,0
<b>Total de Lotes: 2</b>					<b>Qtd. Total(Kg): 3.280,00</b>
003 Todas áreas	0037	014 Mistura de aços	III	08/01/98	3.000,0
	0038	014 Mistura de aços	III	14/01/98	4.200,0
	0039	014 Mistura de aços	III	29/01/98	3.000,0
	0040	014 Mistura de aços	III	04/02/98	2.720,0
	0041	014 Mistura de aços	III	25/02/98	3.000,0
	0042	014 Mistura de aços	III	02/03/98	2.250,0
	0044	014 Mistura de aços	III	23/03/98	3.440,0
	0043	014 Mistura de aços	III	23/03/98	3.000,0
<b>Total de Lotes: 8</b>					<b>Qtd. Total(Kg): 24.610,00</b>
006 Setor administrativo	0001	010 papelão	III	01/01/98	9,3
	0001	009 papel	III	01/01/98	2,4
	0002	010 papelão	III	01/03/98	253,0
	0002	009 papel	III	01/03/98	620,0
<b>Total de Lotes: 4</b>					<b>Qtd. Total(Kg): 884,77</b>
007 Fábrica ZAMAK	0005	023 sucata de ZAMAK	III	21/01/98	11.164,0
	0006	023 sucata de ZAMAK	III	05/02/98	10.994,0
	0010	023 sucata de ZAMAK	III	20/02/98	6.895,0
	0007	023 sucata de ZAMAK	III	20/02/98	7.000,0
	0008	023 sucata de ZAMAK	III	20/02/98	3.000,0
	0009	023 sucata de ZAMAK	III	20/02/98	3.304,0
<b>Total de Lotes: 6</b>					<b>Qtd. Total(Kg): 42.357,00</b>
008 usinagem/estamparia	0001	004 sucata de alumínio	III	20/02/98	687,0
<b>Total de Lotes: 1</b>					<b>Qtd. Total(Kg): 687,00</b>

**D - Estatística: \$ Tratamento por Áreas ( Lista Geral )**

Lotes Tratados no Período de 01/01/98 à 23/02/99

**Totais**

<b>Total de Lotes:</b> 71	<b>Total Tratado (Kg):</b> 214.320	<b>Crédito (+) / Débito (-) Total (\$):</b> 36.864,72
---------------------------	------------------------------------	---

Área Geradora	Lote	Resíduo	Tratado em	Qty (Kg)	\$
007 Fábrica ZAMAK	0028	023 sucata de ZAMAK	10/06/98	271	121,9
	0030	023 sucata de ZAMAK	18/06/98	1.500	825,0
	0031	023 sucata de ZAMAK	18/06/98	2.900	638,0
	0032	023 sucata de ZAMAK	19/06/98	821	180,6
	0033	023 sucata de ZAMAK	19/06/98	240	132,0
	0035	023 sucata de ZAMAK	25/06/98	200	90,0
	0034	023 sucata de ZAMAK	25/06/98	2.000	440,0
	0037	023 sucata de ZAMAK	29/06/98	14	3,0
	0036	023 sucata de ZAMAK	29/06/98	1.372	301,8
	<b>Total de Lotes: 33</b>			<b>Qty. Total(Kg): 104.433</b>	<b>\$ Total:</b>
008 usinagem/estamparia	0001	004 sucata de alumínio	20/02/98	687	151,1
	0002	004 sucata de alumínio	07/05/98	50	11,0
	0003	004 sucata de alumínio	07/05/98	53	11,6
	0004	004 sucata de alumínio	26/05/98	206	45,3
	0005	004 sucata de alumínio	25/06/98	100	22,0
	0006	004 sucata de alumínio	31/08/98	267	58,7
<b>Total de Lotes: 6</b>			<b>Qty. Total(Kg): 1.363</b>	<b>\$ Total:</b>	<b>299,86</b>
009 Refeitório	0001	026 Res. orgânico	01/06/98	130	
	0002	026 Res. orgânico	01/07/98	90	
	0003	026 Res. orgânico	01/08/98	100	
	0004	026 Res. orgânico	01/10/98	90	
<b>Total de Lotes: 4</b>			<b>Qty. Total(Kg): 410</b>	<b>\$ Total:</b>	

**E - Estatística: \$ Tratamento por Produtos / Processos ( Lista Geral )**

Lotes Tratados no Período de 01/01/98 à 31/12/98

**Totais**

Total de Lotes: 71

Total Tratado (Kg): 214.320

Crédito (+) / Débito (-) Total (\$): 36.864,72

Prod./Processo	Lote	Resíduo	Tratado em	Qtd (Kg)	\$	
004 Todas as áreas	0043	014	Mistura de aços	23/03/98	3.000	120,0
	0026	014	Mistura de aços	07/04/98	3.000	90,0
	0027	014	Mistura de aços	08/04/98	2.920	87,6
	0028	014	Mistura de aços	23/04/98	3.000	120,0
	0029	014	Mistura de aços	23/04/98	2.160	86,4
	0030	014	Mistura de aços	27/04/98	400	16,0
	0031	014	Mistura de aços	14/05/98	3.000	90,0
	0032	014	Mistura de aços	15/05/98	3.460	103,8
	0033	014	Mistura de aços	02/06/98	3.000	120,0
	0034	014	Mistura de aços	03/06/98	3.705	148,2
	0035	014	Mistura de aços	09/06/98	3.000	90,0
	0036	014	Mistura de aços	11/06/98	1.200	36,0
	<b>Total de Lotes: 19</b>			<b>Qtd. Total(Kg): 53.455</b>	<b>\$ Total:</b>	<b>1.919,90</b>
001 usinagem/matrizaria	0002	002	sucata de cobre	31/08/98	339	74,5
	0001	004	sucata de alumínio	20/02/98	687	151,1
	0002	004	sucata de alumínio	07/05/98	50	11,0
	0003	004	sucata de alumínio	07/05/98	53	11,6
	0004	004	sucata de alumínio	26/05/98	206	45,3
	0005	004	sucata de alumínio	25/06/98	100	22,0
	0006	004	sucata de alumínio	31/08/98	267	58,7
<b>Total de Lotes: 7</b>			<b>Qtd. Total(Kg): 1.702</b>	<b>\$ Total:</b>	<b>374,44</b>	



Entre os relatórios possíveis de serem obtidos a partir do software DBW Expert, tem-se ainda a possibilidade de impressão de etiquetas de identificação de lotes de subprodutos, para identificação de material estocado e para transporte.

O conjunto de relatórios impressos formatados na atual versão do DBW Expert, totaliza mais de 40 possibilidades diversas para a composição de informações gerenciais.

## 5.7 CONCLUSÕES

Pretende-se concluir esta etapa do trabalho que visa construir a matriz de subprodutos do ramo metalúrgico com o aprimoramento da caracterização e quantificação preliminar, dos subprodutos gerados pela Metalúrgica que participa desta pesquisa.

Analisando os resultados obtidos pretende-se na etapa II, estender os resultados que definem os subprodutos desta indústria metalúrgica às outras metalúrgicas situadas em áreas próximas, visando discutir e tentar identificar outros subprodutos de processo que não constam neste levantamento. Em CABEDA, CHOI (1999, p. 42) apresenta-se a visão de futuro deste estudo onde pretende-se concentrar a atenção nos subprodutos que apresentem a maior possibilidade técnica e econômica de reprocessamento para reaproveitamento direto em processos produtivos ou através de condicionamento para reciclagem, conclamando a participação conjunta de empresas do mesmo ramo produtivo, na busca de valorização dos subprodutos.

## CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Na onda da abertura de mercado para a escala global muitas indústrias do nosso parque industrial tornaram-se empresas deficitárias em função da pouca capacidade de concorrência em preços e qualidade de produtos. As empresas viviam o Eldorado da reserva de mercado que encerrou-se abruptamente num período de aproximadamente 3 anos entre 1989 e 1992. Quase que simultaneamente à abertura dos mercados, grande parte destas empresas passaram por um processo de reestruturação baseando-se no incremento da gestão pela qualidade total (TQC) e na montagem de sistemas de qualidade nos moldes da série ISO 9000. Observando a situação atual nota-se em muitos casos a prática de uma política industrial que tenta reduzir quaisquer esforços que não sejam diretamente ligados a uma restrita gama de produtos-alvo. Trata-se de uma forma de reduzir os custos de produção para tornar o negócio competitivo em escala global, mas que sacrifica postos de trabalho e que nos coloca frente a uma situação social extremamente penosa para a maior parte da sociedade. É óbvio que o processo produtivo necessita ser lucrativo sob pena de perecer. Mas o que questiona-se é o estilo adotado para atingir este objetivo.

Nos processos produtivos que contemplam simultaneamente a qualidade e a produção limpa tem-se várias vantagens. Os esforços de redução da poluição podem ser

extremamente importantes para a manutenção e criação de novos empregos. A produção ambientalmente consciente, com qualidade e consciência ambiental, também pode ser uma das soluções favoráveis ao aumento da competitividade do negócio, na medida que melhora o planejamento, corta desperdícios e valoriza os subprodutos.

Pensando de forma mais ampla ao se reduzir o desperdício, teoricamente haverá mais dinheiro para investimentos no produtivo e como consequência tem-se o aumento na demanda por recursos humanos, atendendo-se a necessidade de aumentar a oferta de empregos à mão-de-obra crescente e em crise, da nossa sociedade atual.

Em paralelo, no que tange aos preços dos produtos, uma empresa que corta desperdícios pode considerar parte desta economia como redução de custos de produção e a partir disto, refazer os preços de venda aumentando a competitividade de seus produtos no mercado globalizado. Melhores preços e melhores vendas, implicam em aumento da produção e em muitos casos também no emprego de recursos humanos.

Todo o desperdício de uma forma ou de outra necessita ser corrigido pois implica em custos ruins para o processo produtivo e para a sociedade como um todo. Na medida que polui-se o meio ambiente, a sociedade global é penalizada, pois parte dos recursos acabam mais cedo ou mais tarde sendo obrigatoriamente empregados na recuperação de rios, lagos e áreas degradadas, bem como na recuperação da saúde coletiva. Uma vez que se reduza a carga poluidora, reduz-se de forma direta a necessidade de pagar pela correção dos estragos. Parte desta economia poderia ser canalizada para gerar novas possibilidades de produção o que fatalmente acarretaria no aumento da riqueza e do emprego de recursos humanos.

Fala-se até então da redução do desperdício que é bem representado pelo método da Produção Limpa com vários benefícios, mas observa-se o surgimento de uma nova

produção integrada, que imita a natureza e que vem sendo chamada de Ecologia Industrial.

Abordada no Capítulo 2 deste trabalho, quando tratou-se da metodologia ZERI, a Ecologia Industrial é uma visão da produção que busca desenhar novos sistemas produtivos, imitando, dentro do possível, a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas naturais, de maneira que os resíduos de um processo sejam os insumos de uma outra produção. Entretanto a implantação de pólos baseados na Ecologia Industrial, dificilmente poderá acontecer a partir dos parques industriais atuais, em função do volume de mudanças necessárias às adequações, bem como dos investimentos já efetuados nos complexos em funcionamento. É necessário que a idéia sistêmica da Ecologia Industrial venha como parte integrante do planejamento estratégico, desde o nascimento de um novo pólo industrial. Integração entre as produções através de ferramentas específicas da Engenharia Simultânea são indispensáveis desde o marco inicial. Os problemas principais para a implementação da Ecologia Industrial residem ainda na falta de informação, planejamento e padrões a serem determinados pela sociedade. Enquanto as indústrias estiverem fragmentadas e distantes uma das outras a única alternativa ambiental viável, residirá no combate ao desperdício sugerido pelo método da Produção Limpa.

Em ambos os casos, tanto no esforço pela Produção Limpa, quanto no caso da Ecologia Industrial, o que pode criar as oportunidades de reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos de uma forma econômica, é uma efetiva separação destes resíduos, orientados por uma ação sistêmica que aglutine as sobras dos processo produtivos independentes.

Quanto a informatização da gestão ambiental, a experiência ensina que a chave para implementar um sistema é estar este efetivamente ligado aos assuntos principais da organização. A integração dos esforços é normalmente um desafio muito maior que o

desenvolvimento de software e de hardware e deve ser corretamente implementado para se ter êxito. O ideal é que o software seja desenvolvido segundo as necessidades específicas da organização ao invés de adaptar a organização ao software. No entanto para a gestão dos subprodutos industriais necessita-se trabalhar usando uma mesma ferramenta, para que se possa consolidar as informações e os indicadores de interesse ao controle ambiental e a análise de viabilidade técnica e econômica de novos processos produtivos tendo os subprodutos como insumos. É difícil reorganizar a administração para adotar o modelo que outra pessoa construiu e que é fornecido no pacote de um software pronto, mas em certos casos não se pode prescindir da padronização. Imaginem se cada declaração de imposto de renda pudesse ser feita numa planilha eletrônica segundo o padrão pessoal do declarante. É importante salientar que a idéia aqui apresentada necessita ser aprimorada, mas que com ela não se está partindo do nada. Baseados em procedimentos amplamente difundidos, que foram desenvolvidos a partir das melhores práticas reconhecidas para a gestão ambiental não se está reinventando a roda. Integrar é a palavra chave. Integrar o esforço produtivo, com os órgãos controladores e buscar, através de uma "bolsa de resíduos", uma negociação mais qualificada destes resíduos que assim poderão ser mais valorizados.

Aquele que desenvolver um software de gestão ambiental deve já ter uma experiência própria e estar constantemente adquirindo novas experiências em contatos com outras empresas e a análise de suas necessidades. O software tem que facilitar, automatizar, e simplificar as atividades de administração ambiental e tem que permitir a integração regional para que se possa tratar o reaproveitamento dos refugos industriais do atual sistema, em escala produtiva.

Um outro ponto fundamental para um sistema de gestão ambiental ter sucesso é a integração empresarial fazendo da administração ambiental uma parte importante da

organização, da mesma maneira que a administração financeira e a de recursos humanos o são. Isto necessariamente envolve todas as pessoas do empreendimento não só o pessoal especificamente ligado a área ambiental. Tal integração ajuda a transformar a visão ambiental, ainda tão desvinculada do produtivo, em um aspectos da esfera das considerações rotineiras em todo o funcionamento da organização, mas em particular, aumenta a oportunidade para a inclusão de considerações ambientais no desenho de produtos, e reduz o enfoque mais caro e menos efetivo de soluções de fim-de-tubo.

Seguindo a ótica desta dissertação que é a visão do combate ao desperdício como passo inicial de um SGA, a informatização pode auxiliar especificamente a Medição e Avaliação, agilizando o monitoramento de informações gerenciais que articulam os controles ambientais com os sistemas de produção, que garantem rapidez de respostas para as avaliações, com redução em esforços burocráticos. Com o método e a informatização aprimora-se o controle para a gestão ambiental ao mesmo tempo que potencializa-se o tempo, que então pode ser empregado de forma mais efetiva, na busca da redução da quantidade de perdas para o lixo geral da indústria.

Um dos maiores problemas da gestão dos subprodutos industriais em processos de reutilização ou de reciclagem traduz-se na falta de medições efetivas. Os programas de levantamento até hoje posto em prática pelos órgãos governamentais limitam-se a uma contabilidade aproximativa dos resíduos gerados em uma região. A necessidade de generalização que estes esforços puramente contábeis vêm empregando, descaracteriza a qualidade específica de subprodutos. A defasagem no tempo entre a coleta e a difusão das informações, não apresenta em tempo hábil, os dados atualizados, necessários às tomadas de decisões empresariais, que poderiam melhor aproveitar as sobras dos processos produtivos. A utilização conjunta de uma mesma ferramenta informatizada pode ser o elo

que falta para o sucesso das “bolsas de resíduos” que ora operam com uma grande deficiência de entendimento entre os que buscam e os que fornecem resíduos para negociação.

A cooperação entre as empresas na gestão dos subprodutos acarreta possibilidades de que se aumente o valor do material que já está atualmente sendo reciclado por sucateiros e pode propiciar a reciclagem de material, que ainda em nossos dias é encaminhado para o lixo. É necessária uma visão sistêmica para a gestão conjunta de subprodutos. O aumento do valor de material reciclável dar-se-á na medida que um conjunto de empresas gerenciar conjuntamente os seus refugos. Desta forma será propiciada, após análise de viabilidade técnica e econômica, a instalação de novos processos produtivos, especializados na reutilização de subprodutos com maior correção na valorização dos mesmos. Esta ação conjunta entre empresas próximas através da combinação entre códigos de identificação atribuída aos subprodutos, com um controle sistêmico e integrado através de um software, deve contemplar não apenas as necessidades internas de organização, mas sim a visão do conjunto de possibilidades de reciclagem, remanufatura e reaproveitamento dos subprodutos.

O nosso atual sistema produtivo, um passo antes da formação de conglomerados industriais preconizado pela metodologia ZERI, necessita de experimentações do trabalho integrado na busca do aproveitamento dos resíduos. E isto deverá ocorrer entre as empresas de processos similares que precisam de informações fidedignas e de incentivos iniciais para atuarem conjuntamente no emprego de seus subprodutos em processos conjuntos de reciclagem.

Todas estas novas visões, por mais importantes que nos pareçam ser, dependem de mudanças na política e na administração dos processos produtivos. O mais difícil talvez

seja a mudança no ser humano de um pensamento linear para o pensamento sistêmico, buscando entender não situações isoladas, mas o conjunto em que elas se encontram.

O macro reaproveitamento das sobras do processo produtivo dependerá muito da adoção de uma nova metodologia de trabalho por parte das empresas. Esta metodologia deverá permitir gerenciar o controle da informação de forma parametrizada através de um software de uso comum entre as empresas. Neste software os resíduos deverão ter suas quantidades controladas e informadas de acordo com o grau de qualificação que necessitam as empresas candidatas a utilizarem os resíduos como insumos. Sem dúvidas, será necessária uma atenção especial à qualificação dos resíduos que pretende-se elevar ao grau de subprodutos. Sem qualidade o processo que visa utilizar este material terá limitadas possibilidades de emprego como matéria- prima e muito provavelmente os valores agregados a estes processos serão menores em termos econômicos.

Em termos logísticos, o referido software e seu banco de dados auxiliará também na criação do entendimento de posicionamento estratégico do novo processo de reaproveitamento, posto que o transporte de resíduos além de risco é um custo difícil de ser coberto em função do baixo valor unitário do material transportado. A saída é a aproximação do processo que reutilizará o subproduto das principais fontes geradoras do resíduo em questão como prega a Metodologia ZERI e grande parte das referências que abordam a Ecologia Industrial.

Espera-se que o trabalho aqui apresentado no detalhamento do Capítulo 4 sirva como modelo para futuras ações de gestão do inventário de resíduos e que possa auxiliar os gerentes dos empreendimentos produtivos, na condução de seus processos, sob a ótica de valorizar os resíduos como novos insumos de produção, bem como aos esforços mediadores dos órgãos ambientais.



A verdadeira mudança necessita acontecer na visão que diferencia operações de processos e sobretudo, no âmago dos processos produtivos atuais. Como escreveu uma vez Shigeo Shingo:

*“Um novo sistema de produção não pode ser desenvolvido pela simples observação do sistema antigo, efetuando melhorias superficiais. Ao contrário, devemos entender os defeitos filosóficos do sistema velho e promover uma mudança filosófica na consciência; somente então, podemos estabelecer um novo sistema de produção baseado em uma nova filosofia de produção.”*

SHIGEO SHINGO

## ANEXO A

*Neste anexo transcreve-se o método de implantação de um projeto de Produção Limpa em indústrias, tal como preconiza SANTOS (1998, p.78-82) em artigo divulgado através do II Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental - Gerenciamento de Resíduos e Certificação Ambiental, realizado na PUCRS, Porto Alegre em 1998.*

### **a) Identificação do setor**

O trabalho teve seu início a partir da identificação do setor onde seriam desenvolvidas as atividades. Os critérios utilizados para esta definição seguiram indicações de dados obtidos da FEPAM de potencial poluidor do setor, bem como área de concentração deste potencial.

Foram também utilizadas informações de diagnósticos setoriais oriundas da Federação das Indústrias do Estado do RS.

### **b) Pré-Avaliação da Empresa**

Na Pré-avaliação da Empresa, estima-se a extensão de seus problemas ambientais e tecnológicos e as necessidades de treinamento.

Esta Pré-avaliação é fundamental para que se possa verificar a extensão do Programa que será implementado dentro da Empresa, bem como que tipo de público será alvo dos treinamentos posteriores.

**c) Seminários de Sensibilização e Treinamentos para Elaboração do Diagnóstico Técnico/ Ambiental/ Econômico**

Inicialmente, realiza-se o Seminário de Sensibilização para a Direção, monitores, supervisores e gerências. Neste Seminário, para o envolvimento da Empresa como um todo no Programa, são abordados, principalmente, os benefícios econômicos que ela poderá obter adotando práticas de produção mais limpa. São ressaltados, ainda, os benefícios ambientais e os ganhos quanto a produtividade, sem esquecer os aspectos de participação da Empresa em mercados onde a exigência ambiental está se tomando fator decisivo para a seleção de parcerias.

Realiza-se também um Seminário de Sensibilização para os demais funcionários como forma de integrá-los ao Programa.

Posteriormente, são ministrados, Treinamentos específicos nas áreas de identificação, coleta de dados, avaliação e análise de fluxo de material - balanço material - e fluxo de energia. Estes treinamentos visam facilitar a obtenção dos dados quali e quantitativos necessários para complementar a execução do diagnóstico da empresa levando também em consideração o consumo de matérias-primas, água, energia, desperdícios, fontes de energias empregadas, entre outros. Os resultados servem de base para propostas de ações de otimização no emprego de matérias-primas, de energia, de equipamentos, propostas de programas de treinamentos especializados para os funcionários, etc.

#### **d) Elaboração do Diagnóstico Técnico/Ambiental/Econômico**

A Empresa define o Grupo de Trabalho - ECOTIME, que participa das reuniões e que executa o trabalho dentro da empresa. Salienta-se, contudo, que a participação da Direção da Empresa é condição fundamental para o sucesso da implantação das medidas e oportunidades de produção limpa identificadas durante a execução do projeto.

Em um primeiro momento, as instalações da fábrica são percorridas pelo coordenador do Programa dentro da Empresa e pelo consultor do CNTL. O objetivo é identificar os principais pontos de geração de resíduos, bem como identificar situações que possam ser apontadas como passíveis de introdução de técnicas de produção limpa.

A seguir, é estabelecido um Plano de ações em conjunto com a Empresa, onde será elaborado o cronograma de atividades, detalhando a participação e envolvimento efetivo nos trabalhos. Posteriormente, o ECOTIME, realiza o Diagnóstico, orientado pelo consultor do CNTL, através da identificação, qualificação e quantificação dos itens abordados nas folhas de trabalho, anteriormente apresentadas aos funcionários, nos treinamentos.

Esta fase caracteriza-se por um inventariado da Empresa e terá a supervisão permanente do CNTL através de reuniões semanais com o ECOTIME, elaborando-se atas dos assuntos discutidos. Os dados obtidos nesta fase são de vital importância, pois servem de termo de comparação com os dados gerados quando da efetiva implantação

do Programa, tendo-se assim a evidência documentada da introdução positiva de Técnicas de produção mais Limpa no processo produtivo.

A forma de obtenção destes dados e seu inter-relacionamento constitui-se em um dos pontos principais deste trabalho pois estes dados serão considerados os BRANCOS (pontos de partida) quando da comparação que se fará em etapa posterior. Por isto, é de fundamental importância que os dados sejam reais, confiáveis e obtidos dentro de normas científicas e padronizadas.

#### **e) Avaliação do Diagnóstico Tecnológico/Ambiental/Econômico**

Para a Avaliação do Diagnóstico, são realizadas reuniões individuais com a empresa para que esta apresente os resultados do diagnóstico obtidos até o momento, suas dúvidas e soluções propostas onde as oportunidades identificadas são discutidas e classificadas de acordo com sua complexidade verificando-se as soluções disponíveis para cada caso.

A Avaliação do Diagnóstico é de fundamental importância para o Programa, pois é a partir desta avaliação que as ações para a implantação de técnicas de produção limpa serão priorizadas.

São identificadas e listadas as opções de Produção Limpa que poderão ser implantadas de imediato ou posteriormente.

#### **f) Elaboração de Estudo de Viabilidade os Itens levantados no Diagnóstico**

São estabelecidas as relações custo-benefício das soluções identificadas na Avaliação do Diagnóstico. Para esta etapa são utilizadas folhas de trabalho de análise de viabilidade econômica e tecnológica e ambiental e são definidas as prioridades de implantação destas soluções, de acordo com os recursos financeiros disponibilizados pela Empresa e suas metas fixadas.

Encontrando-se dificuldades ou barreiras para a implantação das soluções estas são analisadas, observando-se que normalmente podem ser , falta de recursos financeiros, baixa qualificação da mão-de-obra, comportamentais. desconhecimento da informação, entre outras.

Uma das principais barreiras encontradas na área técnica é o rompimento com os tradicionais paradigmas de solução única para problemas ambientais como a implantação de tratamentos de fim de tubo, isto é, aterros, ETE's, etc, adotando-se, ao invés, procedimentos que evitem a geração destes resíduos a introdução do conceito da prevenção como opção de solução e sua apresentação como base de uma solução mais definitiva e muitas vezes com benefícios econômicos para a empresa que tenta romper este paradigma.

### **g) Implantação do Programa de Tecnologias Limpas**

Através das informações geradas, estrutura-se o Programa de Implantação de Técnicas de Produção mais Limpa. Na elaboração deste Programa, juntamente com os representantes da Empresa e o CNTL, é proposto um cronograma para a implementação das Técnicas de acordo com as prioridades preestabelecidas e correspondentes análises de viabilidade.

A efetiva implantação e execução do Programa será de responsabilidade da Empresa, com o acompanhamento do CNTL. Cabe ressaltar que os recursos financeiros que se façam necessários para a implantação do Programa devem ser obtidos junto aos organismos financiadores ou através da própria Empresa.

### **h) Definição de indicadores e monitoramento**

São estabelecidos os planos de monitoramento para o acompanhamento das diversas etapas implementadas a fim de serem registrados os benefícios técnicos, ambientais e econômicos atingidos.

Estas atividades, que constituirão o Plano de Monitoramento, são fundamentais para que se possa quantificar os resultados alcançados ao final da implantação das Técnicas de Produção mais Limpa.

Esta quantificação permite a geração de indicadores para o processo



industrial, o que servirá de instrumento de estímulo à busca contínua para otimização deste processo.

#### **i) Documentação e continuidade**

Todas as oportunidades efetivamente implantadas deverão ser consistentemente documentadas pela Empresa através de dados, fotos, filmes ,tudo aquilo que possa mostrar e servir de parâmetro de comparação de uma situação anterior à introdução das Técnicas de Produção mais Limpa e após sua implantação e avaliadas permanentemente quanto aos resultados esperados e efetivamente obtidos.

O Relatório Final será elaborado a partir dos resultados tecnológicos, econômicos e ambientais alcançados pela Empresa, constituindo-se em um documento comprobatório de sua atitude pró-ativa nas questões ambientais. Deverá constar toda a documentação que a Empresa obteve desde o início do Programa, isto é, toda a informação pertinente que forneceu subsídios para a tomada de decisões das ações implementadas.

Ao final, os indicadores definidos anteriormente são utilizadas para que se possa acompanhar a evolução do Programa, em termos de reduções que venham a ser alcançadas pela empresa para que se possa dar continuidade ao Programa.”

## ANEXO B

*Neste anexo transcreve-se uma crítica geral sobre softwares desenvolvidos para a gestão ambiental dos processos produtivos.*

## 1 REVISÃO DOS SOFTWARES DE GESTÃO AMBIENTAL

Todos os métodos e filosofias abordados nesta revisão bibliográfica, enfocando a gestão de subprodutos, colocam a segregação e as análises técnicas e econômicas, como um fator indispensável para alçar o inventário de resíduos ao nível de subprodutos valorizados. Entretanto, nenhuma das linhas de ação, possui, segundo nosso conhecimento atual, um software dedicado a este fim, que controle a geração, a movimentação e o destino final dos subprodutos/resíduos gerados nos processos produtivos e que nos permita visualizar situações instantâneas do inventário de resíduos, o que seria altamente recomendável.

Antes de entrarmos no detalhamento do método gerencial objeto deste trabalho examina-se a seguir a visão gerencial que subsidiou o desenvolvimento de softwares hoje utilizados na gestão da produção.

### 1.1 O princípio dos softwares de gestão da produção

A idéia de gestão informatizada dos subprodutos industriais derivou da visualização e do emprego de software de gestão dos sistemas produtivos, citando-se como exemplos mundiais o *Material Resources Planning (MRP)*, o *Business Planning and Control System (BPCS)* e mais recentemente o *Systemanalyse and Programmentwicklung (SAP)*. Hoje, com a internacionalização do SAP, a definição da sigla tem sido difundida como *Systems, Applications, and Products in Data Processing*.

Estes softwares visam ser inicialmente, ferramentas que facilitem a integração da demanda dos produtos aos sistemas de planejamento com as necessidades de material para

a produção fornecendo informações de auxílio a tomada de decisão. A base de dados deve ser alimentada com as seguintes informações sobre a demanda dependente (exemplo: peças que entram na estrutura de um produto), sobre a estrutura do produto, e ainda sobre o escalonamento no tempo.

Seguindo estes conceitos utiliza-se o software MRP, para gerenciar os estoques de uma fábrica.

Segundo VICENTE, (1997), as primeiras aplicações da lógica de gestão MRP surgiram entre 1960 e 1965. Na década de 70 foram desenvolvidos módulos para o cálculo da capacidade de produção sendo que nos anos oitenta, sob a sigla MRP II, apresenta-se a idéia do sistema de informações corporativas, hoje batizado como sendo os softwares da linha *Enterprise Requirements System (ERP)*.

Mais do que uma simples evolução linear a passagem do software MRP para MRP II, traz o surgimento de uma mudança de conceito. Segundo SILVA (1999) tem-se que os softwares ERP tais como o Systemanalyse and Programmentwicklung (SAP) e o Business Planning and Control System (BPCS) entre outros, são diferentes do Material Resources Planning (MRP) o software inicial, pois enquanto o MRP era uma visão sistêmica da Administração da Produção contida no conjunto de fatores relativos ao abastecimento, os softwares derivados e mais atuais, tais como os que foram citados, integram manufatura, distribuição e finanças.

Da mesma forma que evoluiu o processo produtivo, a gestão ambiental, inicialmente inexistente, evolui no sentido da integração entre o planejamento a produção e o marketing industrial.

Na gestão ambiental, no início dos controles, as empresas tinham a contabilidade sobre a venda de sucatas, absolutamente restrita às notas fiscais de pesagem dos caminhões

sucateiros. O material “inservível”, considerado lixo não era contabilizado, a não ser em estimativas sucintas, efetuadas com a finalidade de servir ao acordo contábil, entre a indústria e os prestadores de serviço encarregados de recolher e transportar o “lixo” industrial.

Com o aumento no rigor da fiscalização dos órgãos de controle ambiental, com a facilidade de acesso à microinformática e a evolução dos esforços de gestão ambiental nos processos produtivos, o pessoal encarregado começa a utilizar planilhas eletrônicas para o controle do inventário de resíduos. Esta evolução do manuscrito para as planilhas eletrônicas no controle do inventário de resíduos não constitui necessariamente, uma evolução na forma de gestão. Não implica em redução do trabalho de digitação das informações, nem tampouco resulta em cenários muito elaborados no que concerne à indicadores de qualidade e de desempenho na gestão dos subprodutos industriais.

Com a visão da necessidade de um sistema de gestão ambiental informatizado desenvolve-se um software que visa adequar as condicionantes sugeridas pela Federação Européia das Indústrias Químicas à realidade nacional brasileira. ATUAÇÃO RESPONSÁVEL (1995).

Na seqüência visa-se identificar a existência em nível mundial de softwares para gestão ambiental no processo industrial.

## **1.2 Software de gestão ambiental**

A variada gama de problemas relacionados ao meio ambiente, necessita de diferentes respostas na tentativa de suprir as necessidades do mercado. Surgem então, entre produtos e serviços muitas abordagens originais. Não é diferente no que tange ao

desenvolvimento de softwares para a gestão ambiental.

Em revisão através da Internet utilizando as palavras *software & environmental management*, encontra-se hoje várias ofertas de produtos informatizados com relação a questões ambientais. De uma listagem inicial selecionou-se para os comentários os softwares que divulgavam um contexto que apresentaram alguma semelhança com a proposta básica desta dissertação.

Em WAID (1998), a empresa "*Waid and Associates, Engineering and Environmental Consultants*", de Austin, Texas, disponibiliza para negociação um software para automatização e armazenagem de dados, cálculo e tarefas tipicamente requeridos para a satisfação dos regulamentos impostos pela Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA).

Cabe comentar que nos Estados Unidos a EPA está equipada e tem ações eficazes nos controles e fiscalizações, para assegurar a proteção ambiental. Então há necessidade das empresas, tanto privadas como governamentais, estarem respeitando adequadamente a legislação ambiental. Este é um fato que estimula o desenvolvimento de softwares gerenciais, geradores de relatórios nos moldes solicitados pelo órgão controlador. O EMITS da Waid é um software para modelagem de emissões e gestão do inventário para a sistematização do gerenciamento ambiental. A proposta do programa é ampla e modulável, no entanto, como já foi dito anteriormente, parte da idéia de gerar relatórios para satisfazer o controle fiscalizador do órgão ambiental americano EPA.

Um outro produto identificado é denominado EQWin. Este é um software de gerenciamento de dados ambientais de subsuperfície, tem sido anunciado na Internet pelas empresas Consultoria Camp Dresser & McKee Inc. (CDM) com os créditos do desenvolvimento para a EarthSoft. O produto EQWin é descrito como um sistema de

administração de dados ambientais, de características flexíveis, permitindo adequações, que armazena, administra, e analisa dados de projeto gerados para caracterização de local, análise de risco, ações corretivas e projetos de monitoramento ambiental. O programa registra dados de amostragem, a localização, descrições de método analíticos, resultados analíticos, níveis de água, e produtos no subsolo.

Na publicação Saneamento Ambiental (1998) a finalidade do referido software é assim definida: *“trata-se de um software desenvolvido especialmente para o gerenciamento de dados ambientais para as mais variadas operações industriais...o objetivo é atender a toda atividade produtiva em que seja requerido controle ambiental. Tanto que a própria cidade sede da Teck, Vancouver, no Canadá, já está monitorando as condições de seu aterro sanitário com o EQWin.”*

Em outro site pesquisado na Internet, GREENWARE (1998), encontrou-se material de divulgação sobre o software Greenware Environmental System de auditoria da ISO 14000.

Este já é um software originado na onda da implementação das normas ISO série 14000. Trata-se de um software de auditoria de Sistemas de Gestão Ambiental. Segundo a publicidade o software visa cobrir todas as exigências do padrão ISO 14001:1996 e está concebido para controlar aspectos da implementação do sistema de gestão ambiental. Este tipo de produto informatizado tem também paralelos em produtos que oferecem formas de montagem e controles de sistemas de Gestão da Qualidade. A título de exemplo um dos grupos de fornecedores deste tipo de produto é o grupo Celerina. Mais informações sobre o Software ISO 9000 podem ser obtidas no “site” citado em CELERINA (1999).

Em outra consulta na Internet em ENVIROCHEM (1998) encontra-se o Environmental Management System (EMS) um produto da Envirochem, uma empresa de

consultoria em gestão ambiental. A Envirochem é uma empresa provedora de serviços de gestão ambiental, de análises científicas, e serviços de Engenharia.

O EMS é um software para funcionamento em plataforma Windows, trazendo um sistema de informações gerenciais (MIS) visando integrar toda a informação necessária à gestão ambiental. O sistema garante acesso *online* para o *staff* corporativo e para o pessoal de processo poderem compartilhar idênticos recursos de informação. O sistema inclui procedimentos de segurança para filtrar acesso e mudanças na base de dados.

Há informação relacionada ao uso e controle de substâncias químicas e outros produtos envolvidos em processos de produção. O software integra e analisa informação de vários locais diferentes.

Também provê condições para a montagem de um sistema ISO 14000 adequado a norma 14001 e auditável com controles nos locais de trabalho.

Segundo a informação obtida a estrutura funcional deste software foi construída trabalhando com indústrias para conhecer as demandas de um sistema de gestão ambiental.

Em última instância, este software foi desenvolvido para atender a tendência de internacionalização de padrões de controles ambientais.

Para operações com muitas instalações e localizações geográficas diferentes, permite aos gerentes de cada fábrica ter acesso ao sistema que controla seus dados ambientais específicos, políticas, procedimentos, resposta de emergência planejamento e ações. Ao mesmo tempo, um sistema da corporação permite ao escritório central ter acesso a cada uma das instalações regionais para transferir dados e itens de ação como é exigido pelos relatórios corporativos. Tal sistema é projetado para permitir ao Gerente de Fábrica localizar e acessar informações sobre a conformidade de seus processos com regulamentos, ao mesmo tempo que permite a gestão corporativa para que o grupo demonstre a ação



ambiental global da corporação.

O programa consiste em uma série básica de módulos que são adaptados às operações dos clientes, necessidades, procedimentos e capacidade do sistema.

As características do sistema podem ser adaptadas e melhorados regularmente. Podem ser providos apoios no local, serviços on-line para o treinamento e comunicações. O software pode ser desenvolvido como um elemento principal de sistemas de informação da gestão global. Pode servir tanto a pequenas empresas com uma única sede, como também a grandes organizações com múltiplas instalações de vários tamanhos e tipos. O desenvolvimento de dados e análises também podem incluir:

- Planejamento de Prevenção de poluição,
- Códigos de Práticas,
- Gestão de Tanques,
- Equipamento que Monitoramento e Gestão,
- Administração de materiais,
- Listas de avaliação,
- Análise de Riscos,
- Informações sobre incidentes e acidentes,
- Administração de Relações públicas,

Ainda na mesma linha do software comentado anteriormente, tem-se a proposta da Donley Technology, de Colonial Beach, VA, veiculada em DONLEY (1998). Segundo esta fonte de informação 25 empresas já adotaram o software EMISs (Environmental Management Information Systems). A empresa se propõe a oferecer um software que gera os relatórios que permitam a comparação sobre vários aspectos, tais como:

- Gestão dos inventários químicos,
- Bancos de Dados,
- Conformidade com as leis e os regulamentos ambientais,
- Gestão dos resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas,
- Registros da *Occupational Safety & Health Administration* (OSHA),
- Plano de respostas a emergência,
- Mapeamento de áreas,
- Gestão de Processos,
- Custos Ambientais entre outras possibilidades.

Nesta pesquisa internacional, estes softwares da Envirochem e da Donley são os que mais aproximam-se e incorporam em suas respectivas concepções similaridades ao método que se pretende apresentar ao longo deste trabalho.

Já se tem no Brasil algum conhecimento de softwares para gestão ambiental de processos, mas com escassa divulgação. Na realidade nacional algumas entre as maiores indústrias instaladas já estão desenvolvendo seus próprios sistemas em função da necessidade de informações para os órgãos fiscalizadores regionais e também para os controles corporativos. Pode-se citar as empresas Henkel de São José dos Campos e a Ciba de São Paulo.

Um caso mais específico dentro da Ciba é o sistema desenvolvido para a gestão do processo de incineração de resíduos industriais no forno rotativo desta empresa, situado em Taboão da Serra, SP.

Este sistema que foi aprimorado pelo Eng. Fabio Colella a partir de uma versão inicial, controla desde o cadastro do cliente até a combrança pelos serviços. O sistema que

teve suas bases originais projetada pelo autor desta dissertação em parceria com o Analista de Sistemas Marcio Moretti em 1992. O software em operação traz hoje em sua evolução os seguintes módulos e funções:

Marketing & Vendas	Controla os dados cadastrais, os nomes dos contatos, cadastro de resíduos de cada cliente bem como seus respectivos laudos químicos (podem ser cadastrados "n" laudos para um mesmo resíduo), solicitações feitas (pedidos, reclamações, contatos telefônicos), dados comerciais e emissão da Nota Fiscal de Faturamento
Manutenção	Controla o almoxarifado do incinerador, pedido de Ordem de Serviço, controle de horas alocados pelos colaboradores da manutenção e cadastro de fornecedores
Depósitos	Controle da previsão de chegada de resíduos de terceiros e das divisões da própria corporação, controle das notas fiscais de entrada de resíduos e controle dos lotes de resíduos manipulados e produzidos bem como sua alocação nos depósitos.
Produção	Confecção do algoritmo de queima, controle dos lotes efetivamente destruídos. Está em desenvolvimento uma nova opção que fará com que o programa determine qual a seqüência de lotes a ser alimentada pela operação.
Qualidade	Controle do sistema gestão da qualidade de acordo com norma da ISO série 9000 implantado na unidade de incineração. Por enquanto controla apenas as Não Conformidades e os documentos produzidos pela ISO.
Manutenção do Sistema	Controle de acesso do sistema, tabelas entre outros detalhes programados.

Tabela 15- Evolução do Software Gerencial de Incineração de Taboão da Serra, COLELLA (1998)

Neste levantamento efetuado junto à rede mundial e em contatos pessoais, verificou-se que os softwares de caráter ambiental tendem a ser softwares para estudos de impacto, simulações para análise de riscos e surgindo por estes dias, softwares de apoio a implantação de sistemas de gestão ambiental, segundo o modelo da Norma NBR ISO

14001/1996.

Numa rápida análise evidencia-se que já existem em nível mundial softwares que visam estabelecer sistema de gestão do inventário de resíduos. No entanto, salienta-se aqui, não ter sido encontrada nenhuma abordagem, com a ótica de combater o desperdício de matéria prima e contribuir a partir disto para a redução dos impactos ambientais oriundos do sistema produtivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR. Normas técnicas 10004, 10005, 10006, 10007 e 10008, [S.l.: s.n.: 198?]

AMBIENTE GLOBAL. - A indústria automobilística e o Grupo Gerdau estudam a possibilidade de montar no País um centro de reciclagem de carros... disponível no site <http://www.uol.com.br/ambienteglobal>, 25 Mai 1999

ATUAÇÃO RESPONSÁVEL® - Código de proteção ambiental: guia orientativo. ABIQUIM, Departamento de Assuntos Técnicos. São Paulo, 1995

BARNTHOUSE, Larry (org.). **Life-Cycle Impact Assessment: The State-of-the-Art**. 2nd edition, Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). disponível no site <http://www.setac.org>, em 28 Jun 1999

BEGLEY, R. **ISO 14000: a step toward industry self-regulation**. Environmental Science & Technology / News, Vol. 30, Nr. 7. [S.l.], 1996

CABEDA, M., CHOI, K.H. **DBW Expert 2.0: Sistema de Gerenciamento de Subprodutos**, manual do usuário DBW. Porto Alegre, 1998

CABEDA, M., MORETI, M. **DBW 1.0: Sistema de Gerenciamento de Resíduos**, manual do usuário DBW. São Paulo, 1993

CABEDA, M., CHOI, K. **Minimizando resíduos com lucro**. revista Tecnicouro, nr. 150,

Centro Tecnológico do Couro Calçados e Afins. Novo Hamburgo, 1999

CEFIC - EUROPEAN CHEMICAL INDUSTRY FEDERATION. **Environmental Management Guidelines**. [S.l.], [1989?]

CELERINA. **Informações sobre software para sistemas de gestão ISO 9000**. disponível no site ([www.celerina.com.br/info/index.htm](http://www.celerina.com.br/info/index.htm)), 15 Mai 1999

CETESB. **Relatório inventário de resíduos industriais**. Companhia Estadual de Tratamento e Saneamento Ambiental, São Paulo, 1994

COLELLA, F. **Informações sobre o estágio de desenvolvimento do software de gestão do processo de incineração em Taboão da Serra**, enviado por [fabio.colella@Tciba.com](mailto:fabio.colella@Tciba.com), para [dbw@Tzaz.com.br](mailto:dbw@Tzaz.com.br), 19 Dez 1998

DONLEY, E. **Referências sobre o software EMISs(Environmental Management Information Systems)**. disponível no site, (<http://www.donleytech.com/emis.htm>), Donley Technology, de Colonial Beach, VA, 2 Dez 1998

ENVIROCHEM. **Informações sobre o software EMS(Environmental Management System)**. disponíveis no site ([www.envirochem.com/enviro01.htm](http://www.envirochem.com/enviro01.htm)), 29 Jul 1998

FEPAM. **Relatório da gestão dos resíduos no Rio Grande do Sul**. Fundação Estadual de Proteção Ambiental, Porto Alegre, 1998

FLECK, F.K.; STREY, A. N. e BRUSCH, L.R. de F. **Desenvolvimento sustentável na Agroindústria e Agropecuária: Emissão Zero em biosistemas integrados**. p.188-195, anais do II Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, Gerenciamento de Resíduos e Certificação Ambiental, Porto Alegre, 1998

FORD, H. **Os princípios da prosperidade: minha vida e minha obra; hoje e amanhã; minha filosofia da indústria**. 3a ed, Liv. Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 1967

GARVIN, D.A. **Operations Strategy: text and cases**. Englewood Cliffs, Prentice-Hall. New Jersey, USA, 1992

GREENWARE ENVIRONMENTAL SYSTEM. **Referências sobre o software Greenware para Auditoria ISO 14000.** disponível no site (<http://www.greenware.ca/>), 29 Jul 1998

LOUREIRO, Amilcar Bruno Soares. **Guia para elaboração e apresentação de trabalhos científicos.** EDIPUCRS, Porto Alegre, 1999

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

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

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Artes Médicas, Porto Alegre, 1997

PAULI, Gunter. **Upsizing: como gerar mais renda criair mais postos de trabalho e eliminar poluição,** Fundação ZERI Brasil, L&PM, Porto Alegre, 1998

PAULI, Gunter. **Notas do Curso: Novas Metodologia - ZERI - Gunter Pauli,** PPGEP-UFSC, Florianópolis, 1996

PAULI, Gunter. **Emissão Zero: a busca de novos paradigmas.** EDIPUCRS, Porto Alegre, 1996

PELLEGRINI, R.M. **O processo de certificação pela NBR ISO 14001 no âmbito da Política Nacional de Meio Ambiente,** p.15-18, anais do II Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental - Gerenciamento de Resíduos e Certificação Ambiental, Porto Alegre, 1998

Resolução CONAMA nr. 06, de 15 de Junho de 1988, editado D.O.U., p. 96 em 02/01/89. Brasília, 1989

Revista Saneamento Ambiental. [S.l.].[s.n.], 1998

ROCCA, Alfredo (Org.). **Resíduos Sólidos Industriais.** 2a ed. CETESB, São Paulo, 1992

- ROMM, J.J. **Um passo além da qualidade: como aumentar seus lucros e produtividade através da administração ecológica.** Ed. Futura, São Paulo, 1996
- SACHS, I. **Paradigma do crescimento responsável.** Fascículo 1º, pág. 2, *Gestão Ambiental*, SEBRAE, IBAMA, IHL, São Paulo, 1996
- SANTOS, M.K dos, NEETZOW, R.F.W. **Aplicação de Técnicas de Produção Limpa em Empresas do Setor Metal-Mecânico no Estado do Rio Grande do Sul.** resumos do II Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental - Gerenciamento de Resíduos e Certificação Ambiental, p.p. 78-82, PUCRS, Porto Alegre, 1998
- SARKIS, J., RASHEED, A. **Greening the Manufacturing Function.** *Business Horizons Revue*, [S.l.]. September-October, 1995
- SCHMIDHEINY, Stephan. **Mudando o rumo: uma perspectiva empresarial global sobre desenvolvimento e meio ambiente.** Ed. FGV, Rio de Janeiro, 1992
- SCHNITZER, H. **Série Workshops do ECOPROFIT.** [S.l.].[s.n.][1996?]
- SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** Artes Médicas. Porto Alegre, 1996
- SHINGO, Shigeo. **Sistemas de Produção com Estoque Zero: o sistema Shingo para melhorias contínuas.** Artes Médicas. Porto Alegre, 1996
- SILVA, E.R.F.da; SILVA, M.L.P. da. **Sustentabilidade, gestão ambiental e vantagens competitivas.** p. 32-36, anais do II Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental - Gerenciamento de Resíduos e Certificação Ambiental. Porto Alegre, 1998
- SILVA, Jorge Vieira. **BPCS e outros softwares gerenciais.** Mensagem enviada por [jvieiraATglobocabo.com.br](mailto:jvieiraATglobocabo.com.br), em mensagem para [dbwATzaz.com.br](mailto:dbwATzaz.com.br), 5 Fev 1999
- SINGER, E. **Engenharia Simultânea.** Caderno 3 da *Gestão Ambiental*; encarte *Gazeta Mercantil*. São Paulo, 1996
- SKJEIE, L. **Xerox proves : what's good for environment is good for business.** *Pollution*



Prevention Journal, vol.4, nr. 1, p.21-24. England, 1994

TAYLOR, Frederick W. **Princípios da Administração Científica**. 8a ed., Atlas. São Paulo, 1990

TIBOR, T., FELDMAN, I. **ISO 14000: um guia para as normas de gestão ambiental**. ed. Futura. São Paulo, 1996

TODOS **La regla de las erres Cuadernos de Educación Ambiental**. UNESCO. Catalunia, 1994

VANCA, P. **Jogando dinheiro no lixo**. Revista ABNT, nº2 ano 1. São Paulo, 1996

WAID et al. **Informações sobre o software EMITS**. disponível no site (<http://www,waid.com/envsoft,htm>), Waid and Associates, Engineering and Environmental Consultants, 29 Jul 1998

World Business Council for Sustainable Development. **Cleaner Production and Eco-efficiency: complementary approaches to sustainable development**. WBCSD. [S.l.], [1998]