

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**SISTEMÁTICA PARA AUXILIAR AS PEQUENAS EMPRESAS INDUSTRIAIS  
DA CIDADE DE SÃO CARLOS NA IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS  
IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS DURANTE O PROCESSO  
PRODUTIVO**

TATIANE FERNANDES ZAMBRANO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**SISTEMÁTICA PARA AUXILIAR AS PEQUENAS EMPRESAS INDUSTRIAIS  
DA CIDADE DE SÃO CARLOS NA IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS  
IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS DURANTE O PROCESSO  
PRODUTIVO**

Tatiane Fernandes Zambrano

Dissertação de Mestrado apresentada  
ao Programa de Pós- Graduação em  
Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de São Carlos,  
como parte dos requisitos para a  
obtenção do título de Mestre em  
Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Manoel Fernando Martins

Agência Financiadora: FAPESP

SÃO CARLOS

2005

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

Z24sa

Zambrano, Tatiane Fernandes.

Sistemática para auxiliar as pequenas empresas industriais da cidade de São Carlos na identificação e análise dos impactos ambientais gerados durante o processo produtivo / Tatiane Fernandes Zambrano. -- São Carlos : UFSCar, 2005.

147 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Administração da produção. 2. FMEA. 3. Impacto ambiental. 4. Gestão ambiental. 5. Pequenas e médias empresas. I. Título.

CDD: 658.5 (20<sup>a</sup>)

*"A gente sempre destrói aquilo que mais ama  
em campo aberto ou numa emboscada.  
Alguns com a beleza do carinho,  
outros com a dureza das palavras.  
Os covardes destroem com um beijo  
e os valentes destroem com a espada".*

**Oscar Wilde**

Dedico este trabalho aos grandes presentes que Deus me concedeu:

Meus queridos pais, Ângelo Antônio e Maria Teresa

Minha irmã Fabiana e meu noivo Marcelo.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por ter me feito sonhar com este trabalho, por ter iluminado o meu caminho e sempre me dar forças para continuar.

Ao Professor Dr. Manoel Fernando Martins pela orientação, mas, principalmente, pela postura firme quando foi necessária e pela amizade presente em todos os outros momentos.

À Universidade Federal de São Carlos e ao Departamento de Engenharia de Produção por terem me proporcionado a infra-estrutura para a realização deste trabalho.

À todos os professores do Departamento de Engenharia de Produção que colaboraram para a minha formação e para a realização deste trabalho, especialmente ao Professor Dr. Dário Henrique Alliprandini.

À todos os meus amigos do Departamento de Engenharia de Produção que durante esta caminhada estiveram ao meu lado nos momentos de descontração e me ajudaram nos momentos de angústias.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento desta pesquisa.

Às empresas que contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Apresentação .....	1
1.2 Objetivos .....	3
1.3 Justificativas para as Pequenas Empresas Adotarem SGA .....	4
1.3.1 Caracterização das empresas da cidade de São Carlos – SP .....	6
1.4 Método .....	8
1.4.1 Justificativas para escolha do método de procedimento de pesquisa .....	8
1.4.2 Caracterização da unidade de pesquisa: pequenas empresas .....	9
1.5 Estrutura .....	11
<b>2 GESTÃO AMBIENTAL .....</b>	<b>12</b>
2.1 Poluição das Águas, do Solo e do Ar .....	13
2.1.1 Poluição das águas .....	14
2.1.2 Poluição do solo .....	18
2.1.3 Poluição do ar .....	19
2.2 A Influência da Gestão Ambiental nas Diversas Áreas da Organização .....	21
2.2.1 Estratégia da empresa .....	22
2.2.2 Produção .....	27
2.2.3 Projeto do produto .....	28
2.2.4 Suprimentos .....	30
2.2.5 Marketing .....	35
2.2.6 Finanças e contabilidade .....	38
2.2.7 Recursos humanos .....	39
2.3 A Norma NBR ISO 14001 .....	40
2.3.1 Princípio - comprometimento e política .....	40
2.3.2 Princípio – planejamento .....	43

2.3.3	Princípio - objetivos e metas e o programa de Gestão Ambiental .....	43
2.3.4	Princípio – implementação .....	45
2.3.5	Princípio – medição e avaliação .....	47
2.3.6	Princípio – análise crítica e melhoria .....	50
2.4	Diferenças entre as normas ISO 14001:1996 e BS 7750:1992 .....	51
2.5	<i>Eco management and audit scheme (EMAS)</i> .....	52
2.6	Comparações entre os Sistemas de Gestão da Qualidade e Ambiental .....	53
2.7	Análise dos Modos e Efeitos de Falha – FMEA .....	55
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DA SISTEMÁTICA .....</b>	<b>62</b>
3.1	Visão Geral da Pesquisa .....	62
3.2	Proposição da Sistemática .....	63
3.3	Aplicação do FMEA para Levantamento dos Impactos Ambientais .....	65
3.4	Teste da Sistemática na Empresa Metal-Mecânica .....	67
3.5	Estudo de caso: Empresa Metal-Mecânica .....	68
3.6	Resultado da Aplicação da Sistemática .....	77
<b>4</b>	<b>PESQUISA DE CAMPO .....</b>	<b>78</b>
4.1	Empresa do Setor Alimentício .....	78
4.2	Empresa do Setor Têxtil .....	85
4.3	Empresa do Setor de Plásticos e Borrachas .....	92
4.4	Empresa de Kit para Diagnóstico .....	98
4.5	Empresa Marmoraria .....	102
4.6	Análise Conjunta das Empresas Estudadas .....	107
4.6.1	Análise dos impactos ambientais das empresas estudadas .....	107
4.6.2	Análise das empresas em relação às questões desta pesquisa .....	107
4.6.3	Avaliação da sistemática pelas empresas pesquisadas .....	110
4.7	Revisão da Sistemática Proposta .....	111

<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>115</b>
5.1 Encaminhamentos Futuros .....	119
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>120</b>
<b>ANEXO A: Metodologia Científica .....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXO B: Questionário de Pesquisa .....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO C: Aspectos Legais Relacionados ao Licenciamento Ambiental de Empreendimentos .....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXO D: Análise e Coleta de Dados da Indústria Metal-Mecânica .....</b>	<b>141</b>
<b>ANEXO E: Aspectos Legais Relacionados ao Descarte de Óleo Lubrificante .....</b>	<b>144</b>
<b>ANEXO F: Questionário de Avaliação da Sistemática .....</b>	<b>147</b>

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.1: Fatores motivadores para as PMEs adotarem a NBR ISO 14001 .....	5
QUADRO 1.2: Classificação dos setores produtivos .....	7
QUADRO 1.3: Classificação das empresas segundo o número de empregados .....	10
QUADRO 1.4: Classificação das MPEs segundo o faturamento bruto anual .....	10
QUADRO 2.1: Efeito dos compostos orgânicos sintéticos .....	17
QUADRO 2.2: Índices de poluentes atmosféricos .....	21
QUADRO 2.3: As estratégias ambientais propostas para os diversos setores .....	25
QUADRO 2.4: Exemplos de aspectos e impactos ambientais .....	41
QUADRO 2.5: Diferenças entre as normas ISO 14001:1996 e BS 7750:1992 .....	51
QUADRO 2.6: Semelhanças e diferenças entre a NBR ISO 9001 e a NBR ISO 14001 .....	54
QUADRO 2.7: Exemplo de formulário para aplicação da FMEA .....	57
QUADRO 2.8: Classificações de severidade .....	60
QUADRO 2.9: Classificações de ocorrência .....	60
QUADRO 2.10: Classificações de detecção .....	61
QUADRO 3.1: Formulário do FMEA .....	65
QUADRO 3.2: Classificações de severidade .....	66
QUADRO 3.3: Classificações de ocorrência de impactos ambientais reais .....	66
QUADRO 3.4: Classificações de detecção .....	67
QUADRO 3.5: Classificações de abrangência de impactos ambientais .....	67
QUADRO 3.6: Responsável pelo preenchimento do formulário do FMEA .....	68
QUADRO 3.7: FMEA na empresa metal-mecânica .....	74
QUADRO 4.1: FMEA na empresa alimentícia .....	82
QUADRO 4.2: FMEA na empresa têxtil .....	90
QUADRO 4.3: FMEA na empresa de plástico .....	96
QUADRO 4.4: FMEA na empresa de kit para diagnóstico .....	100
QUADRO 4.5: FMEA da marmoraria .....	105
QUADRO A.1: Diferenças entre as abordagens quantitativas e qualitativas .....	128
QUADRO A.2: Características dos métodos de pesquisa .....	129
QUADRO A.3: Relacionamento entre os métodos de pesquisa .....	130

QUADRO D.1: Quantidade de produtos e cavaco por lote no setor de torneamento.. 135

QUADRO D.2: Quantidade de produtos e cavaco por lote no setor de furação ..... 135

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1: Divisão por setores das pequenas e médias empresas de São Carlos .....	6
FIGURA 2.1: Relacionamento entre os diferentes tópicos do capítulo .....	12
FIGURA 2.2: Estratégias competitivas para a implementação de SGA .....	23
FIGURA 2.3: Símbolos padronizados para identificação de materiais .....	30
FIGURA 2.4: Canais de distribuição diretos e reversos .....	32
FIGURA 2.5: Modelo relacional entre os fatores .....	34
FIGURA 2.6: Selos ambientais .....	37
FIGURA 2.7: Estabelecimento de objetivos para alcançar a melhoria contínua .....	45
FIGURA 2.8: Relação “causa – modo – efeito” .....	58
FIGURA 3.1: Visão geral da pesquisa .....	62
FIGURA 3.2: Entradas e saídas do processo industrial .....	63
FIGURA 3.3: Sistemática auxiliar as pequenas empresas na identificação e na análise dos impactos ambientais .....	64
FIGURA 3.4: Entradas e saídas da operação de torneamento .....	70
FIGURA 3.5: Entradas e saídas da operação de centrífuga .....	70
FIGURA 3.6: Entradas e saídas da operação de tamboreamento .....	71
FIGURA 3.7: Entradas e saídas da operação de furação .....	71
FIGURA 3.8: Entradas e saídas da operação de retífica .....	72
FIGURA 3.9: Entradas e saídas da operação de aplicação de protetivo .....	72
FIGURA 3.10: Entradas e saídas da operação de classificação .....	72
FIGURA 4.1: Entradas e saídas da operação de lavagem .....	79
FIGURA 4.2: Entradas e saídas da operação de extração do suco .....	79
FIGURA 4.3: Entradas e saídas da operação filtragem .....	80
FIGURA 4.4: Entradas e saídas da operação de pasteurização .....	80
FIGURA 4.5: Entradas e saídas da operação de moagem .....	81
FIGURA 4.6: Entradas e saídas da operação de centrífuga .....	81
FIGURA 4.7: Entradas e saídas da estação de tratamento de efluentes .....	81
FIGURA 4.8: Entradas e saídas da operação de costura .....	86
FIGURA 4.9: Entradas e saídas da operação de limpeza .....	86



## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ASTM – *American Society for Testing and materials*  
CAPP - Certificado de Atividade Potencialmente Poluidora  
CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem  
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental  
CIESP – Centro das Indústrias do Estado de São Paulo  
CMMAD - Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento  
CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear  
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente  
CPRN – Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e Proteção de Recursos Naturais  
CR – Certificado de Registro  
EIA – Estudos de Impacto Ambiental  
EMAS - *Eco Management and Audit Scheme*  
FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo  
FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo  
FMEA – Análise do Modo e Efeito de Falha  
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
ISO - *International Organisation for Standardization*  
LI – Licença de instalação  
LO – Licença de Operação  
LP – Licença Prévia  
MPEs – Micro e Pequenas Empresas  
NBR – Norma Brasileira Registrada  
PMEs – Pequenas e Médias Empresas  
PPMA - Projeto do Produto para o Meio Ambiente  
RAP – Relatório Ambiental Prévio  
RIMA – Relatórios de Impacto Ambiental  
SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas  
UFESP – Unidade Fiscal do Estado de São Paulo

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é propor uma sistemática para auxiliar as pequenas empresas industriais da cidade de São Carlos na identificação e análise dos impactos ambientais gerados durante o processo produtivo. Durante este trabalho, foram realizados seis estudos de caso em pequenas empresas dos setores metal-mecânico, têxtil, alimentício, de plásticos, de kits para diagnóstico e em uma marmoraria. De acordo com este estudo foi possível concluir que:

- a) A sistemática para a identificação e análise dos impactos ambientais consiste em um conjunto de ações que a pequena empresa pode adotar para começar a entender os danos ambientais que seus processos ou o descarte incorretos de seus resíduos e efluentes ocasionará.
- b) Em relação aos estudos de caso, não foi percebida a preocupação ambiental das empresas estudadas. As ações que estas empresas realizaram para minimizar os impactos ambientais de seus processos tiveram como fatores motivadores: a preocupação em atender as exigências do órgão fiscalizador e o retorno financeiro.
- c) As empresas estudadas não acreditam que o sistema ambiental seja importante para a sobrevivência da organização e a principal dificuldade para estas se adequarem ambientalmente é a financeira. Além disso, a implementação do sistema não faz parte da estratégia da empresa.

Palavras-chaves: Gestão Ambiental. Impactos Ambientais.  
FMEA. Pequenas Empresas.

## *ABSTRACT*

The aim of this study is to propose a method to help the small enterprises in the city of São Carlos to identify and analyze the environmental impact caused during their production processes. Six case studies were done in small enterprises of metal, textile, food, plastic, diagnosis kits sectors and in a marble and granite supplier. It was possible to conclude that:

- a) The method to identify and analyze environmental impact consists in a set of actions that the small enterprises can adopt to start to understand the environmental damage that their process or the incorrect discharge of their solid and liquid rejects will cause.
- b) With respect to case studies, it wasn't observed any environmental concern from the enterprises. The actions that these enterprises took to minimize the environmental impact of their process were motivated by: the concern to meet the requirements of inspection and financial return.
- c) The studies enterprises don't believe that the environmental system is important to their survival and the main difficult for these enterprises to adapt, environmentally speaking, is financial. In addition, the implementation of a system is not part of their strategy.

**Key-words:** Environmental Management. Environmental Impact. FMEA. Small Enterprises.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação

A degradação ambiental se iniciou com a expansão das atividades de caça, derrubada de florestas, agricultura e pecuária. Porém, os impactos ambientais foram acentuados devido à Revolução Industrial ocorrida entre 1745 e 1800 na Inglaterra.

Posteriormente, na década de 1960, o conceito de desenvolvimento estava relacionado com o crescimento econômico. Acreditava-se que a degradação do meio ambiente e a poluição eram uma consequência inevitável do desenvolvimento. Além disso, havia um consenso de que os problemas ambientais eram localizados e as atitudes para amenizá-los tinham caráter corretivo.

Em 1970, surgiu o Clube de Roma, neste “um grupo de cientistas conceituados, com base em cálculos computacionais, pregava a idéia de que uma calamidade global só seria evitada por meio de rápidas e vigorosas ações para impedir o crescimento populacional e da redução drástica das atividades industriais com base no consumo de recursos naturais” (SOUZA, 2000: 19). Estas idéias foram publicadas no relatório “Limites do Crescimento”.

Ainda nesta época, em 1972, os diversos países que participaram da Conferência de Estocolmo negaram a idéia de crescimento zero do Clube de Roma. Em contrapartida, o conceito de desenvolvimento passou a se relacionar também com a questão ambiental, evidenciando o desafio de crescimento industrial sem a destruição da natureza.

A formulação do conceito de desenvolvimento econômico e ambiental ocorreu em 1987, no relatório “Nosso Futuro Comum”, também conhecido como Relatório Brundtland, da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD). Esta publicação definiu desenvolvimento sustentável como sendo um desenvolvimento “que atenda as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades” (CMMAD 1987 *apud* KINLAW, 1997: 82).

Desde então inúmeros artigos relacionados ao desenvolvimento sustentável tem sido publicados. Desta forma, vários autores e pesquisadores têm

debatido e detalhado este conceito. Entre estes autores pode-se citar KINLAW (1997), DONAIRE (1999), SOUZA (2000), BALL (2002).

BALL (2002) definiu sustentabilidade como um pré-requisito para a existência continuada dos seres humanos ou outras formas de vida. Enquanto que desenvolvimento sustentável como um conceito mais amplo que sustentabilidade porque inclui os conceitos relacionados com qualidade de vida e com a integração das atividades sociais, econômicas e ambientais. As práticas insustentáveis de exploração dos recursos naturais e a poluição afetam as comunidades e suas culturas, portanto, é importante que as comunidades acrescentem no seu conceito de desenvolvimento sustentável suas características regionais e culturais.

Após 20 anos da Conferência de Estocolmo ocorreu a Rio-92 que, conforme citação de CAMPOS (2001), tinha os seguintes objetivos:

- Analisar a situação ambiental em todo o mundo;
- Promover o acesso a tecnologias limpas pelos países subdesenvolvidos;
- Propor estratégias para a incorporação dos conceitos ambientais no processo de desenvolvimento;
- Estabelecer uma comissão internacional para prestar socorro em casos de desastres ecológicos.

Nesta conferência foi elaborada a Agenda 21 que continha “uma lista de atividades a serem seguidas para dar condições ao estabelecimento do desenvolvimento sustentável em todo o mundo. Nesse trabalho, foram reafirmados posicionamentos presentes no Relatório *Brundtland*, como a questão da importância da participação social em decisões relativas a seus espaços comuns e à busca por um novo padrão de desenvolvimento” (SOUZA, 2000: 23).

Posteriormente, em 1996, a ISO – Organização Internacional para a Normalização publicou o conjunto de normas da série ISO 14000 com o intuito de uniformizar as ações que deveriam ser tomadas pelas empresas para controlar os impactos ambientais.

No geral, estas iniciativas buscaram divulgar e debater os problemas ambientais, almejando traçar um caminho para as nações se desenvolverem sem comprometer as condições ambientais necessárias para a sobrevivência da humanidade.

## 1.2 Objetivos

O objetivo principal desta pesquisa é propor uma sistemática para auxiliar as pequenas empresas industriais da cidade de São Carlos na identificação e na análise dos impactos ambientais gerados durante o processo produtivo.

Os objetivos secundários são:

- Revisar a legislação federal e estadual sobre o meio ambiente, em particular os aspectos ligados ao licenciamento ambiental;
- Caracterizar as dificuldades enfrentadas pelas pequenas empresas industriais para a implementação de um sistema de gestão ambiental.

Desta forma, a principal questão de pesquisa é: “como deve ser realizada a identificação e a análise dos impactos ambientais dos processos produtivos das pequenas empresas industriais de São Carlos”?

Para suprir o objetivo principal desta dissertação, foram formuladas as seguintes questões secundárias:

- Quais são os aspectos da legislação brasileira federal e estadual, em relação aos licenciamentos ambientais, e como as pequenas empresas industriais se mantêm atualizadas sobre as alterações na legislação ambiental?
- Quais são as dificuldades enfrentadas pelas pequenas empresas estudadas para a implementação do sistema ambiental?
- As pequenas empresas industriais se preocupam em adquirir matérias-primas ou insumos de fornecedores que possuem um Sistema de Gestão Ambiental implementado?
- Qual é a visão das pequenas empresas industriais em relação à implementação do Sistema de Gestão Ambiental?
- Quais são as principais áreas da organização que as pequenas empresas industriais consideram que mais deveriam sofrer modificações para a implementação do Sistema de Gestão Ambiental?

- Quais são as iniciativas das pequenas empresas industriais em relação ao meio ambiente e quais foram os fatores motivadores para estas iniciativas?
- Os funcionários recebem treinamento para eventuais acidentes ambientais?

### **1.3 Justificativas para as Pequenas Empresas Adotarem Sistemas de Gestão Ambiental**

Geralmente, as empresas multinacionais instaladas nos países subdesenvolvidos já tiveram que se adaptar à legislação ambiental em seus países de origem. Desta forma, as políticas ambientais adotadas pelas matrizes são passadas às filiais para evitar danos à imagem mundial da organização, bem como, para prevenir a futuros contratempos nos países em que estão instaladas as suas filiais.

A maioria das pequenas e médias empresas (PMEs) vende seus produtos para as grandes empresas. Atualmente, parte significativa das grandes empresas já possui a certificação NBR ISO 14001 e começaram a exigí-la de seus fornecedores. Desta forma, para as PMEs, a certificação ambiental significa o fortalecimento da sua imagem e a garantia de sua permanência na cadeia de suprimentos a qual pertence.

Outro fator relevante para as pequenas empresas se adequarem ambientalmente é o fortalecimento da legislação ambiental brasileira. As empresas que estiverem constantemente avaliando os seus processos em relação aos seus impactos ambientais, certamente estarão evitando problemas com os órgãos fiscalizadores.

O Quadro 1.1 descreve alguns fatores motivadores para as PMEs adotarem a NBR ISO 14001.

**QUADRO 1.1: Fatores motivadores para as PMEs adotarem a NBR ISO 14001.**

<b>Fator Motivador</b>	<b>Descrição</b>
Melhoria da imagem e da reputação da empresa	Este fator facilita a entrada da organização em novos mercados, o ganho de concessões, etc.
Exigência dos clientes	A adoção da NBR ISO 14001 pelas PMEs pode acarretar em parcerias de longo prazo com as grandes empresas.
Exigências das partes interessadas	A certificação pode melhorar a imagem da organização com os consumidores, com os órgãos de controle ambiental, com os seus empregados, com as ONGs, etc.
Processo de inovação	A implementação de programas de prevenção à poluição pode auxiliar a organização a diminuir seus custos devido ao aumento de eficiência.

Fonte: Adaptado MILES et. al. (1999).

Por outro lado, MILES et. al. (1999) cita algumas dificuldades para a implementação da NBR ISO 14001 nas PMEs, tais como: o alto custo das auditorias de certificação (estima-se que 25% dos custos para a implementação do sistema sejam atribuídos à auditoria de certificação), o custo da contratação de consultores, as PMEs têm menor acesso à tecnologia que as grandes empresas, a cultura empresarial, entre outras.

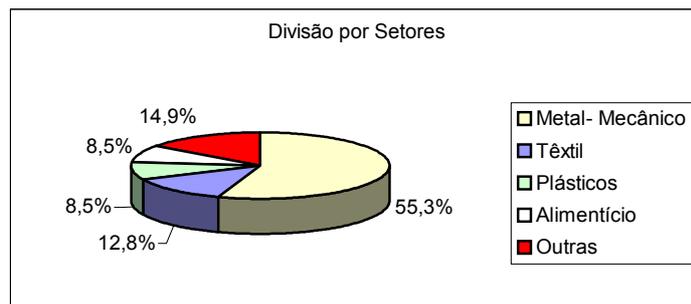
MILES et. al. (1999) reforça que para amenizar os custos, o governo deveria promover serviços de consultoria para as PMEs ou fornecer treinamentos a fim de capacitar os próprios funcionários para implementarem o Sistema de Gestão Ambiental, além de oferecer linhas de crédito para melhorar o acesso das PMEs a tecnologia.

Em relação à cultura das PMEs, MILES et. al. (1999) aconselha que estas organizações assumam riscos aceitáveis, que inovem produtos e processos e adotem uma postura de prevenção à poluição.

BALL (2002) lembra que as organizações que obtiveram maior sucesso na implementação do Sistema de Gestão Ambiental foram aquelas que trataram o sistema como um modelo de aprendizagem e não aquelas que adotaram um sistema mecânico de controle.

### 1.3.1 Caracterização das empresas da cidade de São Carlos - SP

Segundo um levantamento realizado por TOLEDO (2001), as pequenas e médias empresa da cidade de São Carlos estão distribuídas entre os seguintes setores: metal-mecânico (55,3%), têxtil (12,8%), alimentício (8,5%), plástico e borracha (8,5%), outras atividades (14,9%).



Fonte: TOLEDO (2001).

**FIGURA 1.1: Divisão por setores das pequenas e médias empresas de São Carlos.**

Este trabalho, realizado por TOLEDO (2001), também verificou que nos últimos anos ocorreu uma crescente disseminação dos conceitos de qualidade nas pequenas e médias empresas de São Carlos. Já, em relação à Gestão Ambiental nenhuma destas empresas é certificada, porém acredita-se que nos próximos anos, as pequenas empresas buscarão a adequação ambiental de seus processos.

A pesquisa de campo desta dissertação foi realizada em uma pequena empresa industrial de cada um dos seguintes setores:

- Metal-mecânico,
- Têxtil,
- Alimentício,
- Plásticos e borrachas,
- Fabricação de materiais para usos médicos, hospitalares e odontológicos (a empresa estudada deste setor será chamada apenas de “empresa de kits para diagnóstico”),
- Britamento, aparelhamento e outros trabalhos em pedras - não associados à extração (a empresa estudada deste setor será chamada apenas de “marmoraria”).

A classificação dos impactos ambientais causados pelas pequenas empresas industriais foi realizada de acordo com as seguintes fontes de pesquisa: FIESP / CIESP (2001) e ANDRADE et. al. (2002).

De acordo com a FIESP / CIESP (2001), as atividades potencialmente poluidoras e que utilizam os recursos ambientais podem ser classificadas em alto, médio ou pequeno. A classificação das pequenas e médias empresas industriais de São Carlos está descrita no Quadro 1.2:

**QUADRO 1.2: Classificação dos setores produtivos.**

<b>Setores</b>	<b>Classificação</b>
Metal- Mecânico	Médio
Têxtil	Médio
Plásticos e Borrachas	Pequeno
Alimentício	Médio

Fonte: FIESP / CIESP (2001).

Os impactos ambientais das empresas de kits para diagnóstico e da marmoraria não foram classificados pela FIESP / CIESP (2001).

Já ANDRADE et. al. (2002) considera que as empresas metal-mecânica, têxtil, alimentícia e de plástico e borracha pertencem ao setor econômico semi-concentrado, ou seja, são empresas que produzem bens de consumo não duráveis. Este autor considera que os impactos ambientais, dos diversos setores econômicos, podem ser classificados como de “extrema intensidade”, “elevado”, “moderado” ou “baixo”. O setor econômico semi-concentrado foi classificado de elevado impacto ambiental.

Conforme ANDRADE et. al. (2002), a empresa de kits para diagnóstico pertence ao setor econômico diferenciado. Este setor é classificado de moderado impacto ambiental. Porém, os impactos ambientais causados pela marmoraria não foram classificados.

Desta forma, com base no levantamento realizado por TOLEDO (2001) e na classificação dos impactos ambientais da FIESP / CIESP (2001) e de ANDRADE et. al. (2002) foi possível concluir que a maioria das pequenas e médias empresas industriais pratica atividade poluidora e utiliza os recursos ambientais, porém nenhuma destas empresas possui um Sistema de Gestão Ambiental estruturado. Desta forma, tem-se a necessidade de realizar estudos que detalhem os impactos ambientais gerados pelas

pequenas empresas industriais de São Carlos e o desenvolvimento de métodos para a adequação ambiental destas empresas.

#### **1.4 Método**

A pesquisa de campo foi realizada em seis pequenas empresas industriais, distribuídas entre os setores: metal-mecânico, têxtil, alimentício, plásticos e borrachas, empresa de kits para diagnóstico e marmoraria. As quatro primeiras empresas foram escolhidas por significar os principais setores da cidade de São Carlos, já as duas últimas, foram escolhidas por facilidade de acesso.

O método de pesquisa adotado foi o estudo de caso. Este método pode ser utilizado quando as questões de pesquisa são do tipo “como?” e “porque?”, quando o pesquisador não possui o controle do objeto de estudo e objetiva pesquisar fatos contemporâneos. O anexo A apresenta uma revisão bibliográfica sobre os métodos de pesquisa.

##### **1.4.1 Justificativas para escolha do método de procedimento de pesquisa**

A escolha do método e da abordagem de pesquisa deve ser realizada de acordo com as características da pesquisa.

A principal questão de pesquisa dessa dissertação é: como deve ser realizada a identificação e a análise dos impactos ambientais dos processos produtivos das pequenas empresas industriais de São Carlos?

Tendo como principal objetivo a proposição de uma sistemática para auxiliar as pequenas empresas industriais da cidade de São Carlos na identificação e na análise dos impactos ambientais gerados durante o processo produtivo.

Desta forma, a pesquisa é caracterizada por uma questão central do tipo “como” e não se tem controle sobre os eventos comportamentais, ou seja, a pesquisadora não tem controle sobre o objeto de estudo (pequenas empresas). Além disso, a pesquisa também foca os eventos contemporâneos.

De acordo com estas características, optou-se pelo método de procedimento de pesquisa de estudo de caso.

YIN (2001: 42) destaca que o estudo de caso possui cinco componentes principais, estes são:

- “as questões de um estudo;
- suas proposições, se houver;
- sua(s) unidade(s) de análise;
- a lógica que une os dados às proposições; e
- os critérios para se interpretar as descobertas”.

As proposições podem ser definidas como “considerações iniciais” sobre o objeto de estudo que deveriam ser examinadas no decorrer da pesquisa.

A unidade de pesquisa escolhida é a pequena empresa industrial da cidade de São Carlos. Convém ressaltar que a unidade de pesquisa não foi escolhida mediante uma amostragem estatística.

De acordo com YIN (2001), a generalização estatística não é adequada para os estudos de caso. Para esta estratégia de pesquisa é adequada a generalização analítica em que se comparam as empresas estudadas, concluindo-se algo sobre elas e não sobre todas as empresas do setor.

As fontes de coleta de dados utilizadas foram a realização de entrevistas e a observação direta. No caso da empresa metal-mecânica, para quantificar as saídas do processo, também foram analisados os documentos dessa organização, por exemplo: contas de energia elétrica e de água, registro de produtos não conformes, etc.

Após a realização de visitas às empresas e aplicação de questionário, o critério de interpretação dos resultados foi qualitativo, objetivando-se verificar os licenciamentos ambientais que as pequenas empresas possuem, as dificuldades para a implementação do sistema de gestão ambiental e os impactos ambientais causados pelas organizações estudadas.

#### **1.4.2 Caracterização da unidade de pesquisa: pequenas empresas**

Os critérios para classificação das empresas são: número de empregados e o faturamento bruto anual. O Quadro 1.3 descreve a classificação das empresas segundo o número de empregados.

**QUADRO 1.3: Classificação das empresas segundo o número de empregados.**

Porte	Empregados
Microempresa	No comércio e serviços até 09 empregados Na indústria até 19 empregados
Empresa de Pequeno Porte	No comércio e serviços de 10 a 49 empregados Na indústria de 20 a 99 empregados
Empresa de Médio Porte	No comércio e serviços de 50 a 99 empregados Na indústria de 100 a 499 empregados
Empresa de Grande Porte	No comércio e serviços mais de 99 empregados Na indústria mais de 499 empregados

Fonte: SEBRAE (2003).

O Quadro 1.4 descreve a classificação das micro e pequenas empresas (MPEs) em relação ao faturamento bruto anual.

**QUADRO 1.4: Classificação das MPEs segundo o faturamento bruto anual.**

Porte	Faturamento Bruto Anual
Microempresa	Até R\$ 244.000,00
Empresa de Pequeno Porte	Entre R\$ 244.000,00 e R\$ 1.200.000,00

Fonte: Lei Federal no. 9.841, de 05/10/99 (Estatuto da Micro e Pequena Empresa).

Para a realização dessa pesquisa foi considerado apenas o fator de classificação número de empregados. Tendo em vista a dificuldade ao acesso do faturamento das empresas estudadas.

De acordo com o SEBRAE (2004), em 2003, as pequenas empresas industriais exportaram US\$ 1,382 bilhão, representando 2,2% do total exportado pelas empresas de todos os portes. Além disso, as pequenas empresas representam 99% das empresas formais na indústria, comércio e serviços, respondem por 20% do PIB e empregam 44% da força de trabalho que possui carteira assinada.

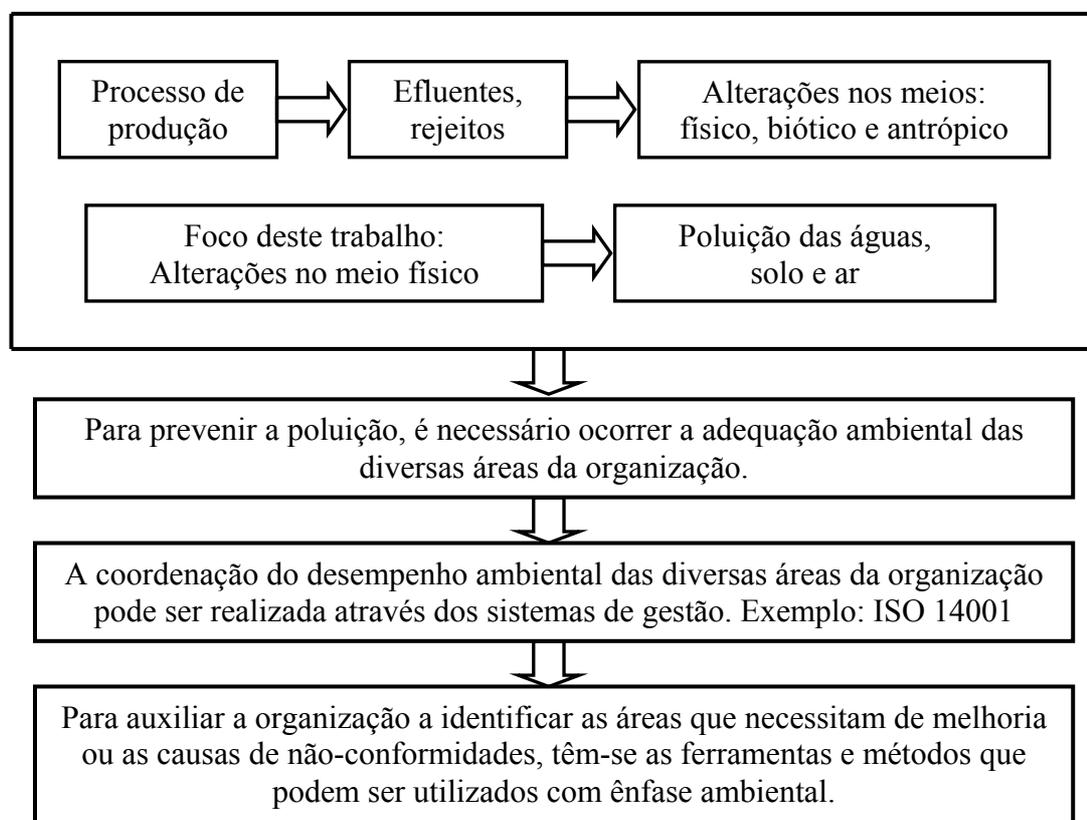
Desta forma, conclui-se que a maioria das empresas brasileiras é de pequeno porte. Assim, o impacto ambiental gerado por estas empresas coletivamente é significativo.

## **1.5 Estrutura**

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. Na introdução é apresentada uma síntese do estudo realizado. No segundo capítulo, tem-se uma revisão bibliográfica sobre os conceitos de Gestão Ambiental. Em seguida, no terceiro capítulo, é detalhada a sistemática para auxiliar as pequenas empresas industriais na identificação e na análise dos impactos ambientais gerados durante o processo produtivo. Posteriormente, no quarto capítulo são apresentados os resultados da pesquisa empírica. Finalmente, têm-se as conclusões desta dissertação e as referências bibliográficas.

## 2 GESTÃO AMBIENTAL

Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica sobre os seguintes temas: a poluição das águas, do solo e do ar, o relacionamento entre a Gestão Ambiental e as diversas áreas da organização, a norma NBR ISO 14001: 1996 e, finalmente, sobre a metodologia análise do modo e efeito de falha (FMEA). A Figura 2.1 ilustra os relacionamentos entre os diferentes tópicos deste capítulo.



**FIGURA 2.1: Relacionamento entre os diferentes tópicos do capítulo.**

Quando os efluentes e rejeitos dos processos produtivos são descartados sem tratamento, eles podem gerar alterações nos meios físicos, bióticos e antrópicos. O foco desta dissertação será o meio físico, ou seja, as alterações das águas, solo e ar que possam gerar poluição. O meio biótico é composto pelas espécies da fauna e da flora terrestre ou aquática. Já, os exemplos das alterações no meio antrópico são: modificação no valor da terra, melhoria da qualidade de vida, conflitos pelo uso das águas, etc.

Para minimizar a poluição das águas, do solo e do ar ou preveni-la, é necessário que o pequeno empresário se conscientize dos impactos ambientais que o seu processo industrial poderá ocasionar. Posteriormente, o pequeno empresário deve implementar uma cultura de preocupação com o meio ambiente na organização. A incorporação desta nova cultura ocorre quando as diversas áreas da organização realizarem a adequação ambiental de suas atividades. Esta adequação ocorre na medida que a organização adquire tecnologias limpas, intensifica as manutenções preventivas, treina os funcionários para trabalharem objetivando minimizar os rejeitos de suas atividades. Por exemplo, os funcionários administrativos devem economizar papéis, o setor responsável pela compra de equipamentos deve preferir as tecnologias limpas, todos necessitam buscar economizar água e energia elétrica, além de trabalhar conforme os procedimentos estabelecidos para prevenir a fabricação de produtos não-conforme.

A coordenação do desempenho ambiental das diversas áreas da organização pode ser realizada através da adoção de sistemas de gestão. Em síntese, estes sistemas objetivam estar constantemente identificando a situação atual de cada setor em relação ao meio ambiente e, posteriormente, estabelecem-se os objetivos e as metas para estes setores e os meios para atingi-los. Desta forma, tem-se a melhoria do desempenho ambiental da organização.

As ferramentas e os métodos são importantes para auxiliar a organização na identificação de áreas que necessitam de melhoria ou das causas de não-conformidades, direcionando as ações que devem ser adotadas a fim de minimizar os impactos ambientais.

## **2.1 Poluição das Águas, do Solo e do Ar**

A poluição pode ser definida “como um conjunto de fatores limitantes de interesse especial para o homem, constituídos de substâncias nocivas (poluentes) que, uma vez introduzidas no ambiente, podem ser efetiva ou potencialmente prejudiciais ao homem ou ao uso que ele faz de seu habitat” (CETESB, 2004).

Além disso, a ECOAMBIENTAL (2004) define poluição como a “emissão de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, em quantidade superior à capacidade de absorção do meio ambiente ou maior do que a quantidade existente no meio. Também é causada pelo lançamento de substâncias que não existem na natureza, como

os inseticidas. A poluição interfere no equilíbrio ambiental e na vida dos animais e vegetais”.

TOMMASI (1993) lembra do conceito de resiliência que é a “medida da capacidade de um sistema persistir na presença de uma perturbação. Se essa capacidade existir, após terminar um dado impacto, o ecossistema se recupera e retorna a seu equilíbrio, a seu estado original. Ou então, atingirá um novo equilíbrio. Se, porém, o impacto for de uma magnitude e importância que ultrapasse a capacidade de recuperação, isto é, a resiliência do ecossistema, ele entrará em processo de extinção”.

Desta forma, a disposição no meio ambiente de resíduos domésticos ou industriais pode ou não causar poluição. Por exemplo, a quantidade de monóxido de carbono gerado pela combustão da gasolina, somente causará impacto ambiental se for gerado em quantidades maiores do que as plantas conseguem absorver.

Outro exemplo é o “lançamento de uma pequena carga de esgoto doméstico em um rio provoca a diminuição do teor de oxigênio de suas águas. Mas se esta diminuição de oxigênio não afetar a vida dos peixes nem dos seres que lhes servem de alimento, então o impacto ambiental provocado pelo esgoto lançado no rio não é uma poluição” (NASS, 2002).

Convém lembrar que quando ocorre poluição, os seus principais efeitos são os danos à saúde humana, através do desenvolvimento de doenças como o câncer, dificuldade de reprodução humana, a escassez da água, perda da flora e fauna, etc.

Nos tópicos a seguir, é apresentado um resumo sobre a poluição das águas, solo e do ar. Desta forma, os principais problemas relacionados à água são o desperdício e o despejo de efluentes industriais e de pesticidas agrícolas que acarreta em poluição. Enquanto que a principal causa de poluição dos solos é a disposição inadequada de resíduos e produtos contaminados. Por fim, a poluição do ar é causada pelo acúmulo na atmosfera de gases nocivos aos seres humanos e ao meio ambiente.

### **2.1.1 Poluição das águas**

Infelizmente a água doce não pode ser considerada como um recurso abundante. “Somente 3% da água do planeta é disponível como água doce. Destes 3%, cerca de 75% estão congelados nas calotas polares e cerca de 10% estão reservados nos

aquíferos. Portanto, somente 15% dos 3% de água doce do planeta estão disponíveis” (TUNDISI, 2003, xvii - xviii).

A água é utilizada para diversos fins, estes podem ser: agricultura, indústria, abastecimento público, hidroeletricidade, mineração, transporte, recreação, turismo e pesca.

A agricultura é responsável pela produção da maior parte dos alimentos consumidos pela humanidade. Desta forma, “a agricultura é também o maior consumidor de água doce, sendo responsável por cerca de três quartos do consumo mundial” (SELBORNE, 2002: 32). A água consumida pela agricultura é proveniente de duas fontes: as chuvas e a irrigação. Segundo SELBORNE (2002: 32), “um pouco mais de 60 % da produção global de alimentos é atribuído à chuva, e quase 40 % à agricultura irrigada”.

A tendência de aumento populacional refletirá na expansão das atividades agrícolas. Porém, a escassez das águas pode prejudicar a produção de alimentos. Assim, o desafio para esta atividade é melhorar a eficiência do uso das águas.

Por outro lado, os principais grupos industriais que respondem pela maior parte da água utilizada são: os fabricantes de alimentos e produtos associados, de papel e produtos associados, de substâncias químicas e produtos associados, as indústrias de refinação de petróleo e similares e os produtos básicos de metais (SELBORNE, 2002: 35).

Para amenizar os problemas ambientais causados pela atividade industrial recomenda-se que as indústrias que consomem grandes volumes de água se localizem em regiões onde este recurso é abundante, quando possível, utilizem as águas “cinzentas” e a reciclagem interna da água. Além da disseminação das tecnologias limpas, que economizem este recurso.

A diversidade do uso da água resultou em uma multiplicidade de impactos ambientais de diversas magnitudes e que exigem diferentes tipos de avaliação qualitativa e quantitativa. Um exemplo é a bacia do Prata, na América do Sul, que é utilizada para produção de hidroeletricidade, atividades agrícolas, transporte e pesca (TUNDISI, 2003).

### **Águas subterrâneas**

Em relação à captação das águas subterrâneas, é necessário determinar se as gerações futuras irão precisar mais deste recurso do que a geração atual. Segundo SELBORNE (2002), muitos países consideram que a utilização da água subterrânea não deve exceder os recursos renováveis. Desta forma, a captação apenas deve ser permitida quando for comprovado que, apesar da retirada de água, o lençol freático poderá atender a essa demanda por muito tempo, ou seja, por mais de cinquenta anos.

As águas subterrâneas devem ser conservadas em relação à sua utilização e a poluição. Geralmente, a contaminação das águas subterrâneas pode ocorrer através da percolação de resíduos de aterros sanitários, dos vazamentos de tanques de gasolina e álcool, do uso de fertilizantes na irrigação, das chuvas ácidas, da infiltração de esgotos não tratados e das fezes provenientes da criação de gados, suínos e frangos, etc.

### **Efeitos da contaminação das águas**

Como citado por VALLE (1995), o despejo de efluentes industriais, de pesticidas agrícolas e de resíduos das atividades mineradoras nas águas, pode afetar a cadeia alimentar e levar o homem à ingestão de substâncias tóxicas. Inicialmente, a poluição contamina os microorganismos, crustáceos e peixes e, posteriormente, o homem.

Os efeitos da contaminação das águas são inúmeros, entre eles são citados por TUNDISI (2003: 44) os seguintes:

- “Efeitos negativos à reprodução dos seres humanos;
- Desenvolvimento sexual prejudicado;
- Deformidades no esperma e na contagem do esperma, reduzindo o potencial de reprodução da espécie humana;
- Comprometimento do sistema imunológico;
- Efeitos negativos no desenvolvimento do cérebro; aberrações de comportamento e problemas de aprendizagem”.

O Quadro 2.1 descreve os efeitos de alguns compostos orgânicos que são encontrados em águas poluídas:

**QUADRO 2.1: Efeito dos compostos orgânicos sintéticos.**

<b>Compostos</b>	<b>Efeitos à saúde humana</b>
Aldicarb (pesticida)	Ataca o sistema nervoso
Benzeno (solvente)	Doenças do sangue, leucemia
Tetracloroeto de carbono (solvente)	Câncer, danos ao fígado, pode atacar os rins
Dioxinas (contaminante químico)	Pode causar câncer, pode danificar os sistemas imunológicos e reprodutivo
Etileno (fumigante)	Câncer; ataca fígado e rins
Bifenóis policlorados (substâncias químicas industriais)	Ataca fígado e rins, podendo causar câncer
Tricloroetileno (solvente)	Induz câncer de fígado em ratos
Cloreto de vinil (indústria plástica)	Câncer

Fonte: RAVEN et al. (1998: 579) *apud* TUNDISI (2003: 46).

O despejo de esgotos, resíduos industriais e agrícolas nos lagos e rios pode alterar a concentração de fósforo e nitrogênio nas águas, ocasionando a proliferação de plantas aquáticas. Este fenômeno é conhecido como eutrofização.

Os exemplos de plantas aquáticas são o aguapé (*Eichhornia crassipes*), o alface d'água (*Pistia stratiotes*), além das cianobactérias. Estas plantas aquáticas liberam toxinas que podem afetar a saúde do homem e, ao se decomporem, consomem o oxigênio dissolvido na água causando a mortandade de peixes. A eutrofização dificulta a navegação, a utilização dos rios e lagos para recreação e aumenta os custos do tratamento da água.

Outro tipo de degradação dos recursos hídricos é a poluição térmica. De acordo com VALLE (1995: 34), a poluição térmica é “causada pelo lançamento de águas de resfriamento em temperaturas superiores à do corpo d'água receptor”. O aumento de temperatura acarreta na proliferação de bactérias que consomem o oxigênio, além de reduzir a solubilidade do oxigênio na água, acarretando a mortandade de peixes.

Geralmente, a degradação dos recursos naturais, em especial dos recursos hídricos, está ligada a dois tipos de comportamento humano: “primeiro, o consumo de recursos naturais em ritmo mais acelerado do que aquele no qual eles podem ser renovados pelo sistema ecológico; segundo, pela geração de produtos residuais em quantidades maiores do que as que podem ser integradas ao ciclo natural de nutrientes” (MORAES & JORDÃO, 2002).

## **O planejamento e gestão dos recursos hídricos**

A abordagem tradicional de gerenciamento dos recursos hídricos parte do princípio de que sempre é possível tratar qualquer água para conseguir água potável. Porém, o custo para se obter água potável tem aumentado. Estes custos podem envolver investimentos em infra-estrutura para a captação, tratamento e transporte de águas que serão utilizadas, bem como, para a coleta e o tratamento das águas residuárias (que já foram utilizadas).

Por outro lado, a abordagem moderna do gerenciamento dos recursos hídricos considera a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão. Esta abordagem consiste em delimitar a área de gerenciamento ambiental na bacia hidrográfica e considerar de forma integrada as variáveis que nela atuam.

O gerenciamento dos recursos hídricos compreende o planejamento da conservação dos recursos hídricos, o estabelecimento de políticas públicas, a escolha de tecnologias para a recuperação dos recursos hídricos, bem como para o monitoramento das descargas realizadas na bacia e finalmente a educação da população que vive nas proximidades dos rios.

Os exemplos de métodos para a recuperação das bacias hidrográficas são: reflorestamento da bacia hidrográfica, a recuperação dos rios que compõem a bacia, a conservação e a recuperação de áreas alagadas, tratamento de esgotos e resíduos industriais, entre outros.

### **2.1.2 Poluição do solo**

A poluição do solo se dá pela má disposição de resíduos e produtos contaminados. A norma NBR 10004: Resíduos Sólidos *apud* PEREIRA (2003) classifica os resíduos em:

- Classe I: são resíduos perigosos, tendo periculosidade por inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade;
- Classe II: são os resíduos não-inertes, podendo ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água; e
- Classe III: são os resíduos inertes, não representando maiores problemas para a saúde pública ou riscos para o meio ambiente.

Por outro lado, VALLE (1995: 35) destaca que “o maior risco da contaminação do solo por substâncias poluentes está no fato dessas substâncias serem arrastadas pelas águas superficiais e subterrâneas até distâncias que se encontrem fora das áreas sob controle e monitoramento, gerando uma pluma de contaminação cuja remediação será custosa e demorada. Por essa razão, o estudo da contaminação do solo e as soluções adotadas para evitá-la estão quase relacionados com a contaminação das águas”.

Desta forma, os exemplos de destinações ambientalmente corretas para os resíduos sólidos são: a reciclagem, a incineração e a disposição em aterros sanitários.

A incineração é um processo de transformação dos resíduos em cinzas, através da utilização de energia térmica. As vantagens da utilização deste processo é a eficiente eliminação de resíduos patogênicos e a geração de energia, caso o resíduo seja combustível. Porém, a principal desvantagem deste processo é o custo e a eficiência do tratamento dos gases emitidos durante a combustão dos resíduos.

Já, os aterros sanitários são amplamente utilizados para a disposição de resíduos sólidos. LEITE (2003: 66) define aterro sanitário como um sistema para disposição de lixo que utiliza “técnicas de engenharia sanitária de recobrimento do material em camadas, sistemas de escoamento de líquidos e emanção de gases produzidos pelos materiais orgânicos, impermeabilização do solo, entre outras, visando principalmente evitar a contaminação de lençóis freáticos”.

### **2.1.3 Poluição do ar**

A contaminação do ar pode ocorrer por fontes fixas, como chaminés de indústrias ou por fontes móveis como carros, atividades de mineração etc.

BRAGA (2002) e PEREIRA (2003) citam quais são os principais poluentes atmosféricos e suas conseqüências na saúde humana:

- Material particulado: é uma mistura de partículas líquidas e sólidas em suspensão no ar. Quando estas partículas são inaladas os mecanismos de defesa do organismo tentam expeli-las. O espirro é causado pela inalação de partículas grandes (maiores que 10  $\mu\text{m}$ ) que se alojam nas narinas. A tosse é um mecanismo semelhante, porém só ocorre quando as partículas conseguem atingir o trato respiratório inferior (além da laringe). Já as

partículas inaladas e que alcançam as porções mais distais das vias aéreas são absorvidas pelo organismo e eliminadas pelo sistema linfático. A principal característica destas partículas é que elas transportam os gases adsorvidos em sua superfície até o interior do organismo.

- Ozônio ( $O_3$ ): este é formado através da reação de óxidos de nitrogênio ( $NO_x$ ) e hidrocarbonetos, esta reação tem como agente catalisador o sol. O ozônio é um potente oxidante que provoca lesões nas células atingidas.
- Dióxido de Enxofre ( $SO_2$ ): é o resultado da combustão do carvão e do petróleo, tendo como fontes principais os automóveis e termoelétricas. O dióxido de enxofre ( $SO_2$ ) lançado na atmosfera é oxidado formando o ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), ocasionando as chuvas ácidas.
- Monóxido de Carbono ( $CO$ ): os automóveis são a principal fonte deste poluente. O problema associado à inalação deste poluente é que “o monóxido de carbono apresenta afinidade pela hemoglobina 240 vezes maior que a do oxigênio, o que faz com que uma pequena quantidade de  $CO$  possa saturar uma grande quantidade de moléculas de hemoglobina, diminuindo a capacidade do sangue de transportar  $O_2$ ” (BRAGA, 2002: 11). A exposição dos seres humanos ao monóxido de carbono também pode causar a diminuição da capacidade visual.
- Óxidos de Nitrogênio ( $NO$  e  $NO_2$ ): os automóveis também são a principal fonte de emissão deste poluente, seguidos das usinas termoelétricas e indústrias que utilizam combustíveis fósseis. Este poluente pode causar a irritação das mucosas e o câncer nos seres humanos, além de provocarem danos às plantas e as chuvas ácidas.
- Gás Sulfídrico: tem odor desagradável e pode causar danos ao aparelho respiratório e problemas cardiovasculares em pessoas idosas.
- Clorofluorcarbonos: provocam a destruição da camada de ozônio, câncer de pele, catarata e danos à vegetação.

A resolução de 28 de Junho de 1990 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) determina os índices máximos de poluentes em um intervalo de tempo que pode haver em uma região. Além disso, determina que os Estados são

responsáveis pela fiscalização da quantidade de poluente atmosférico e pela elaboração de planos de emergência. No Quadro 2.2 estão descritos os índices máximos permitidos de poluentes atmosféricos e os índices em que os Estados devem estar em estado de atenção, alerta e emergência.

**QUADRO 2.2: Índices de poluentes atmosféricos.**

	Máximo permitido	Atenção	Alerta	Emergência
Partículas Totais em Suspensão ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24 horas	240	375	625	875
Fumaça ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24 horas	150	250	420	500
Partículas Inaláveis ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24 horas	150	250	420	500
Dióxido de Enxofre ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24 horas	365	800	1600	2100
Monóxido de carbono (ppm) – 8 horas	9	15	30	40
Ozônio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 1 hora	160	400	800	1000
Dióxido de Nitrogênio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 1 hora	320	1130	2260	3000

Fonte: Resolução de 28 de Junho de 1990 do CONAMA.

\* As condições de referência destes índices são: temperatura de 25°C e a pressão de 760 milímetros de coluna de mercúrio (1.013,2 milibares).

Outro problema relacionado com a poluição atmosférica é que as condições meteorológicas desfavoráveis, como ausência de ventos e a inversão térmica, impedem a dispersão dos poluentes. A “inversão térmica é um fenômeno meteorológico onde ocorre a presença de uma camada de ar frio alguns metros acima da superfície que impede a dispersão e a movimentação de massas de ar mais quentes localizadas próximas do solo. Essa camada mais fria age como se fosse a tampa de uma panela concentrando vapor no seu interior” (BRAGA, 2002: 3).

## 2.2 A Influência da Gestão Ambiental nas Diversas Áreas da Organização

Neste tópico é apresentada uma revisão bibliográfica sobre a influência da Gestão Ambiental nas seguintes áreas da organização: estratégia, produção, projeto do produto, suprimentos, marketing, finanças e contabilidade e recursos humanos.

Geralmente, as grandes empresas possuem áreas bem determinadas, facilitando a visualização das atividades que devem ser desempenhadas pelos diversos departamentos para prevenir ou mitigar os impactos ambientais. Porém, na maioria das

vezes, as pequenas empresas não possuem áreas muito bem estruturadas, é comum uma só pessoa concentrar as atividades de mais de um departamento. Quando isto ocorrer, os funcionários que acumularem mais de uma função devem ser treinados para trabalhar visando diminuir os impactos ambientais de suas diversas atividades.

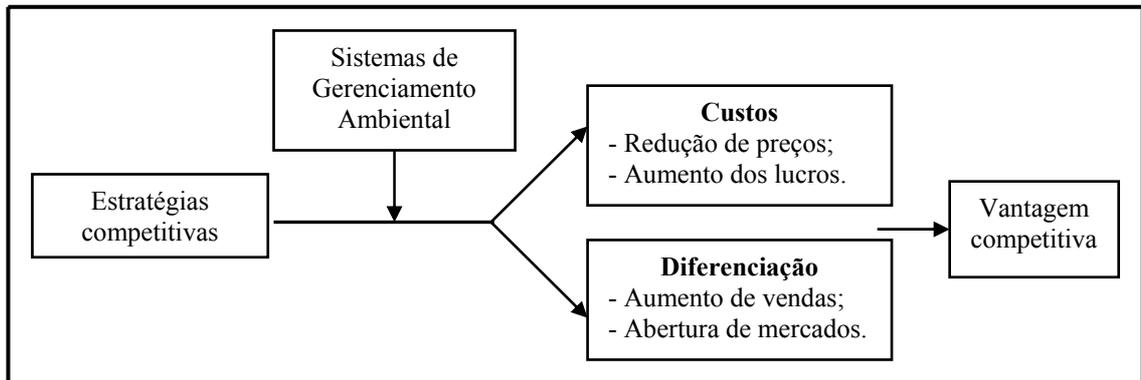
### **2.2.1 Estratégia da empresa**

O impacto da preocupação com o meio ambiente na estratégia da organização depende do potencial de poluição de suas atividades. Para as organizações de alto potencial poluidor, a incorporação da preocupação ambiental na estratégia pode significar a sobrevivência da organização. Por outro lado, nas organizações que possuem baixo potencial poluidor, a preocupação com o meio ambiente pode até fazer parte da estratégia da organização, porém o fará de forma secundária.

Segundo PORTER (1992) *apud* SEABRA et. al (1998), “uma empresa pode obter uma vantagem competitiva através de três estratégias: (i) liderança no custo, (ii) diferenciação, (iii) enfoque em segmentos de mercados”.

A adoção de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) está ligada às estratégias de diminuição de custo e diferenciação. Como os pressupostos da Gestão Ambiental são: a economia de água e energia elétrica, a prevenção de perdas que gerem refugos, a reutilização de materiais, entre outras, estas atitudes refletem na diminuição dos custos da empresa. Já, a diferenciação do produto, através da adequação ambiental dos projetos e dos processos de produção da empresa, ocasionará no aumento das vendas e na abertura de mercados.

A Figura 2.2 descreve as estratégias competitivas para a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental.



Fonte: Adaptado SEABRA et. al. (1998).

**FIGURA 2.2: Estratégias competitivas para a implementação de SGA.**

Por outro lado, ANDRADE et. al. (2002) propuseram estratégias ambientais para empresas de oito setores. As empresas são agrupadas em:

- **Setor econômico concentrado:** empresas de cimento, química e petroquímica, hidrelétricas, ramo ferroviário, construção pesada, papel e celulose, máquinas e equipamentos, comunicações e fertilizantes. Geralmente, estas empresas fabricam produtos homogêneos, em que a diferenciação se dá no nível da qualidade e das especificações. Este tipo de atividade requer altíssimo investimento de capital. O impacto ambiental causado pelas indústrias deste setor é considerado como de extrema intensidade.
- **Setor econômico semi-concentrado:** são as empresas que produzem bens de consumo não duráveis, como alimentos, têxtil, confecções, metalurgia, plásticos e borracha, madeira e móveis. Estas empresas são consideradas como de elevado impacto ambiental.
- **Setor econômico misto:** são as empresas que fabricam bens de consumo duráveis, como empresa automobilística e eletroeletrônica.
- **Setor de empresas diferenciadas:** empresas produtoras de bens de consumo não duráveis e altamente diferenciados, como farmacêutico, de bebidas, fumo, higiene e limpeza. O impacto ambiental causado pelas indústrias deste setor é considerado como moderado.
- **Setor de empresas competitivas:** organizações relacionadas com o comércio varejista, de autopeça e de distribuição de veículos.

- **Setor de serviços financeiros:** bancos, seguradoras, financeiras, crédito imobiliário, leasing e corretoras.
- **Setor de serviços especializados:** agências de publicidade e propaganda, consultorias, auditorias independentes e escritórios profissionais especializados. Geralmente, o produto final destas empresas tem alto conteúdo tecnológico e de conhecimento, desta forma, a mão-de-obra necessita ser altamente especializada.
- **Setor de serviços públicos:** órgãos de administração direta (federal, estadual e municipal); órgãos da administração indireta, empresas públicas.

Conforme ANDRADE et. al. (2002), o impacto ambiental causado pelas empresas dos setores competitivos e de serviços financeiros, especializados e públicos é classificado como baixo. Porém, o impacto ambiental das empresas do setor econômico misto não foi classificado.

No Quadro 2.3 são propostas estratégias ambientais para as empresas dos diversos setores econômicos.

**QUADRO 2.3: As estratégias ambientais propostas para os diversos setores.**

Estratégias Ambientais \ Setores	Econômico concentrado	Econômico Semi-concentrado	Econômico Misto	Empresas Diferenciadas	Empresas Competitivas	Serviços Financeiros	Serviços Especializados	Serviços Públicos
Minimização de impactos ao meio ambiente, tanto presentes como futuros.	X							
Eliminação de questões legais com o governo em suas diferentes esferas adotando estratégia ambiental, portanto, de restrita observância à legislação vigente.	X	X	X					
Redução de dispêndios com insumos produtivos (matérias-primas, consumo de energia, serviços contratados) por meio da racionalização de seus métodos operacionais aplicados às fontes de suprimento.	X	X	X					
Eliminação de efeitos ambientais indesejáveis provocados pela geração de resíduos e sucatas, por meio de adoção de instalações e equipamentos de tratamento e eliminação desses elementos no ambiente.	X							
Maior interação com a comunidade, visando preservar a imagem da organização.	X							
Criação e aprimoramento de seus processos produtivos, com a eliminação / redução de perdas e geração de resíduos ao longo da cadeia de agregação de valores.		X	X	X	X			
Eliminação, criação e/ou aperfeiçoamento de produtos a serem ofertados ao mercado, dentro do contexto das questões ambientais e ecológicas, que criam uma demanda cada vez mais exigente.		X	X	X	X			
Redução ou eliminação de riscos ambientais, no plano intraorganizacional, para preservação de um ambiente de higiene e segurança no trabalho e conseqüente redução de despesas operacionais com tais eventos.		X	X	X	X	X	X	X
Preservação de sua planta fabril / escritórios, para minimização de dispêndios com prêmios de seguros patrimoniais de suas instalações e equipamentos, que variam em função direta da maior ou menor exposição a riscos ambientais (incêndios e sinistros correlatos).				X	X	X	X	X
Redução no uso de insumos e materiais aplicados em suas atividades produtivas (redução no consumo de embalagens; no caso do setor financeiro, redução no consumo de papéis por meio de sua substituição pela mídia digital).				X	X	X		
Identificação e exploração de novos nichos de mercado, composto de clientes verdes, ecologicamente preocupados em adquirir produtos / serviços ambientalmente corretos, atendendo-os de forma diferenciada dos concorrentes.					X			

Fonte: Adaptado de ANDRADE et. al. (2002).

Nesta dissertação são estudadas as empresas dos segmentos metal-mecânico, têxtil, alimentício, de plástico, de kit para diagnóstico e marmoraria. As quatro primeiras empresas pertencem ao setor econômico semi-concentrado, a empresa de kit para diagnóstico pertence ao setor de empresas diferenciadas e a marmoraria não é classificada, conforme ANDRADE et. al. (2002). As estratégias ambientais propostas para estas empresas compreendem:

- O atendimento a legislação vigente: quanto maior o potencial poluidor da atividade industrial, mais rigorosa será legislação. Desta forma, aconselha-se o empenho destas indústrias em atender as legislações federais, estaduais e municipais aplicadas as suas atividades. Também é importante estabelecer mecanismos de atualizações sobre as mudanças legais. Estes mecanismos podem ser consultas a *sites* governamentais ou a órgãos de controle;
- A economia de insumos: para minimizar o consumo de energia e água, aconselha-se que a organização adquira máquinas e equipamentos que consumam menor quantidade de energia elétrica e reutilize a água durante o processo produtivo. Sempre que possível, preferir adquirir matérias-primas de fornecedores que evidenciem ações de preservação do meio ambiente, além de comprar o necessário, evitando que os insumos se tornem obsoletos ou estraguem nos estoques da organização;
- O aperfeiçoamento dos processos produtivos: os processos produtivos ultrapassados operam com maior consumo de insumos e resultam em maiores perdas com a fabricação de produtos não-conformes. Assim, ressalta-se a importância da organização adquirir tecnologias menos agressivas ao meio ambiente. Pequenas alterações na rotina de trabalho, como a execução de manutenção preventiva, também podem minimizar os impactos ambientais das atividades industriais;
- O aperfeiçoamento dos produtos: a organização deve estar inovando com a criação de produtos menos agressivos ao meio ambiente;
- A eliminação dos riscos ambientais dentro da organização: visando eliminar as causas dos acidentes de trabalho.

### 2.2.2 Produção

A área de produção é a que mais deve sofrer mudanças para atender aos requisitos ambientais, pois as instalações industriais determinam a quantidade de emissões lançadas no meio ambiente.

Inicialmente, é necessário realizar uma análise da situação atual e verificar se as tecnologias e os processos atuais atendem aos padrões exigidos pela legislação. Caso negativo, o planejamento e a execução de planos para reverter esta situação é de extrema urgência. Por outro lado, mesmo as organizações que se encontrem em conformidade com as exigências legais devem estar constantemente pesquisando a utilização de tecnologias alternativas para a melhoria de seu desempenho ambiental.

A solução tradicional de tratar os resíduos no final do processo produtivo deve ser evitada. O ideal é agir diretamente nas fontes geradoras de resíduos. O conceito de “tecnologias limpas” adotado por uma empresa deve resultar na reciclagem ou no reaproveitamento interno de resíduos, na eliminação de vazamentos ou perdas no processo, na otimização das reações químicas resultando na diminuição do consumo de matérias-primas, etc.

Um exemplo de adoção de tecnologias limpas e que trazem benefícios à empresa é o caso da Volkswagen. Conforme citação do funcionário Márcio Lima (2002) em visita realizada na unidade de São Carlos - SP, a simulação do funcionamento dos motores era realizada através do teste a quente. Este teste exigia a utilização de combustíveis, tais como álcool, gasolina ou diesel, o líquido de arrefecimento e os *outputs* eram ruído, calor, risco de incêndio e emissões atmosféricas. Atualmente, a Volkswagen adotou o teste a frio, também chamado de *Kalt- test*. Para a realização desse teste, não é necessária a utilização de combustíveis e de líquido de arrefecimento. O *Kalt- test* não apresenta os *outputs*: ruído, calor, risco de incêndio e emissões atmosféricas. Além dos ganhos ambientais a adoção dessa tecnologia representou um ganho de produtividade, pois o tempo de ciclo do teste a quente era de 7 min enquanto que o tempo de ciclo do teste a frio é de 40s. O investimento realizado pela Volkswagen foi de R\$ 2.000.000 e teve *payback* de 6 meses.

Outra consideração importante, abordada por DONAIRE (1999), é que as manutenções também são de extrema importância para garantir a redução de

incidência de falhas, a melhoria na eficiência das operações, a minimização da poluição das águas, do solo e do ar, a diminuição do consumo de energia, o aumento da vida útil dos equipamentos, a prevenção dos acidentes ambientais e a utilização de matérias-primas de forma mais eficiente, diminuindo a produção de resíduos e a geração de substâncias tóxicas.

Além disso, o monitoramento ambiental pode oferecer informações sobre o desempenho ambiental. As organizações devem conhecer a quantidade de efluentes e resíduos produzidos e, a partir destes índices, estabelecer metas de melhorias. Os recursos naturais: ar, água, solo, flora, fauna silvestre e minerais são exemplos de monitoramentos que podem ser realizados. Além desses recursos, também podem ser consideradas as medições relacionadas à quantidade de resíduos, a acidificação, a dispersão de pesticidas e a mudanças climáticas.

### **2.2.3 Projeto do produto**

A área de pesquisa e desenvolvimento é a responsável por criar produtos e serviços que satisfaçam as necessidades dos clientes da organização, entretanto, é durante o projeto do produto onde são definidas as especificações que determinarão o processo de fabricação do mesmo e a disposição final.

Segundo BITENCOURT (2001: 39), “o projeto do produto para o meio ambiente (PPMA) é entendido como uma abordagem de desenvolvimento de produtos ambientalmente corretos, sem comprometer a viabilidade técnica e econômica dos mesmos. A relação do produto com o meio ambiente é vista de forma holística, ou seja, procura-se identificar e minimizar os impactos ambientais do produto em todo o seu ciclo de vida”.

Atualmente, a “Análise do Ciclo de Vida” se tornou uma ferramenta importante para diagnosticar os impactos ambientais desde a extração das matérias-primas até o descarte final e possibilitar que as ações preventivas sejam adotadas no desenvolvimento do produto.

### **Projeto do produto para a reciclagem**

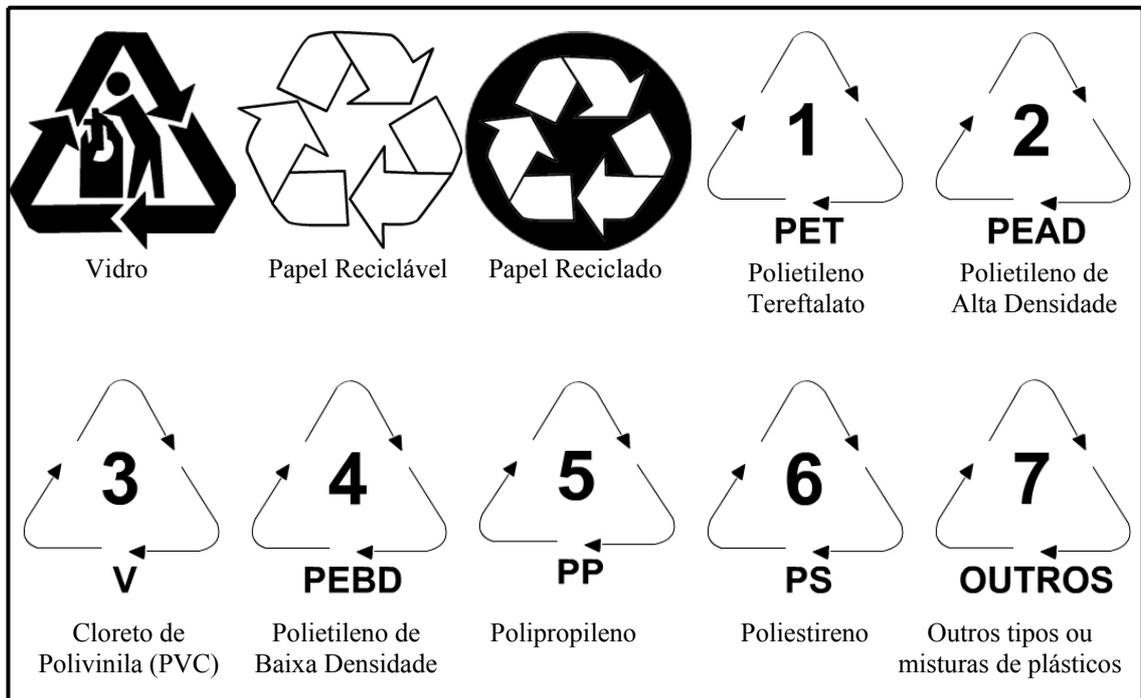
O valor de venda de um produto descartado é proporcional a sua utilização enquanto matéria-prima para fabricação de outro bem. Por exemplo, a fácil desmontagem e a viabilização econômica e tecnológica da reciclagem são fatores importantes para a reutilização das matérias-primas usadas nos produtos descartados. O projeto de um novo produto deveria considerar que este um dia será descartado e necessitará ser desmontado para que seus componentes possam ser reciclados.

De acordo com LEITE (2003), os princípios básicos de projetos que consideram a desmontagem e a reciclagem dos componentes são:

- **Redução de fixações de soldas ou colas:** este tipo de fixação dificulta a desmontagem ou o desmanche do produto durável;
- **Redução do uso de ligas ou mesclas de materiais:** a utilização de ligas de alumínio, a mistura de dois ou mais plásticos pode ocasionar na melhoria da performance do material constituinte do produto final. Porém, durante a reciclagem, é necessário separar os materiais pertencentes a estas ligas, encarecendo o processo de reciclagem;
- **Redução do número de cores:** a remoção das tintas e corantes, durante a reciclagem, também pode acarretar em um aumento de custos do processo;
- **Redução de constituintes de caráter perigoso:** recomenda-se evitar a utilização de materiais perigosos na composição de produtos. Um exemplo de materiais perigosos são os metais pesados: chumbo, mercúrio e cádmio que são encontrados em pilhas, baterias e lâmpadas.

Nas últimas décadas, aumentou o uso de materiais poliméricos na indústria devido às propriedades desses materiais e também pelo seu baixo peso. Para se projetar visando a reciclagem, é recomendável reduzir o número de famílias poliméricas, privilegiar aquelas mais facilmente recicláveis e também preferir as soluções “monomaterial” em relação à “híbridas”.

Durante a desmontagem é muito importante identificar os materiais. Para facilitar, os componentes devem ter gravados os símbolos ilustrados na Figura 2.3:



Fonte: Adaptado VALLE (1995).

**FIGURA 2.3: Símbolos padronizados para identificação de materiais.**

#### 2.2.4 Suprimentos

Em relação ao meio ambiente, as empresas apresentam atitudes reativas, preventivas ou em busca de valor. As atitudes reativas são caracterizadas pelo cumprimento da legislação. Já, as atitudes preventivas estão associadas a organizações que possuem uma área estruturada de Gestão Ambiental, programas de gestão de resíduos e praticam logística reversa. Por outro lado, as atitudes em busca de valor se referem às empresas que utilizam a análise do ciclo de vida dos seus produtos visando minimizar os impactos ambientais. Além de desenvolverem atividades com visão sistêmica em toda a sua cadeia produtiva, fazendo com que as suas redes de suprimento e de distribuição realizem a adequação ambiental (LEITE, 2003).

Na área de suprimentos existe a necessidade de acordos com fornecedores e estudos específicos no sentido de minimizar os problemas na extração, uso e escassez de matérias-primas. De acordo com DONAIRE (1999: 99), a área de suprimentos e a Gestão Ambiental devem trabalhar juntas, “coletando informações sobre a matéria-prima utilizada pela empresa e seus fornecedores, atentando para suas características ambientais, que deverão incluir: a escassez dos recursos, as implicações

ambientais de sua extração e utilização, o grau de flexibilidade que o uso dos recursos substitutos pode oferecer e a facilidade de reaproveitamento e reciclagem”.

ZSIDISIN & SIFERD (2001) definem o gerenciamento ambiental da cadeia de suprimentos como um conjunto de políticas, ações tomadas e os relacionamentos formados em relação às preocupações com o meio ambiente no projeto do produto, na aquisição, na produção, na distribuição, no uso, reuso e disposição final dos bens e serviços da organização. Estes autores também ressaltaram a importância da área de suprimentos definir junto com os seus fornecedores as embalagens dos produtos adquiridos. Sempre que possível, aconselha-se a adoção de embalagens retornáveis, caso contrário, deve-se escolher embalagens descartáveis que minimizem os impactos ambientais causados pelo seu descarte.

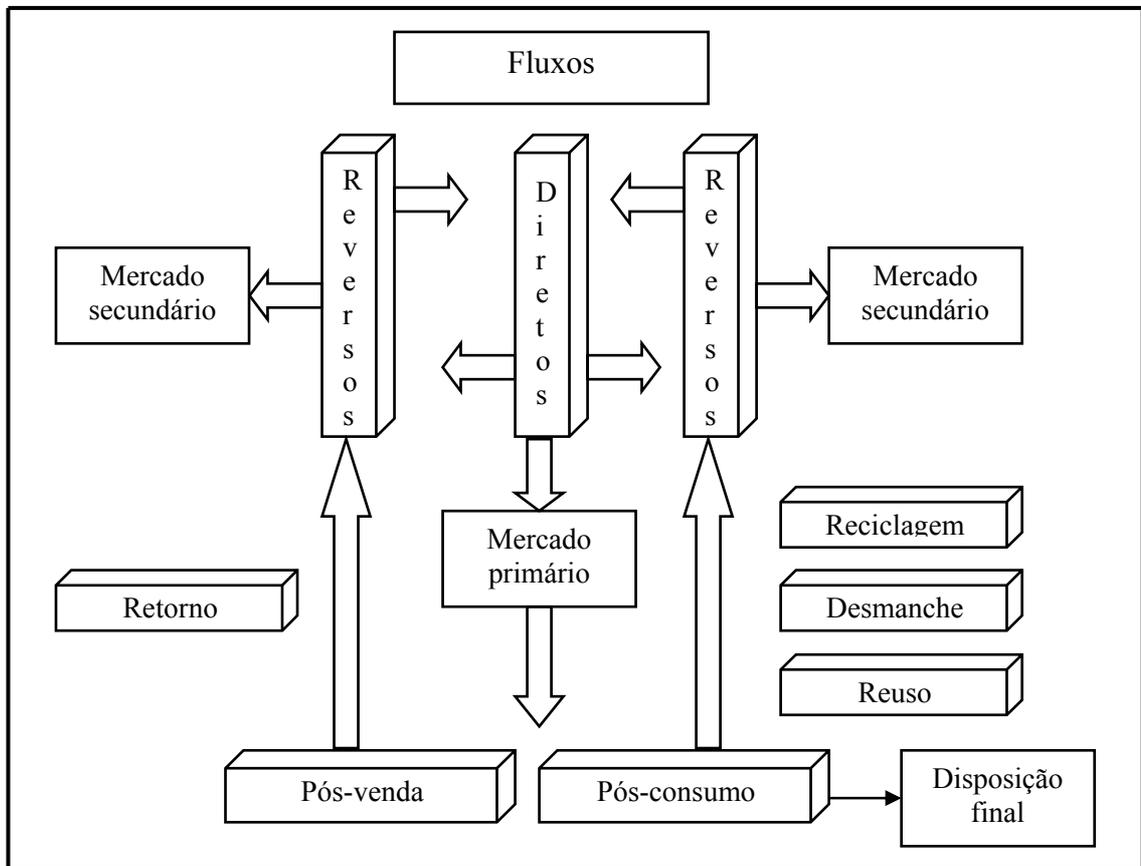
Estas definições evidenciam que a área de suprimentos deve estar relacionada com as demais áreas e fornecedores da organização, visando minimizar os impactos ambientais desde a extração das matérias-primas até a disposição final dos produtos.

Enquanto que os estudos relacionados com a área de suprimentos consideram o fluxo direto dos produtos na cadeia produtiva, também se observa a necessidade de estudar o fluxo reverso de materiais.

A logística reversa estuda o fluxo reverso dos materiais na cadeia produtiva, ou seja, como os produtos já utilizados ou que apresentam defeitos são encaminhados para a reciclagem e como estes materiais retornam ao ciclo produtivo para serem incorporados a novos produtos. Assim, o próximo item se refere à logística reversa.

### **Logística reversa**

LEITE (2003: 16, 17) define logística reversa como “a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros”. A Figura 2.4 exemplifica os canais de distribuição diretos e reversos.



Fonte: LEITE (2003)

**FIGURA 2.4: Canais de distribuição diretos e reversos.**

O eixo central da Figura 2.4 descreve o canal de distribuição direto em que os produtos são comercializados desde as matérias-primas até chegar nas mãos dos consumidores finais. O canal direto pode ser composto por atacadistas, distribuidores ou varejistas.

O termo pós-consumo é utilizado para denominar os bens que já foram utilizados pelo consumidor final da cadeia produtiva. A destinação destes bens pode ser:

- **Reuso:** esta disposição é aplicada para os bens que já foram utilizados e que ainda apresentam condições de uso. Os exemplos são os bens duráveis ou semiduráveis como: imóveis, carros, máquinas e equipamentos, computadores, etc;
- **Desmanche:** esta disposição objetiva separar o produto descartado em componentes que possam ser destinados ao mercado de peças usadas, à reciclagem ou aos aterros sanitários;

- **Reciclagem:** consiste na transformação dos materiais descartados em matérias-primas para a fabricação de novos produtos.

O termo pós-venda é utilizado para denominar os bens que retornam a cadeia de suprimentos devido a problemas como: prazo de validade vencido, presença de defeitos, grandes estoques no canal de distribuição, etc.

O avanço tecnológico acarreta na diminuição do ciclo de vida dos produtos. Desta forma, são cada vez maiores as quantidades de produtos de pós-venda que retornam à cadeia de suprimentos e de pós-consumo que são descartados. Como os sistemas de disposição final tradicionais estão se esgotando, torna-se indispensável o desenvolvimento de sistemas logísticos reversos que reintegram os materiais descartados a cadeia produtiva.

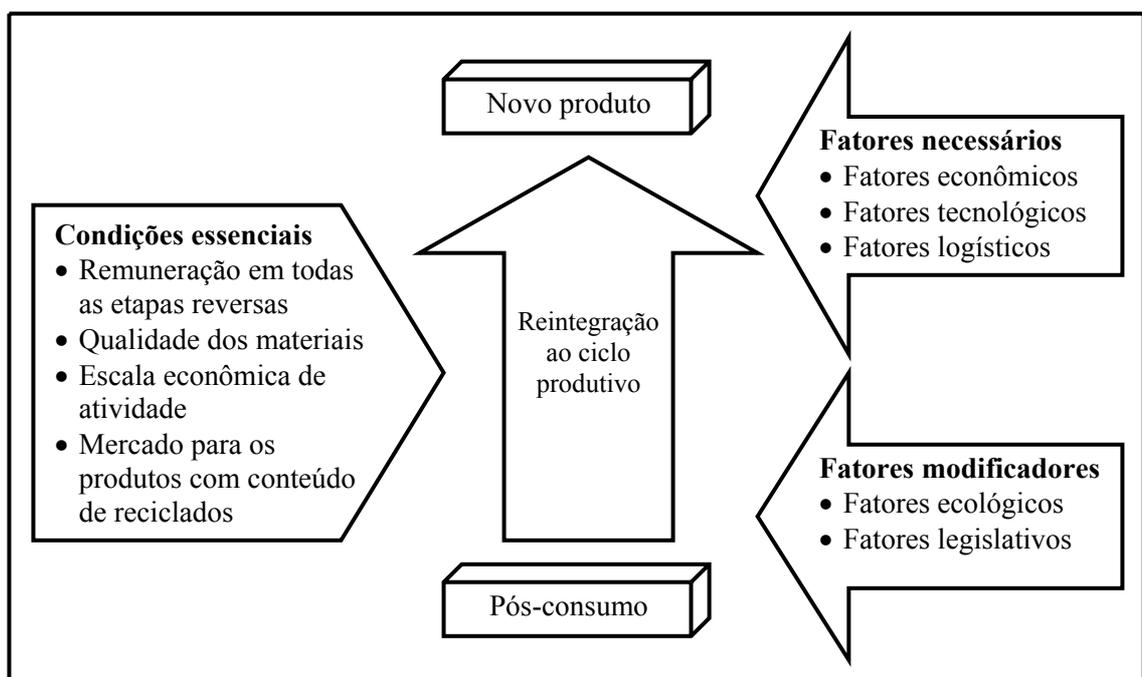
O resultado de um fluxo direto de materiais maior que um fluxo reverso é o acúmulo destes produtos em aterros sanitários ou lixões. Para se obter a relação entre os fluxos diretos e reversos, é necessário delimitar um período tempo.

Exemplificando, se um produto fabricado hoje provavelmente será descartado daqui a cinco anos, a relação entre o fluxo direto e reverso deve ser calculada a partir da quantidade produzida hoje e da quantidade reciclada deste produto daqui a cinco anos.

Percebe-se que estabelecer a relação entre o fluxo direto e o reverso para produtos descartáveis é mais fácil e rápido do que estabelecê-la para bens duráveis. Desta forma, LEITE (2003) propôs algumas formas alternativas de análise da relação dos fluxos diretos e reversos, tais como:

- **Índice de reciclagem dos componentes de um bem durável:** é a percentagem dos componentes reciclados de determinado produto em relação ao peso do próprio produto;
- **Índice de reciclagem do material:** é a percentagem entre as quantidades recicladas de um material em determinado espaço de tempo e as quantidades totais produzidas deste material, no mesmo espaço de tempo. Este índice pode ser aplicado para os materiais aço, alumínio, plásticos, papéis, vidro, etc.

Alguns materiais possuem maior taxa de reciclagem que outros, por exemplo, no ano de 2002, foram recicladas 87% das latas de alumínio e 45% das latas de aço em relação às latas produzidas no mesmo período (CEMPRE, 2003). Para que um material descartado seja reciclado é necessário que esta atividade seja economicamente viável. Desta forma, LEITE (2003) propôs um modelo que descreve as condições essenciais, os fatores necessários e os fatores modificadores para que ocorra a reciclagem de um bem e a logística reversa. A Figura 2.5 ilustra este modelo.



Fonte: LEITE (2003: 90).

**FIGURA 2.5: Modelo relacional entre os fatores.**

As condições essenciais para que a logística reversa se estabeleça são:

- **Remuneração em todas as etapas reversas:** é necessário garantir o lucro dos diversos agentes envolvidos na cadeia logística reversa. Além disso, o preço de venda do material reciclado deve ser inferior ou compatível com o preço das matérias-primas virgens;
- **Qualidade dos materiais reciclados:** os materiais reciclados devem atender aos padrões de qualidade. Durante a coleta e a reciclagem propriamente dita, deve-se evitar a contaminação do material;

- **Escala econômica de atividade:** a quantidade de materiais destinados para a reciclagem precisa apresentar regularidade de fornecimento e ser suficiente para garantir o processo em escala industrial;
- **Mercado para os produtos com conteúdo de reciclados:** é necessário existir produtos que se possam empregar os materiais reciclados. Por exemplo, os óleos lubrificantes contaminados, após passarem pelo rerefino (reciclagem), são comercializados novamente como óleos lubrificantes. Porém o plástico descartado de embalagens alimentícias não pode ser reciclado e utilizado nestas embalagens novamente, devido a um impedimento legal. Desta forma, torna-se necessário existir outra destinação para o plástico, como a utilização deste em sacos de lixo, baldes, etc.

Por outro lado, os fatores necessários são representados pelos fatores: econômicos, tecnológicos e logísticos. Os fatores econômicos devem garantir a remuneração adequada a todos os agentes da cadeia logística reversa. Os fatores tecnológicos necessitam assegurar a viabilidade tecnológica às etapas de desmontagem do bem, separação dos diversos materiais que compõe o produto, a reciclagem propriamente dita e o processo de transformação dos resíduos em matéria-prima para a fabricação de novos produtos. Já, os fatores logísticos estão relacionados à existência de fontes primárias de captação dos resíduos e dos bens descartados, de centros de consolidação e adensamento de materiais (para diminuir o volume), processadores intermediários, centros de reciclagem e usuários finais para os materiais reciclados.

Por fim, os exemplos de fatores modificadores são os fatores ecológicos e os legislativos. Eles funcionam como incentivos à adequação ambiental das organizações.

### 2.2.5 Marketing

As informações e os benefícios ecológicos dos produtos ecologicamente corretos devem ser bastante explorados. A rotulagem ambiental pode se tornar um importante mecanismo para auxiliar os consumidores a identificarem os produtos que respeitam o meio ambiente.

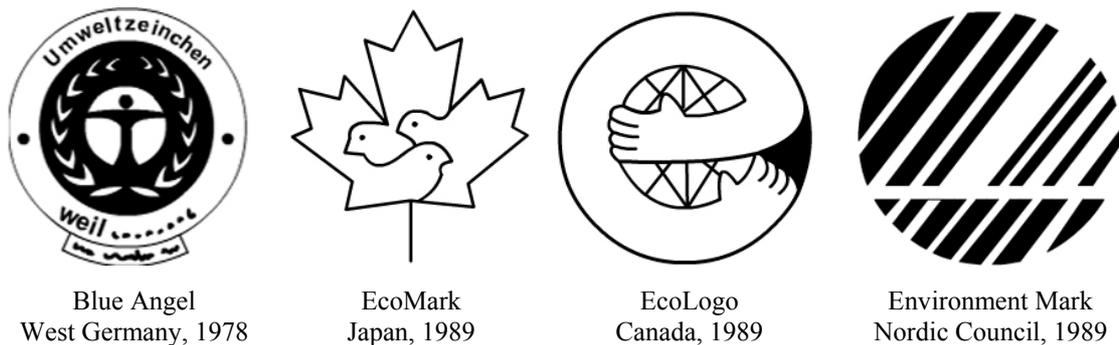
Os rótulos ambientais fornecem informações sobre o produto ou serviço e devem descrever suas características ambientais. Estas devem ser explicitadas através de símbolos, declarações ou gráficos, não podendo ser utilizadas expressões vagas como “produto verde” ou “ambientalmente correto”. Convém lembrar que o consumidor tem direito ao acesso a informações comprobatórias dos atributos ambientais divulgados.

ANDRADE et. al. (2002) citam alguns selos ambientais adotados por vários países:

- **Blau Engel ou Anjo Azul:** este rótulo foi criado em 1977, na Alemanha, sendo de responsabilidade do governo alemão. Caracteriza-se por ser conferido a produtos destinados a consumidores finais, não compreendendo produtos intermediários, serviços ou processos de produção. Além disso, também descreve a razão pela qual o selo foi conferido, ou seja, pelo baixo nível de contaminação ou pelo conteúdo de material reciclado, etc.
- **Environment Choice Program (ECP):** o Programa de Rotulagem Ambiental canadense foi criado em 1988 e é administrado por uma empresa privada que possui delegação do governo canadense. Os princípios do programa são: promover o uso eficiente de recursos renováveis e não renováveis, facilitar a redução, reutilização e a reciclagem do lixo, contribuir para a preservação do meio ambiente e encorajar o manejo apropriado de componentes químicos.
- **EcoMark:** o Programa de Promoção de Produtos Ecologicamente Saudáveis japonês foi criado em 1989 por uma empresa privada, sob supervisão do governo. Este programa considera as análises do ciclo de vida do produto e possui a premissa que o preço do produto ecologicamente correto não deve ser mais elevado que o produto similar.
- **Nordic Swan:** este programa abrangeu os países Noruega, Suécia, Finlândia e Islândia. Foi criado pelo Conselho Nórdico de ministros em 1989, tendo aprovação dos critérios para concessão dos selos em 1991. Os objetivos do programa são: orientar os consumidores e encorajar o desenvolvimento de produtos que levem em conta o meio ambiente.

- **ABNT – Qualidade Ambiental:** a primeira iniciativa para o estabelecimento de um rótulo ambiental ocorreu em 1990, com a parceria da ABNT com o Instituto Brasileiro de Proteção Ambiental. O programa segue os padrões internacionais de rotulagem.
- Outros exemplos de rótulo / programas ambientais são: *Environment Choice* na Nova Zelândia; *Ecomark Program* na Índia; *NF – Environment* na França; *Umweltzeichen* na Áustria, *Eco-Label* na União Européia, *Stichting Milieukeur* nos países baixos, *Eco-Label* na Coréia, *Environment Friendly* na Croácia, *Environment Friendly Product* na República Tcheca.

A Figura 2.6 ilustra alguns selos ambientais:



Fonte: DONAIRE (1999: 101).

**FIGURA 2.6: Selos ambientais.**

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2003), a rotulagem ambiental dos produtos brasileiros promove a implementação de políticas públicas, o desenvolvimento de mercados e intensifica o comércio internacional dos produtos nacionais.

Por outro lado, a área de marketing também é responsável pela adoção de embalagens de baixo impacto ambiental. Desta forma, deve-se minimizar os materiais utilizados nas embalagens, evitar o uso de tintas tóxicas, utilizar materiais reciclados ou que possam ser facilmente recicláveis.

Segundo DONAIRE (1999: 101), outra importante tarefa da área de marketing é “proporcionar serviços de assistência técnica e de orientação ao consumidor, assegurando que os produtos sejam usados e descartados de forma correta”.

### **2.2.6 Finanças e contabilidade**

Ao contrário do que se imagina, as áreas de finanças e contabilidade são as que menos sofrem o impacto da adequação ambiental da organização.

Em 1975, a 3M lançou, em suas plantas no Brasil, o programa “A Prevenção da Contaminação é Rentável”, como parte desse programa foi instalada uma estação de tratamento de compostos voláteis. Assim, os compostos voláteis que antes eram perdidos durante o processo e poluíam o meio ambiente, passaram a ser reutilizados. Na época o investimento foi de US\$ 3.000.000 e teve *payback* de 1 ano. De 1975 até os dias atuais, a 3M já economizou US\$ 750.000.000.

A área financeira é responsável por reservar capital para viabilização da Gestão Ambiental e, também, por controlar o retorno dos investimentos já realizados. Geralmente, o retorno do capital investido em políticas ambientais somente se verificará no médio e longo prazo, porém a organização terá menor probabilidade de estar envolvida com acidentes ambientais que deterioram a imagem da organização e acarretam no pagamento de multas.

Uma das maiores sanções ambientais já aplicadas no Brasil foi para a empresa Icomi, que possuía a concessão para a exploração de manganês na Serra do Navio, no Amapá. Durante a concessão, que durou 50 anos, foram gerados 78 mil toneladas de manganês contaminado por material cancerígeno. O dano ambiental ocorreu quando este rejeito contaminou o lençol freático da região onde era estocado, ou seja, de Santana localizada a 30 quilômetros da capital Macapá. A empresa foi multada em R\$ 52 milhões (ETHOS, 2003).

Futuramente, as áreas de finanças e contabilidade passarão por mudanças, a tendência será a incorporação dos custos da degradação ambiental em seus balanços. De acordo com KINLAW (1997), as empresas utilizam excessivamente os recursos ambientais quando não pagam por eles ou quando puderem usá-los a preços menores do que os de mercado em função dos subsídios. Desta forma, acredita-se ser necessário o

fim de subsídios dados a determinados setores industriais, bem como a cobrança de impostos pela poluição e por problemas futuros que possam decorrer das atividades atuais.

### **2.2.7 Recursos humanos**

Os recursos humanos podem ser uma das causas do sucesso ou do fracasso da implementação da Gestão Ambiental na empresa. Desta forma, é essencial que os profissionais ligados às áreas de recursos humanos e de Gestão Ambiental trabalhem juntos, conscientizando os funcionários sobre o tema ambiental.

Os profissionais responsáveis pelo gerenciamento dos recursos humanos devem providenciar treinamentos para desenvolver as habilidades dos funcionários para lidar com o tema ambiental. De acordo com DONAIRE (1999), os treinamentos para a Gestão Ambiental devem ser realizados de uma maneira específica e também integrados aos demais programas de treinamento existentes na organização.

Os treinamentos específicos voltados para Gestão Ambiental podem ser relacionados com os seguintes temas: auditoria ambiental, desenvolvimento sustentável, informações técnicas, gerenciamento de resíduos e efluentes, produção mais limpa, acidentes ambientais, avaliação de impactos ambientais, legislação ambiental, meio ambiente e qualidade de vida, etc.

Por outro lado, os treinamentos voltados para a Gestão Ambiental também devem ser inseridos nos demais programas de treinamento da organização. Estes treinamentos objetivam integrar a Gestão Ambiental às demais áreas da organização, para que as pessoas saibam como adotar atitudes ambientalmente corretas em seu dia-a-dia de trabalho.

A conscientização ambiental também pode ser realizada através de murais, de livros e revistas ecológicas, da existência de áreas arborizadas e bem cuidadas dentro da organização e, também, através de excursões ecológicas em áreas de preservação ou em áreas degradadas.

Finalmente, quando os funcionários já estiverem conscientes de sua importância para o sucesso da implementação de programas de Gestão Ambiental, convém que a organização adote sistemas de incentivos financeiros para sugestões que

ocasionem na redução de resíduos e efluentes, na economia de água, energia elétrica e matérias-primas.

### **2.3 A Norma NBR ISO 14001**

A primeira norma de gerenciamento ambiental é de origem européia e foi publicada pelo *British Standards Institute* em 1992, recebendo o título de BS 7750. Posteriormente, em 1996, os americanos elaboraram outra norma de gerenciamento ambiental que foi publicada pela *International Organizations for Standardization (ISO)* e recebeu o título de ISO 14001.

Nos próximos itens serão descritos os requisitos da norma ISO 14001:1996 e, posteriormente, serão apresentados as principais diferenças entre as normas ISO 14001:1996 e BS 7750:1992.

O Sistema de Gestão Ambiental da norma NBR ISO 14001:1996 é composto por cinco princípios. Estes são: Comprometimento e política, planejamento, implementação, medição e avaliação e, finalmente, análise crítica e melhoria. A seguir são detalhados os desdobramentos destes princípios.

#### **2.3.1 Princípio - comprometimento e política**

O comprometimento da alta administração da organização é de fundamental importância para a implementação e melhoria do Sistema de Gestão Ambiental.

De acordo com a norma NBR ISO 14001:1996, a alta administração é responsável por definir uma política ambiental que seja apropriada aos impactos ambientais da empresa e que expresse o seu comprometimento com a melhoria contínua e com o cumprimento da legislação. Além disso, a política deve ser divulgada para os funcionários e para o público em geral.

Desta forma, antes de definir a política ambiental recomenda-se que a organização realize uma avaliação ambiental inicial. Para tanto, é necessário ter bem claro os conceitos de aspecto e impacto ambiental.

A ABNT (1996a: 4) define aspecto ambiental como o “elemento de atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”, sendo que “um aspecto ambiental significativo é aquele que tem ou pode ter

um impacto ambiental significativo”. Enquanto que impacto ambiental é “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”.

De acordo com REIS (2002), a definição de aspecto ambiental está ligada a “causa” do problema ou da melhoria ambiental, enquanto que a definição de impacto se relaciona com o “efeito” do problema ou da melhoria ambiental.

O Quadro 2.4 exemplifica alguns aspectos e impactos ambientais.

**QUADRO 2.4: Exemplos de aspectos e impactos ambientais.**

<b>Atividade, Produto ou Serviço</b>	<b>Aspecto</b>	<b>Impacto</b>	<b>Classificação do Impacto</b>
Atividade - Manuseio de materiais perigosos	Possibilidade de derrame acidental	Contaminação do solo ou água	Negativo
Produto – Refino do produto	Reformulação do produto para reduzir o seu volume	Conservação dos recursos naturais	Positivo
Serviço – Manutenção de veículos	Emissões de escapamentos	Redução de emissões para a atmosfera	Positivo

Fonte: Adaptado ABNT (1996b: 12).

Outra definição para impacto ambiental está descrita na Resolução de 23 de Janeiro de 1986 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), pode ser considerado como impacto ambiental “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: (i) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (ii) as atividades sociais e econômicas; (iii) a biota; (iv) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (v) a qualidade dos recursos ambientais”. Convém lembrar que biota é o “conjunto de seres vivos que habitam um determinado ambiente ecológico” (CETESB, 2003).

Uma vez entendidos os conceitos de aspecto e impacto ambientais, CAJAZEIRA (1998) recomenda que a avaliação ambiental inicial compreenda a análise da organização em relação à:

- **Requisitos e requerimentos legais:** a empresa precisa verificar se todo o processo de licenciamento foi concluído de forma satisfatória e arquivar a documentação. Posteriormente, é necessário realizar um levantamento da legislação ambiental aplicada à atividade da organização. Este levantamento pode ser feito através de consultas a órgãos governamentais, associações de indústria, consultoria externa, etc. Além disso, a organização deve estabelecer mecanismos para ter acesso à legislação atualizada.
- **Avaliação e registro dos aspectos ambientais significativos:** os passos para esta avaliação estão descritos abaixo:
  - Definição do escopo e da abrangência da avaliação;
  - Levantamento dos aspectos ambientais das atividades normais de operação, das atividades anormais (manutenções corretivas, por exemplo) e das atividades de risco;
  - Determinação do método de análise dos aspectos ambientais, abrangendo a classificação dos impactos em positivos ou negativos, significantes ou insignificantes;
  - Para os impactos ambientais negativos e significativos, definir se o impacto se relaciona ao não atendimento da legislação ou das normas nacionais e internacionais ou das políticas e compromissos da organização ou das expectativas das partes interessadas (comunidade, funcionários, ongs, etc);
  - Finalmente, é necessário estabelecer formas de controle do impacto ambiental. Convém lembrar que as soluções para eliminar ou amenizar os impactos ambientais devem ser discutidas com vários setores da organização e, sempre que possível, com a comunidade e com as ONGs.
- **Análise dos procedimentos já existentes e sua relação com a adequação ambiental:** consiste em confrontar as práticas de Gestão Ambiental já existentes com os requisitos da norma NBR ISO 14001.
- **Investigação dos acidentes ambientais passados:** é necessário estabelecer um plano de monitoramento e controle para todas as práticas ambientalmente incorretas já realizadas pela organização.

### **2.3.2 Princípio - planejamento**

Definida a política ambiental, a organização deve formular um plano para cumpri-la. Em relação ao princípio de planejamento, os requisitos descritos na norma NBR ISO 14001: 1996 são:

- Aspectos ambientais,
- Requisitos legais e outros requisitos,
- Objetivos e metas
- Programa de Gestão Ambiental.

#### **Aspectos ambientais**

Os aspectos ambientais das atividades, produtos e serviços já foram considerados no item “2.3.1 Princípio - comprometimento e política”. Porém, a identificação dos aspectos deve ser “um processo contínuo que determina o impacto (positivo ou negativo) passado, presente e potencial das atividades de uma organização sobre o meio ambiente” (ABNT, 1996b: 11).

Após realizar a avaliação ambiental inicial e definir a política, a organização já pode começar a realizar mudanças nas suas atividades, produtos e serviços. Paralelamente, novas tecnologias podem ser adquiridas pela empresa. Desta forma, devido à dinâmica organizacional, os aspectos ambientais devem ser constantemente avaliados.

#### **Requisitos legais e outros requisitos**

Tal como os aspectos ambientais, as leis e requisitos estão sempre sofrendo alterações. Assim, a organização necessita criar meios para ter acesso a estas mudanças e incorporá-las em suas atividades, produtos e serviços. A empresa necessita estar atenta às legislações municipais, estaduais e federais aplicáveis aos seus aspectos ambientais significativos. No Anexo C, tem-se uma síntese sobre os aspectos legais relacionados ao licenciamento ambiental de empreendimentos.

### **2.3.3 Princípio - objetivos e metas e o programa de Gestão Ambiental**

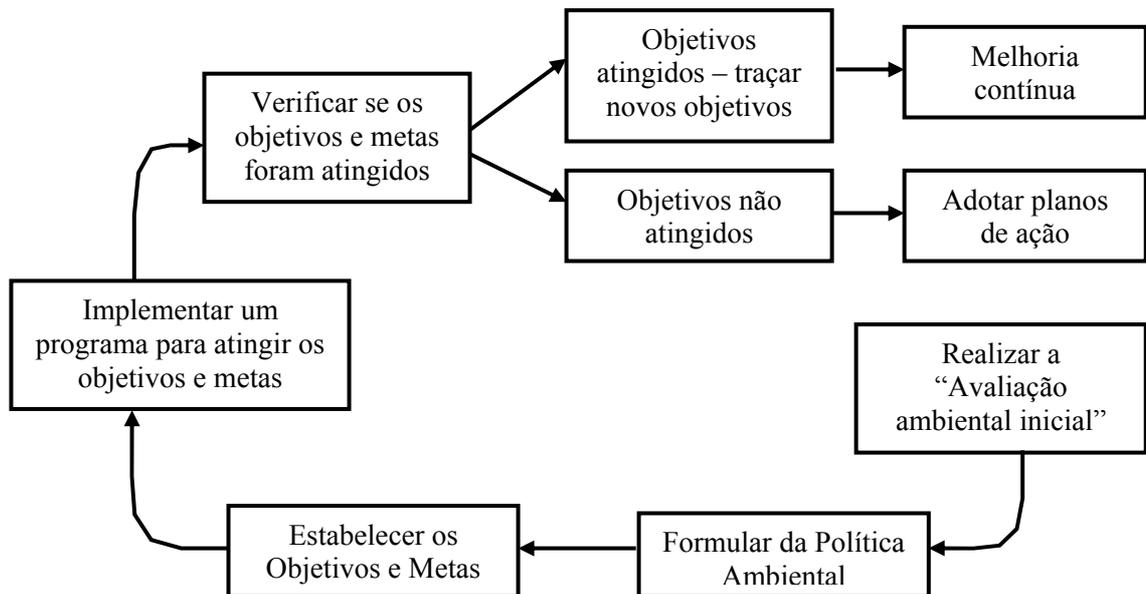
Quanto aos objetivos e metas, a norma ABNT (1996a: 5) ressalta que eles “devem ser compatíveis com a política ambiental”. Assim, após realizar a avaliação

ambiental inicial e formular a política ambiental, a organização precisa estabelecer os seus objetivos e metas. Convém lembrar que as metas devem ser mensuráveis. Exemplificando: na fase de avaliação ambiental inicial, uma organização concluiu que o consumo de água tinha um grande impacto ambiental negativo. Posteriormente, esta organização formulou uma política embasada na conservação dos recursos naturais. Seria coerente que uma de suas metas fosse a diminuição de uma porcentagem “x” do consumo de água. O indicador ambiental poderia ser “m<sup>3</sup> água consumida / tonelada produzida”.

O planejamento para amenizar os impactos ambientais pode ser previsto para vários anos, ou seja, no primeiro ano de implementação do Sistema de Gestão Ambiental, a organização pode objetivar amenizar os impactos ambientais de maior severidade, no segundo ano, os impactos considerados como moderados e, finalmente, no terceiro, os impactos de menor significância.

Uma vez estabelecidos os objetivos e metas e planejado a prioridade no tratamento dos impactos ambientais, o próximo passo é o estabelecimento de um programa para atingir os objetivos. Este programa deve conter: as responsabilidades das funções envolvidas no atingimento dos objetivos, os meios e o prazo para atingi-los.

Ao atingir os objetivos e metas que visavam minimizar os impactos ambientais, a organização melhorou o seu desempenho ambiental. Posteriormente, novos objetivos e metas devem ser traçados e ao atingi-los, a organização terá melhorado novamente o seu desempenho ambiental. Desta forma, ela está alcançando continuamente a melhoria de suas atividades, produtos e serviços. A Figura 2.7 ilustra o atingimento da melhoria contínua através do estabelecimento de objetivos e metas.



**FIGURA 2.7: Estabelecimento de objetivos para alcançar a melhoria contínua.**

#### 2.3.4 Princípio - implementação

De acordo com a norma NBR ISO 14001: 1996, o princípio de implementação do Sistema de Gestão Ambiental compreende os seguintes requisitos:

- Estrutura e responsabilidade;
- Treinamento;
- Comunicação;
- Documentação;
- Controle de Documentos;
- Controle Operacional;
- Emergência.

#### Estrutura e responsabilidades

As responsabilidades ambientais dos funcionários que gerenciam, executam e inspecionam as atividades devem ser definidas e relacionadas com o desempenho ambiental individual. Além disso, convém que a organização determine um funcionário experiente para ser responsável pela eficácia do Sistema de Gestão Ambiental. Geralmente, este funcionário é conhecido como “coordenador” ou “gestor” do sistema.

### **Treinamento e comunicação**

Os funcionários devem ser conscientizados em relação à política ambiental, aos meios para atingir os objetivos e metas ambientais e os danos ambientais que a execução incorreta de suas atividades pode causar. A organização também necessita verificar se os prestadores de serviços realizam as suas atividades de forma ambientalmente correta.

A conscientização e a motivação dos funcionários são fundamentais para que eles sempre realizem as suas atividades de forma ambientalmente correta. A alta administração é a principal responsável pela motivação dos colaboradores, desta forma, ela deve transmitir a todos o seu comprometimento com a política ambiental e os valores ambientais da organização. Além disso, os sistemas de recompensa podem auxiliar na motivação dos funcionários e na melhoria contínua do sistema.

Convém ressaltar que o estabelecimento de mecanismos de comunicação auxilia na divulgação de informações sobre o sistema ambiental tanto para os funcionários como para o público em geral. Os exemplos de mecanismos de comunicação podem ser: murais, jornalecos, reuniões para debater o tema ambiental, entre outros.

### **Documentação e o controle de documentos**

A documentação dos processos que interferem no meio ambiente deve ser identificada com o nome da organização, com a data e a revisão do documento, também é necessário descrever para quais etapas do processo o documento foi criado, além de o funcionário que o elaborou e o aprovou.

Os documentos necessitam ser analisados periodicamente e os funcionários devem ser implementados quanto às revisões dos procedimentos e instruções. Os documentos obsoletos precisam ser retirados do ambiente de uso para evitar que os antigos métodos continuem sendo utilizados.

### **Controle operacional**

Este requisito descreve a necessidade do estabelecimento e da manutenção de procedimentos para os controle operacionais da organização. Estes procedimentos devem incluir os critérios operacionais, como por exemplo, a quantidade

de material particulado que uma chaminé pode emitir para o meio ambiente, a temperatura que a água pode ser despejada em lagos ou rios, o controle de ruído, entre outros. Convém lembrar que os equipamentos de controle das variáveis ambientais devem ser calibrados periodicamente.

Os impactos ambientais dos bens e serviços consumidos pela organização também devem ser controlados. A organização deve informar os seus fornecedores sobre estes controles ambientais através de emendas ao contrato ou treinamentos.

De uma forma geral, a NBR ISO 14004: 1996 destaca que as atividades podem ser divididas em: atividades relacionadas com a prevenção a poluição, atividades diárias para assegurar a conformidade com os requisitos internos e externos e atividades de gestão estratégica para antecipar os novos requisitos ambientais.

### **Emergência**

Os incidentes ambientais devem ser prevenidos, mas quando ocorrerem, as ações para amenizá-los necessitam estar previstas em procedimentos. Recomenda-se que os planos de emergência descrevam: a equipe de emergência, bem como a determinação das responsabilidades de cada membro desta equipe, as ações de contingências, como será realizada a comunicação interna do acidente, uma listagem dos materiais perigosos presentes na organização, os treinamentos, e quando aplicável a realização de simulações do acidente.

#### **2.3.5 Princípio – medição e avaliação**

De acordo com a norma NBR ISO 14001: 1996, o princípio de “medição e avaliação” do Sistema de Gestão Ambiental compreende os seguintes requisitos:

- Monitoramento e medição;
- Não-conformidade e ações corretivas e preventivas;
- Registros;
- Auditoria do sistema de gestão ambiental.

### **Monitoramento e medição**

Periodicamente, a organização deve monitorar, medir e registrar as características de suas operações que possam vir a causar impacto ambiental. Recomenda-se a adoção de indicadores ambientais consistentes com a política e com a atividade da empresa. A verificação da importância destes indicadores e a identificação de novos também devem ser analisadas periodicamente.

O objetivo de monitorar o desempenho ambiental é identificar as áreas que não estão se adequando aos padrões determinados pela legislação ou pela própria organização. Conseqüentemente, estas áreas necessitam de melhorias.

### **Não-conformidade e ações corretivas e preventivas**

CAJAZEIRA (1998) destaca que a ação corretiva trata de uma não-conformidade existente e sua finalidade é prevenir a recorrência da mesma. Enquanto que a ação preventiva trata de uma não-conformidade potencial e sua finalidade é prevenir a ocorrência da mesma. Os exemplos de dados de entrada para o planejamento das ações preventivas são: tendências de crescimento ou diversificação do mercado, resultados de auditorias, relatórios de manutenções corretivas e preventivas, gráficos de controle estatístico de processo, conclusões de simulações ao atendimento a emergências, análise dos projetos em curso, etc.

A organização deve investigar as causas das não-conformidades para propor as ações corretivas e assegurar a eficácia das ações implementadas.

### **Registros**

Os exemplos dos registros do Sistema de Gestão Ambiental são: resultados da avaliação ambiental inicial, licenças ambientais, relatórios de treinamento, auditoria, análise crítica do sistema, ações corretivas e preventivas, calibração, reclamações de clientes, entre outros.

A organização deve determinar a forma de arquivo destes registros e assegurar que estes não serão perdidos ou deteriorados. Além de definir quais funcionários que terão acesso aos registros, o período em que eles serão retidos e a forma de descarte dos mesmos.

### **Auditoria do Sistema de Gestão Ambiental**

A ABNT (1996c: 2) define auditoria do sistema de gestão ambiental como um “processo sistemático e documentado de verificação, executado para obter e avaliar, de forma objetiva, evidências de auditoria para determinar se o sistema de gestão ambiental de uma organização está em conformidade com os critérios de auditoria do sistema de gestão ambiental”.

A auditoria de sistema de gestão ambiental compreende as fases de planejamento, de execução e de encerramento.

A fase de planejamento se inicia com a definição dos objetivos e do escopo da auditoria. Segundo ANDRADE et. al. (2002) os objetivos de uma auditoria ambiental são:

- Permitir a investigação sistemática e auxiliar no processo de melhoria dos programas de controle ambiental;
- Auxiliar na identificação de situações potenciais de problemas ambientais;
- Verificar se as operações estão em conformidade com as normas legais e com as normas definidas pela própria organização.

O escopo da auditoria “descreve a extensão e os limites da auditoria” (ABNT, 1996d: 3). Desta forma, o escopo é a descrição das unidades da organização ou das atividades que serão auditadas.

Em seguida, é necessário definir a equipe de auditoria e o auditor líder (responsável pela condução da auditoria). Os auditores devem ter conhecimento e experiência em relação às práticas de auditorias e as normas ambientais. Além disso, não é permitido que o auditor tenha vínculos com as áreas auditadas.

A próxima etapa é a análise preliminar dos documentos da organização. Esta análise pode compreender a verificação da política ambiental, dos manuais do sistema e de alguns registros. Posteriormente, o auditor líder deve definir o plano de auditoria. Este plano deve conter a descrição da equipe de auditoria, a nomeação dos auditores que serão responsáveis por auditar determinadas áreas, a data e o horário em que cada área da organização será auditada, entre outras informações.

A execução da auditoria se inicia com uma reunião de abertura em que a equipe auditora é apresentada para os auditados e que os critérios e o plano de auditoria são divulgados. Logo após, inicia-se a coleta de informações através de observações das atividades, de conversas com os funcionários, da verificação dos documentos e registros.

Recomenda-se que as constatações de auditoria sejam analisadas criticamente pelo auditor e pelo gerente do auditado, a fim de promover um melhor entendimento dos fatos e evitar equívocos. Além disso, as não conformidades devem ser registradas em formulários.

Finalmente, o auditor líder e a sua equipe se reúnem para analisar as não conformidades e emitir um relatório de conclusão da auditoria que será apresentado à organização na reunião de encerramento.

Compete à organização definir as ações corretivas para eliminar ou minimizar os impactos ambientais de suas atividades.

A auditoria ambiental é uma ferramenta para promover a melhoria do sistema de gestão. Pois, a partir do levantamento de não-conformidades, determina-se ações para corrigi-las.

### **2.3.6 Princípio – análise crítica e melhoria**

A alta administração é responsável por analisar criticamente a eficácia do Sistema de Gestão Ambiental. A periodicidade desta análise deve estar descrita em procedimento.

De acordo com a norma NBR ISO 14004: 1996, a análise crítica do sistema deve incluir: a análise dos objetivos, metas e desempenho ambiental, os resultados de auditorias, a avaliação de eficácia do sistema e adequações da política ambiental.

A política ambiental necessita estar sempre adequada as mudanças da legislação, as alterações de produtos ou processos, as mudanças das expectativas das partes interessadas, etc.

## 2.4 Diferenças entre as normas ISO 14001:1996 e BS 7750:1992

No Quadro 2.5, CAJAZEIRA (1998) sintetiza as principais diferenças entre as normas ISO 14001: 1996 e BS 7750:1992.

**QUADRO 2.5: Diferenças entre as normas ISO 14001:1996 e BS 7750:1992.**

Item da ISO 14001	Item da BS 7750	Comentário
4.0 Geral	4.1 Sistema de Gerenciamento Ambiental	A BS 7750 requer que a organização leve em consideração qualquer código de prática pertinente que a organização subscreve na implantação do sistema.
4.1 Política Ambiental	4.2 Política Ambiental	Requisitos semelhantes exceto: a) A ISO 14001 requer no subitem 4.1 (b) um compromisso específico com a prevenção da poluição não previsto na BS 7750. b) A ISO 14001 requer no subitem 4.1 (b) que a organização firme um compromisso em atender a legislação relativa e outros requisitos que a organização subscreve, não previsto na BS 7750 no item política, porém, a adequação à legislação na BS 7750 é um requisito específico do item 4.5, 2º parágrafo, o que é mais rigoroso. c) A BS 7750 requer que sejam estabelecidas as atividades da organização que estão cobertas pelo Sistema de Gerenciamento Ambiental. d) A BS 7750 requer que seja indicado como os objetivos e metas serão disponibilizados ao público.
4.4 Verificação e Ação corretiva 4.4.1 Monitoramento e Medição	4.8.3 Verificação Medição e Testes	Este item na BS 7750 é mais detalhado e rigoroso que na ISO 14001. Uma novidade neste item na ISO 14001 não prevista na BS 7750 é a exigência de um procedimento para a avaliação periódica dos requisitos legais relativos.
4.4.2 Não-conformidade e Ação Corretiva e Preventiva	4.8.4 Não-conformidade e Ação Corretiva	Este item na ISO 14001 é inconsistente. Não é estabelecida qual a abrangência do tratamento de não-conformidades, enquanto a BS 7750 define “não-conformidade com requisitos especificados no sistema de gerenciamento ambiental e no desempenho ambiental”. No geral, o item é mais bem estabelecido e definido na norma inglesa.
4.4.3 Registros	4.9 Registros do Sistema de Gerenciamento Ambiental	Requisitos semelhantes, exceto que a BS 7750 exige um procedimento para estabelecer a disponibilidade do registro dentro da organização e para as partes interessadas.
4.4.4 Auditorias do Sistema de Gerenciamento Ambiental	4.10 Auditorias do Sistema de Gerenciamento Ambiental	Na BS 7750, o item é subdividido em Geral/ Programa protocolos. Existem requisitos estabelecidos para que a frequência de auditorias seja baseada na incidência de efeitos significativos na BS 7750, e isto não é previsto na ISO 14001. Assim, este item é mais rigoroso na BS 7750 do que na ISO 14001.
4.5 Revisões Gerenciais	4.11 Revisões do Sistema de Gerenciamento	Requisitos semelhantes.

Fonte: Adaptado de CAJAZEIRA (1998).

Embora as normas ISO 14001:1996 e BS 7750:1992 sejam bastante semelhantes é possível notar algumas diferenças. De uma forma geral, o requisito de atendimento aos requisitos legais é mais rigoroso na BS 7750:1992 do que na ISO 14001:1996, porém a segunda norma inova com a exigência de um procedimento para a avaliação periódica dos requisitos legais.

Em relação ao tratamento de não-conformidades, a norma BS 7750:1992 é mais exigente que a ISO 14001:1996, pois a segunda também não estabelece a abrangência no tratamento das não-conformidades.

Outra diferença entre estas normas que requer destaque é que a BS 7750:1992 estabelece que a frequência das auditorias seja definida de acordo com as incidências das não-conformidades, enquanto que a norma ISO 14001:1996 deixa a critério da organização definir a frequência das auditorias.

## **2.5 *Eco management and audit scheme (EMAS)***

A primeira versão da norma *Eco management and audit scheme (EMAS)* foi publicada em 1993, sendo revisada em 2001 pela Comissão Europeia. Segundo MARCOS & AMARAL (2004), o principal objetivo da norma EMAS é “a avaliação e melhoria do desempenho ambiental das organizações e a prestação de informações relevantes ao público e a outras partes interessadas”.

Para se obter o registro da norma EMAS, a organização necessita implementar um Sistema de Gestão Ambiental que pode ser semelhante ao sistema proposto pela ISO 14001:1996. Em seguida, a organização deve solicitar uma verificação de seu sistema para o órgão de verificação ambiental acreditado, estes órgãos possuem a responsabilidade de realizar auditorias dos sistemas de gestão ambiental de outras empresas.

Quando o resultado desta auditoria for positivo, a organização poderá obter seu número de registro do EMAS, este é emitido pelo Organismo Competente – Instituto do Ambiente (IA). Desta forma, a empresa em questão passará a fazer parte da lista anual de organizações registradas na União Europeia. Uma vez emitido o registro, a organização poderá utilizar o logotipo do EMAS. Este registro tem validade de três anos.

## **2.6 Comparações entre os Sistemas de Gestão da Qualidade e Ambiental**

De acordo com OFORI et. al (2002) os benefícios da implementação da NBR ISO 9001 são: aumento de competitividade, facilidade para exportar produtos, melhora da imagem organizacional, aumento da eficiência através da redução de erros e retrabalho, motivação para o trabalho em equipe, melhoria da coordenação dos projetos e da comunicação entre os setores da organização, conscientização dos funcionários em relação aos conceitos de qualidade, facilidade em atender os requisitos dos clientes. Por outro lado, as dificuldades e desafios para a implementação do sistema da qualidade são: falta de comprometimento da alta administração, resistência dos trabalhadores, falta de tempo para treinamento e para o desenvolvimento do sistema, dificuldades de interpretação da norma, esforço para a documentação das tarefas e requisitos, alto custo da implementação (o custo da auditoria de certificação, contratação de consultores, entre outros).

Em relação a NBR ISO 14001, os benefícios que podem ser citados são: redução dos custos operacionais, maior acesso a mercados, demonstração de conformidade com as leis, melhoria da performance ambiental, aumento da confiabilidade e satisfação dos consumidores, melhora da imagem organizacional, entre outros. Já, as maiores dificuldades para a implementação do sistema ambiental estão relacionadas com o custo da melhoria contínua, da auditoria de certificação, contratação de consultores, entre outros.

O Quadro 2.6 descreve algumas semelhanças e diferenças entre as normas NBR ISO 9001 e NBR ISO 14001.

**QUADRO 2.6: Semelhanças e diferenças entre a NBR ISO 9001 e a NBR ISO 14001.**

<b>Semelhanças entre as normas NBR ISO 9001 e NBR ISO 14001</b>		
Os sistemas NBR ISO 9001 e NBR ISO 14001 podem ser certificados		
Definição da política, dos objetivos e das responsabilidades dos funcionários		
Exigência que os funcionários sejam treinados em relação aos objetivos que lhes forem determinados		
Monitoramento e medição das atividades		
Realização e registro de auditorias para verificar se o sistema tem atingido os objetivos propostos		
Os requisitos dos sistemas devem ser documentados e os funcionários devem ter acesso às informações necessárias para a realização das suas tarefas		
Nenhuma das normas especifica padrões de desempenho		
<b>Diferenças entre as normas NBR ISO 9001 e NBR ISO 14001</b>		
	NBR ISO 9001	NBR ISO 14001
Propósito da criação da norma	O propósito do desenvolvimento desta norma foi o desejo de melhorar e manter a qualidade dos produtos internacionalmente	O propósito do desenvolvimento desta norma foi direcionado pelo crescimento das regulamentações ambientais no mundo
Motivação para as organizações adotarem o sistema	O fator motivador é a proteção e a expansão de mercados	O fator motivador é a NBR ISO 14001 auxiliar a organização no cumprimento da legislação e melhorar a aceitação no mercado
Objetivo da certificação	Demonstrar aos consumidores que a organização possui um certificado de qualidade	A certificação inclui os clientes, o governo (legislação), comunidades locais, empregados, acionistas e o público geral
Foco	Concentra-se nas características que levam a organização a produzir produtos ou serviços de qualidade	Foco na melhoria do desempenho ambiental
Envolvimento dos fornecedores	Exigência de certificação dos fornecedores	Não há uma exigência explícita de certificação dos fornecedores

Fonte: Adaptado de OFORI et. al (2002).

De acordo com RAVETTA (2003) a integração dos sistemas da qualidade e ambiental permitirá a organização alcançar bons resultados. Os benefícios desta integração podem ser:

- Estabelecimento de uma política que combine os conceitos de qualidade e de meio ambiente;
- Melhora da imagem da organização;

- Determinação de somente uma metodologia para os sistemas da qualidade e de meio ambiente;
- Treinamento dos trabalhadores a fim de promover o desenvolvimento de habilidades multidisciplinares;
- Redução da quantidade de documentos.

Outras vantagens relacionadas aos sistemas gerenciais integrados foram citadas por TAY (2001) *apud* OFORI et. al (2002), estas são: diminuição do tempo de construção e de manutenção dos sistemas e as auditorias de sistemas integrados tem menor custo que a soma das auditorias de sistemas fragmentados.

Embora a literatura tenha citado vários benefícios em adotar sistemas gerenciais, especialmente os sistemas gerenciais integrados, após cinco anos da publicação da primeira versão das normas da série NBR ISO 9000, o número de empresas que aderiu a esta norma foi dezesseis vezes maior que o número das empresas que aderiu às normas da série NBR ISO 14000, após cinco anos de sua primeira publicação (International Standards Organisation, 2000 *apud* BALL, 2002). Desta forma, BALL (2002) considera que as empresas estão um pouco atrasadas para reconhecer os benefícios da adoção das normas da série NBR ISO 14000.

## **2.7 Análise dos Modos e Efeitos de Falha – FMEA**

Uma ferramenta bastante utilizada para analisar a ocorrência de falhas é o FMEA. De acordo com a definição de HELMAN & ANDERY (1995: 25), “FMEA – Análise dos Modos e Efeitos das Falhas – é um método de análise de projetos (de produtos ou processos, industriais e/ ou administrativos) usado para identificar todos os possíveis modos potenciais de falha e determinar o efeito de cada uma sobre o desempenho do sistema (produto ou processo), mediante um raciocínio basicamente dedutivo”.

Por outro lado, a norma Processo de Aprovação de Peça de Produção (2000: 98) propõe a seguinte definição para FMEA: “é uma técnica sistematizada a qual identifica e classifica os modos potenciais de falha de um projeto ou processo de manufatura para priorizar ações de melhoria”.

Assim, conclui-se que o FMEA consiste em identificar as falhas prováveis em projetos ou processo, estabelecer as prioridades para o tratamento das falhas e implementar as ações recomendadas. Finalmente, deve-se analisar se as ações recomendadas diminuíram a probabilidade de ocorrência da falha. Desta forma, a constante aplicação do FMEA resultará na melhoria contínua da organização.

SLACK et. al. (1997) cita os seguintes exemplos de falhas:

- **Falhas de Projeto:** ocorrem quando uma característica não foi bem observada ou foi mal calculada ou quando as circunstâncias de trabalho da produção não são as esperadas;
- **Falha nas Instalações:** são as falhas que podem ocorrer nas máquinas, equipamentos, edifícios e acessórios;
- **Falha do Pessoal:** as pessoas podem cometer enganos, como por exemplo, um gerente de compras subestimar a demanda. Além disso, as pessoas também violam os procedimentos deixando de cumpri-los e ocasionando falhas nos sistemas;
- **Falhas de Fornecedores:** qualquer falha no prazo de entrega ou na qualidade de bens ou serviços que podem causar falhas na produção do produto;
- **Falhas de Clientes:** ocorrem quando os consumidores utilizam inadequadamente os produtos e serviços.

O modo como as falhas acontecem e os seus impactos podem gerar desde um simples incômodo do consumidor até o comprometimento de suas vidas. Os exemplos de sistemas que devem ser constantemente questionados quanto à confiabilidade são: a utilização de aviões, carros, sistemas de energia em hospitais, etc.

O FMEA pode ser aplicado para eliminar as falhas potenciais dos produtos e processos durante a concepção dos mesmos, ou para melhorar um produto ou processo já existente a partir da identificação de falhas potenciais, ou ainda, para bloquear as falhas ocorridas durante a utilização dos produtos e processos. Evidentemente, quanto mais cedo for identificada a causa das falhas, maior será a confiabilidade do produto ou processo.

Um exemplo de formulário utilizado para a aplicação da ferramenta FMEA está ilustrado no Quadro 2.7.

**QUADRO 2.7: Exemplo de formulário para aplicação da FMEA.**

Análise dos Modos e Efeitos de Falha – FMEA																
<input type="checkbox"/> Projeto do produto					<input type="checkbox"/> Projeto do processo											
<input type="checkbox"/> Revisão do projeto do produto					<input type="checkbox"/> Revisão do projeto do processo											
Cliente/ Ref:			Aplicação:			Áreas envolvidas:			Data de elaboração:							
Data última revisão projeto:			Produto/ Processo:			Fornecedor:			Data da próxima revisão:							
Nome do componente/ processo	Função do componente/ processo	Falhas possíveis			Atual				Ação corretiva		Resultado					
		Modo	Efeito	Causa	Controles atuais	Índices				Recomendações	Tomada	Índices Revistos				Resp.
						S	O	D	R			S	O	D	R	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Fonte: Adaptado HELMAN & ANDERY (1995).

Quando a ferramenta FMEA for aplicada ao produto, na coluna “nome do componente/ processo” serão descritos os componentes do produto. Por outro lado, quando esta ferramenta for aplicada ao processo, nesta mesma coluna serão descritas as etapas do processo. Outra diferença entre FMEA de produto e de processo é que a primeira objetiva identificar as falhas do produto devido a erros no seu projeto, enquanto que a segunda identifica as falhas no processo de fabricação do produto.

Uma vez determinado se o FMEA será de produto ou processo, a maneira de preenchimento do formulário do FMEA está descrita abaixo:

Campo (1) - Nome do componente/ processo: citam-se os componentes do produto (FMEA de produto) ou as etapas do processo de produção (FMEA de processo).

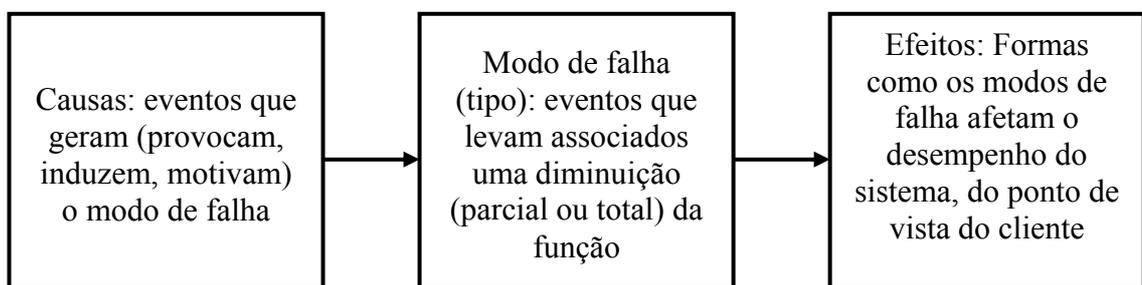
Campo (2) - Função do componente/ processo: uma questão que pode ajudar a determinar a função é: por que este componente é utilizado no produto? Ou por que esta etapa faz parte do processo da fábrica? É importante ressaltar que as falhas são uma inadequação da função dos componentes ou das etapas do processo.

Campo (3) – Modo: também pode ser denominado de tipo de falha. Neste campo deve-se descrever a forma como o componente ou a etapa do processo pode falhar.

Campo (4) – Efeito: é a consequência do modo de falha.

Campo (5) – Causa: são os eventos que provocam o modo de falha.

A Figura 2.9 ilustra o relacionamento entre a causa, o modo e o efeito das falhas.



Fonte: HELMAN & ANDERY (1995: 37).

**FIGURA 2.8: Relação “causa – modo – efeito”.**

Campo 6 - Controles atuais: são as ações que a organização adota para controlar a ocorrência de falhas. Os exemplos são: realização de inspeções, adoção de normas técnicas, entre outras.

Campo 7 - Índice de severidade de uma falha: este índice quantifica o dano que a falha pode causar ao consumidor.

Campo 8 - Índice de ocorrência de uma falha: é a probabilidade de ocorrência de uma falha.

Campo 9 – Índice de detecção: é a probabilidade de detecção de uma falha antes que o produto seja adquirido pelo consumidor.

Campo 10 – Índice de risco: é a multiplicação dos índices de severidade, ocorrência e detecção de uma falha. As falhas que obtiverem maior risco devem ser tratadas com prioridade.

Campo 11 – Ações recomendadas: neste campo devem ser registradas as ações recomendadas para minimizar a probabilidade de ocorrência das falhas.

Campo 12 – Ações tomadas: após a determinação das ações que devem ser adotadas, é necessário estabelecer o prazo para implementá-las.

Campos 13 ao 16 – Finalmente, verificam-se quais são os novos índices de severidade, ocorrência, detecção e risco de uma falha após a implementação das ações recomendadas. Esta é uma forma de verificar se as ações adotadas foram eficazes.

Campo 17: anota-se o responsável pela verificação das ações recomendadas.

Quando os resultados da implementação das ações recomendadas forem julgados ineficazes, a equipe responsável pela aplicação do FMEA necessita investigar as causas deste resultado. Por outro lado, se as ações recomendadas forem julgadas eficazes, estas mudanças necessitam ser padronizadas através da alteração dos documentos e dos procedimentos da organização.

Convém lembrar que a aplicação da ferramenta FMEA deve ser realizada por uma equipe composta por profissionais de diversas áreas da organização, como por exemplo, engenheiros de projeto, de processos, da qualidade, compradores, pessoas da área de marketing, etc.

### **Classificação da severidade, ocorrência e detecção dos impactos ambientais**

Nos Quadros 2.8, 2.9 e 2.10 estão descritos as classificações para os índices de severidade, ocorrência e detecção das falhas.

**QUADRO 2.8: Classificações de severidade.**

Severidade do Efeito	Classificação
<b>Muito Alta:</b> Modo de Falha Potencial pode resultar em uma falha de campo (9), ou constituir um risco de segurança ou não conformidade com um regulamento governamental (10).	9 - 10
<b>Alta:</b> Alto grau de descontentamento do cliente devido à natureza da falha. Pode causar séria interrupção ao subsequente processo do produto ou resultar em falha do produto para atender suas especificações de vendas. Resultará em reclamações do cliente e retorno do produto. Falha provavelmente será descoberta durante o ensaio do produto final pelo cliente.	7 - 8
<b>Moderada:</b> Falha causa algum descontentamento ao cliente e pode resultar em uma reclamação do cliente ou limitação em vida útil. O cliente pode precisar fazer modificações ou ajustes ao processo para acomodar o material. O problema será descoberto provavelmente como parte de uma inspeção de recebimento ou anterior a utilização (4). O problema será descoberto durante processo (5). O problema será descoberto em passos subsequentes do processo (6).	4 - 6
<b>Baixa:</b> Falha causa só um aborrecimento leve ao cliente. O cliente notará só uma deterioração leve ou incômodo com o produto ou processamento do produto.	2 - 3
<b>Menor:</b> É razoável esperar que com esta falha de natureza menor não causaria nenhum efeito real no produto ou seu processamento pelo cliente. Cliente provavelmente nem vai notar a falha	1

Fonte: Instituto de Qualidade Automotiva (2000: 86).

**QUADRO 2.9: Classificações de ocorrência.**

Freqüência de Falha	Classificação
<b>Muito Alta:</b> Falha é quase inevitável. São desenvolvidos passos de processo adicionais para lidar com as falhas.	9 - 10
<b>Alta:</b> Processos semelhantes tem experimentado falhas repetidamente. O processo não está sob controle estatístico.	7 - 8
<b>Moderada:</b> Processos semelhantes tem experimentado falhas ocasionais, mas não em grandes proporções. Processo está sob controle estatístico.	4 - 6
<b>Baixa:</b> Processos semelhantes tem experimentado falhas isoladas.	3
<b>Muito Baixa:</b> Processos quase idênticos tem experimentado somente falhas isoladas.	2
<b>Remota:</b> falha é improvável. Nenhuma falha foi associada em processos quase idênticos. O processo está em controle estático.	1

Fonte: Instituto de Qualidade Automotiva (2000: 87).

**QUADRO 2.10: Classificações de detecção.**

<b>Probabilidade e Localização no Processo, o Defeito é Detectado</b>	<b>Classificação</b>
<b>Certeza absoluta de Não detecção:</b> Controles não Vão ou não podem detectar a existência do defeito.	10
<b>Muito Baixa:</b> O controle de Fornecedor provavelmente não detectará a existência do defeito, mas o defeito pode ser detectado pelo cliente.	9
<b>Baixa:</b> Controles podem detectar a existência do defeito, mas detecção pode não acontecer até que o embalagem já esteja em andamento.	7 - 8
<b>Moderada:</b> Controles provavelmente detectarão a existência de falhas, mas não antes que os ensaios de aceitação de lote forem completados. Testes com alto grau de variabilidade terão a classificação mais alta.	5 – 6
<b>Alta:</b> Controles têm uma boa chance de detectar a existência do defeito antes do processo de manufatura ser completado. Teste no processo é usado para monitorar o processo de manufatura.	3 - 4
<b>Muito Alta / com Antecedência:</b> Controles detectarão quase certamente da existência do defeito antes que o produto siga para o próximo passo em seu processo de fabricação. Matérias-primas importantes são controladas por especificações do fornecedor.	1 - 2

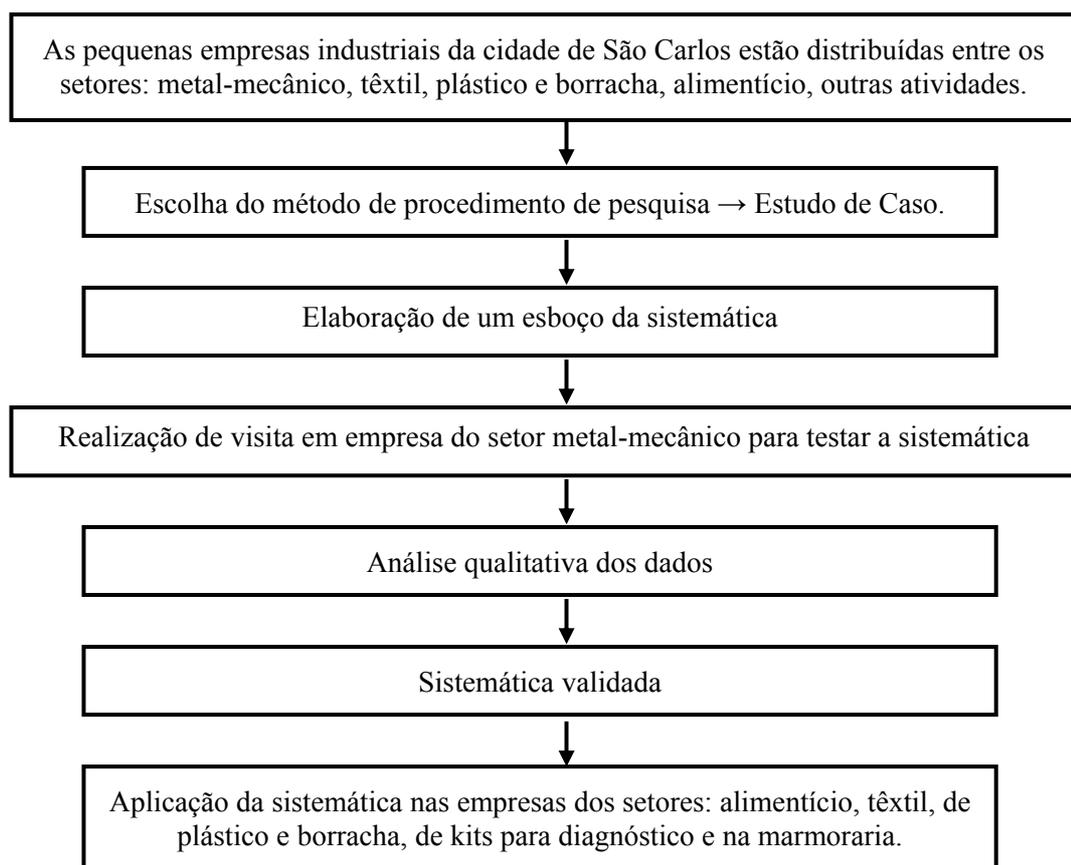
Fonte: Instituto de Qualidade Automotiva (2000: 87).

### 3 DESENVOLVIMENTO DA SISTEMÁTICA

Neste capítulo é apresentada uma visão geral da pesquisa realizada. Posteriormente, tem-se um esboço da sistemática para auxiliar as pequenas empresas industriais na identificação e na análise dos impactos ambientais gerados durante o processo produtivo. Em seguida, são apresentadas as adaptações realizadas no método FMEA para utilizá-lo com ênfase ambiental. Finalmente, estão descritos os resultados do teste da sistemática em uma empresa do setor metal-mecânico.

#### 3.1 Visão Geral da Pesquisa

A visão geral da pesquisa está ilustrada na Figura 3.1.



**FIGURA 3.1: Visão geral da pesquisa.**

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os seguintes temas: a poluição das águas, do solo e do ar, o relacionamento da Gestão Ambiental

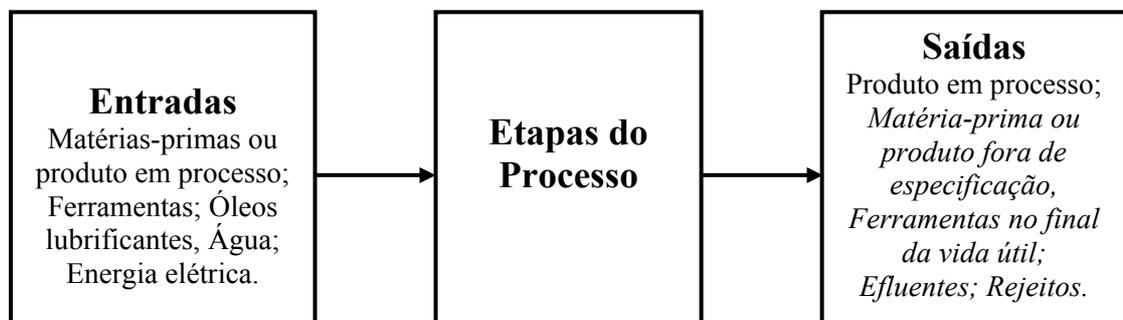
com as demais áreas da organização, a norma NBR ISO 14001:1996 e sobre o método FMEA.

Em seguida, elaborou-se um esboço da sistemática para auxiliar as pequenas empresas industriais na identificação e na análise dos impactos ambientais gerados durante o processo produtivo. Posteriormente, escolheu-se uma empresa do setor metal-mecânico para testar a sistemática. Através dos resultados obtidos nesta empresa, foi possível validar a sistemática.

Por fim, aplicou-se esta sistemática nas empresas dos setores alimentício, têxtil, de plásticos e borrachas, de kit para diagnóstico e na marmoraria.

### 3.2 Proposição da Sistemática

Inicialmente, a empresa deve analisar as entradas e as saídas de cada operação do seu processo. As saídas que forem matéria-prima ou produto fora de especificação, efluentes, rejeitos e ferramentas no final da vida útil devem ser analisadas. A Figura 3.2 ilustra a identificação das entradas e saídas das etapas do processo.



**FIGURA 3.2: Entradas e saídas do processo industrial.**

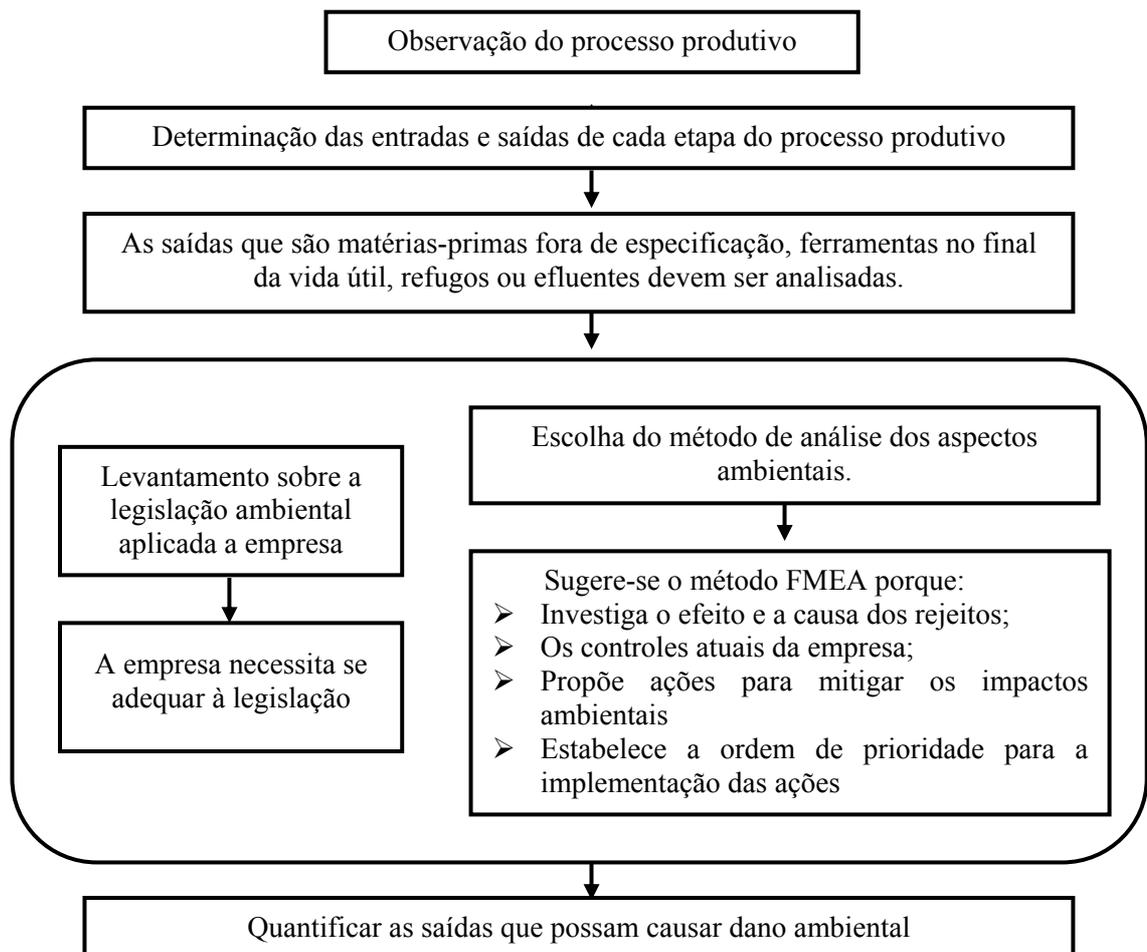
O próximo passo é a escolha de um método para a análise dos aspectos ambientais relacionados ao processo. Nesta dissertação foi utilizado o método FMEA para análise das saídas das operações do processo industrial porque este método questiona a causa dos problemas, recomenda ações para mitigar os impactos e fornece valores para os impactos, priorizando as decisões para minimizá-los. Além de ser um método de fácil utilização e pode ser entendido por vários funcionários da organização.

Porém outros métodos podem ser adotados, contanto que a organização esteja constantemente levantando os seus impactos ambientais e adotando ações para minimizá-los.

Paralelamente a análise dos aspectos ambientais, a organização deve fazer um levantamento sobre a legislação ambiental aplicada a sua atividade para se adequar a estes requisitos.

Finalmente, é necessário medir as saídas do processo industrial que causem danos ao meio ambiente. Por exemplo: a quantidade de refugo e de produtos fora de especificação, a água e a energia elétrica consumidas durante o processo industrial, etc.

A Figura 3.3 sintetiza a sistemática para auxiliar as pequenas empresas industriais na identificação e na análise dos impactos ambientais gerados durante o processo produtivo.



**FIGURA 3.3: Sistemática auxiliar as pequenas empresas na identificação e na análise dos impactos ambientais.**

### 3.3 Aplicação do FMEA para Levantamento dos Impactos Ambientais

Como observado no capítulo anterior, tradicionalmente, o FMEA é utilizado para diagnosticar as falhas potenciais dos produtos ou processos durante a concepção dos mesmos ou para melhorar produtos ou processos já existentes. Porém, esta dissertação objetivou propor uma sistemática de análise dos impactos ambientais baseada no método FMEA.

O FMEA pode ser utilizado para a identificação e análise dos impactos ambientais porque para aplicá-lo é necessário definir de forma seqüencial as características dos impactos ambientais, proporcionando, assim, um melhor entendimento das variáveis relacionadas ao impacto.

O Quadro 3.1 ilustra o formulário utilizado para a aplicação do FMEA.

**QUADRO 3.1: Formulário do FMEA.**

Descrição das Saídas - Função	Tipo de Impacto Ambiental	Efeito do Impacto Ambiental	Causa do Impacto Ambiental	Controles Atuais	S	O	D	A	R	Controles Ambientais - Ações recomendadas
-------------------------------	---------------------------	-----------------------------	----------------------------	------------------	---	---	---	---	---	---

As colunas deste formulário foram preenchidas da seguinte forma:

- “Descrição das saídas – função”: foram descritas as saídas e a sua função durante o processo produtivo;
- “Tipo de impacto ambiental”: os impactos ambientais que ocorrem cotidianamente na empresa estudada foram classificados como “real”, por outro lado, os impactos que possam vir a ocorrer foram classificados como “potencial”;
- “Efeito do impacto ambiental”: descreve-se os meios envolvidos com o impacto ambiental, estes podem ser: a água, o solo e o ar;
- “Causa do impacto ambiental”: na maioria das vezes, a causa do impacto ambiental é o descarte incorreto dos resíduos e efluentes industriais;
- “Controles atuais”: são as atitudes que a empresa pesquisada adota para impedir que ocorra o impacto ambiental. Quando a empresa não adotar nenhuma atitude para mitigar o impacto, esta coluna estará em branco;

- As colunas “S”, “O”, “D”, “A” e “R” representam a severidade, a ocorrência, a detecção, a abrangência do impacto e o risco ambiental;
- “Controles Ambientais - Ações recomendadas”: nesta coluna estão descritas as ações que as organizações deveriam adotar para mitigar os impactos ambientais. Estas ações foram propostas com base na legislação e na revisão bibliográfica realizada. Quando os “controles atuais” da organização forem julgados eficazes para mitigar os impactos ambientais não foram recomendadas nenhuma ação.

Para realizar uma análise dos impactos ambientais, utilizando o FMEA, foi necessário adaptar os índices de severidade, ocorrência e detecção do impacto ambiental, além disso, foi acrescentado o índice de abrangência do impacto. Nos Quadros 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5 estão descritos os índices adotados.

**QUADRO 3.2: Classificações de severidade.**

<b>Severidade do Impacto Ambiental</b>	<b>Classificação</b>
<b>Alta:</b> Produtos muito danosos ao meio ambiente que apresentem as características: corrosividade, reatividade, explosividade, toxicidade, inflamabilidade, patogenicidade e reatividade.	3
<b>Moderada:</b> Produtos danosos ao meio ambiente que possuem longo tempo de decomposição, por exemplo: metais, vidros, plásticos. Também é considerada a utilização de recursos naturais.	2
<b>Baixa:</b> Produtos pouco danosos ao meio ambiente que possuem curto tempo de decomposição. (Exemplos: papelão, tecidos).	1

**QUADRO 3.3: Classificações de ocorrência de impactos ambientais reais.**

<b>Ocorrência do Impacto Ambiental</b>	<b>Classificação</b>
<b>Alta:</b> O impacto ambiental ocorre diariamente.	3
<b>Moderada:</b> O impacto ambiental ocorre mensalmente.	2
<b>Baixa:</b> O impacto ambiental ocorre semestralmente ou anualmente.	1

Adotou-se o índice de ocorrência igual a 1 para os impactos ambientais potenciais.

**QUADRO 3.4: Classificações de detecção.**

<b>Detecção do Impacto Ambiental</b>	<b>Classificação</b>
<b>Baixa:</b> Para detectar o impacto ambiental é necessária a utilização de tecnologias sofisticadas.	3
<b>Média:</b> O impacto ambiental é percebido com a utilização de medidores simples. (Exemplos: hidrômetros, medidor de energia elétrica).	2
<b>Alta:</b> O impacto ambiental pode ser percebido visualmente.	1

**QUADRO 3.5: Classificações de abrangência de impactos ambientais.**

<b>Abrangência do Impacto Ambiental</b>	<b>Classificação</b>
O impacto ambiental ocorre fora dos limites da organização.	3
O impacto ambiental ocorre dentro dos limites da organização.	2
O impacto ambiental ocorre no local onde está sendo realizada a operação.	1

Comparando-se dos Quadros 2.8, 2.9 e 2.10 com os Quadros 3.2, 3.3 e 3.4, percebe-se que os índices de severidade, ocorrência e detecção do impacto ambiental foram simplificados. Como o objetivo desta dissertação é propor uma sistemática para auxiliar as pequenas empresas na análise dos impactos ambientais, considerou-se que esta sistemática deveria ser de fácil compreensão pelos pequenos empresários e, a fim de minimizar as despesas, não deveria ser necessária a presença de um especialista em Gestão Ambiental para que a pequena empresa pudesse implementar a sistemática. Desta forma, optou-se pela simplificação dos índices de severidade, ocorrência e detecção do impacto ambiental.

### **3.4 Teste da Sistemática na Empresa Metal-Mecânica**

O teste da sistemática foi realizado em uma empresa metal-mecânica, para tanto, aplicou-se um questionário dividido em duas partes.

As questões da primeira parte do questionário objetivavam determinar: se a organização possuía um sistema de gestão ambiental implementado, caso negativo quais seriam as dificuldades para a implementação deste sistema; a visão da pequena empresa em relação ao sistema; quais os licenciamentos ambientais que estas empresas possuíam e as iniciativas ambientais adotadas pelas empresas pesquisadas.

A segunda parte do questionário é menos estruturada. Inicialmente, determinaram-se quais eram as etapas do processo industrial. Em seguida, verificaram-se quais eram as entradas e saídas de cada etapa. As saídas que poderiam causar danos ambientais foram analisadas na matriz FMEA.

O preenchimento da primeira parte do questionário e o levantamento das entradas e saídas de cada etapa do processo produtivo foi realizado junto a um funcionário que conhecia o processo industrial da empresa estudada. Quanto à aplicação da matriz do FMEA, o Quadro 3.6 descreve o responsável pelo preenchimento de cada coluna.

**QUADRO 3.6: Responsável pelo preenchimento do formulário do FMEA.**

Descrição das Saídas - Função	Tipo de Falha Potencial	Efeito da Falha Potencial	Causa da Falha Potencial	Controles Atuais	Aspecto / Impacto Ambiental Potenciais	S	O	D	A	R	Controles Ambientais - Ações recomendadas
Preenchido pela pesquisadora e pelo funcionário que conhecia o processo industrial da empresa estudada					Preenchido pela pesquisadora	As notas foram dadas pela pesquisadora, com base nos Quadros 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5					As ações foram propostas pela pesquisadora, considerando a revisão bibliográfica realizada

A quantificação das saídas que podem causar danos ambientais está descrita no Anexo D.

### 3.5 Estudo de caso: Empresa Metal-Mecânica

#### Características gerais

A empresa do setor metal-mecânico estudada iniciou sua produção em São Carlos no final da década de 70. Desde esta época vem produzindo pinos para pistão como seu produto principal. Atualmente, esta empresa produz 22 tipos diferentes de pinos para pistão e conta com 50 colaboradores.

#### Levantamento dos aspectos ambientais

A empresa escolhida do setor metal-mecânico é caracterizada pela usinagem de aço para a fabricação de pinos para pistões. As etapas de produção deste

produto são: torneamento, centrífuga, tamboreador, furação, retífica, aplicação de óleo protetivo e classificação.

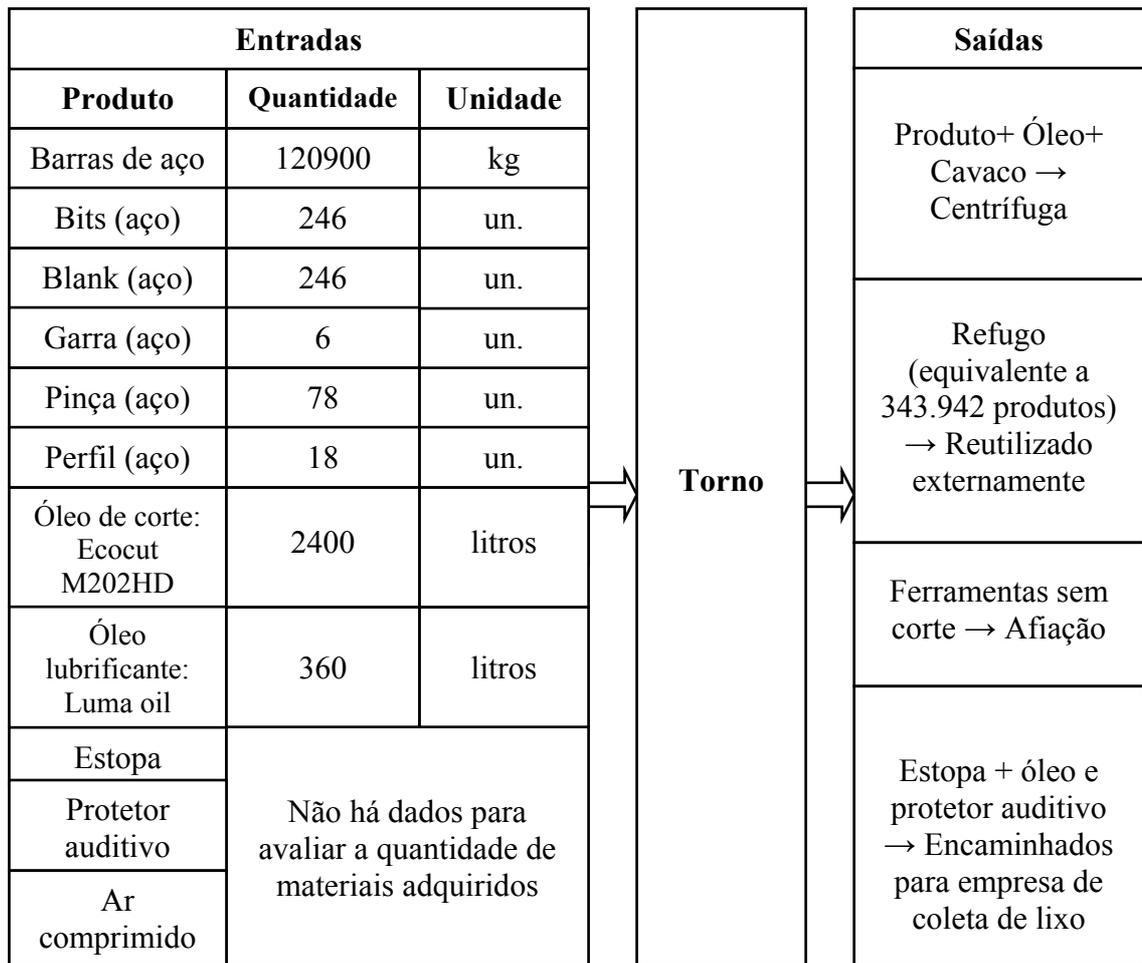
De acordo com o *layout* da organização e com a disposição dos medidores de energia elétrica e de água, esta empresa foi dividida nos seguintes setores:

- Setor de torneamento: que engloba as máquinas de torner, centrifugar e tamborear;
- Setor de furação: engloba somente as furadeiras;
- Setor de Retífica: que engloba as atividades de retífica, aplicação de óleo protetivo e classificação.

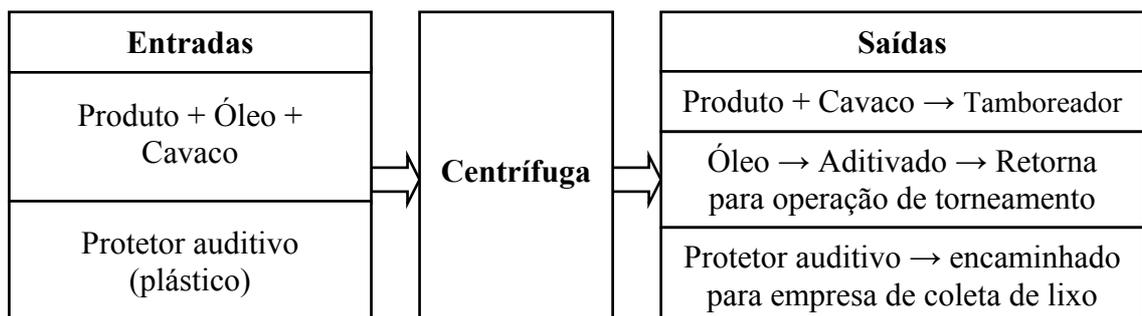
A quantificação de entradas e saídas que possam causar impactos ambientais foi realizada durante um período de 12 meses. Em anexo, tem-se o detalhamento da coleta de dados.

Convém lembrar que os refugos do processo de usinagem são vendidos para uma empresa que fabrica portões eletrônicos. Estes refugos são utilizados como contrapeso nos portões eletrônicos.

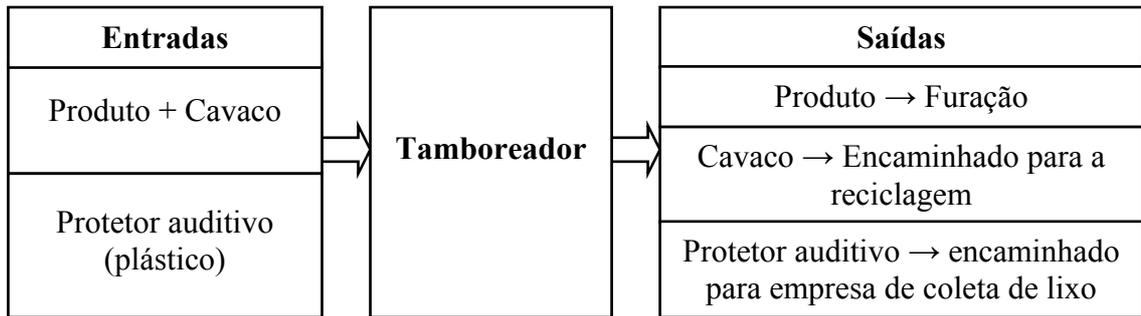
O levantamento dos aspectos ambientais em cada etapa da produção está descrito nas Figuras a seguir.



**FIGURA 3.4: Entradas e saídas da operação de torneamento.**



**FIGURA 3.5: Entradas e saídas da operação de centrífuga.**

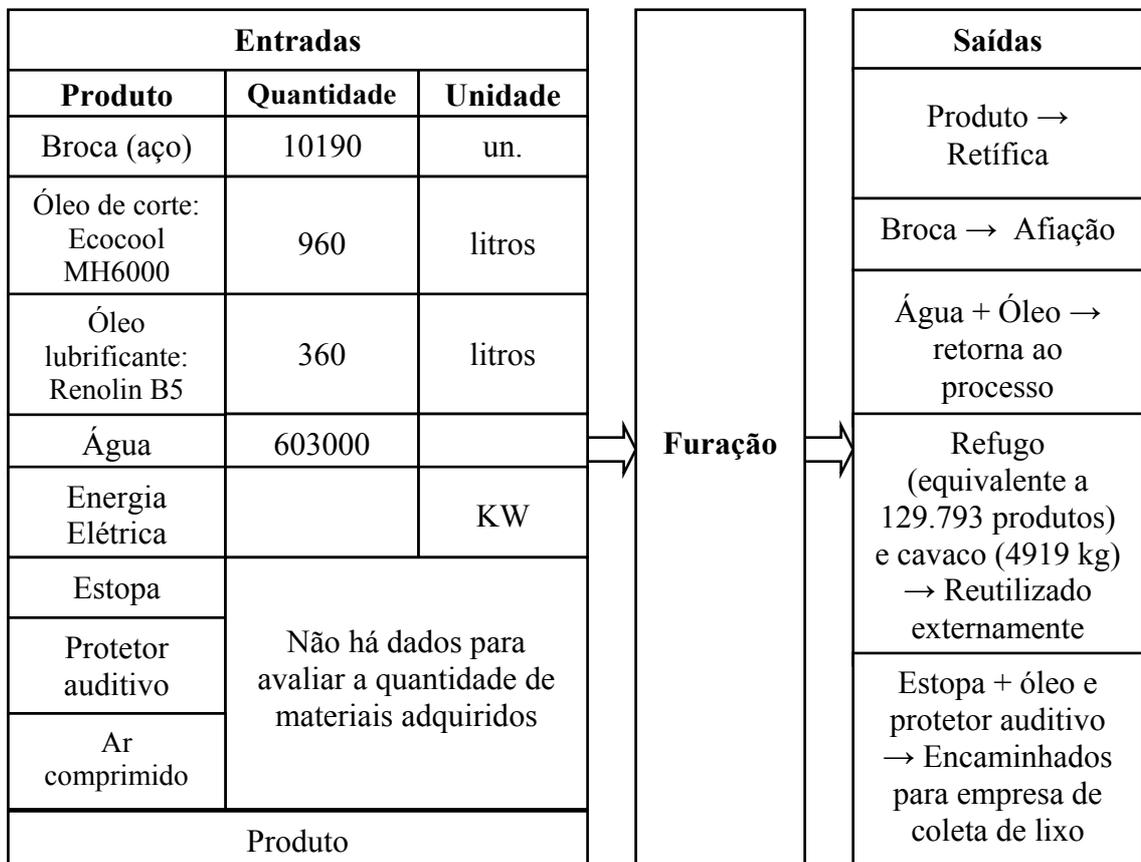


**FIGURA 3.6: Entradas e saídas da operação de tamboreamento.**

Durante o intervalo de tempo determinado, o cavaco descartado e a água e a energia elétrica consumidas no setor de torneamento foram:

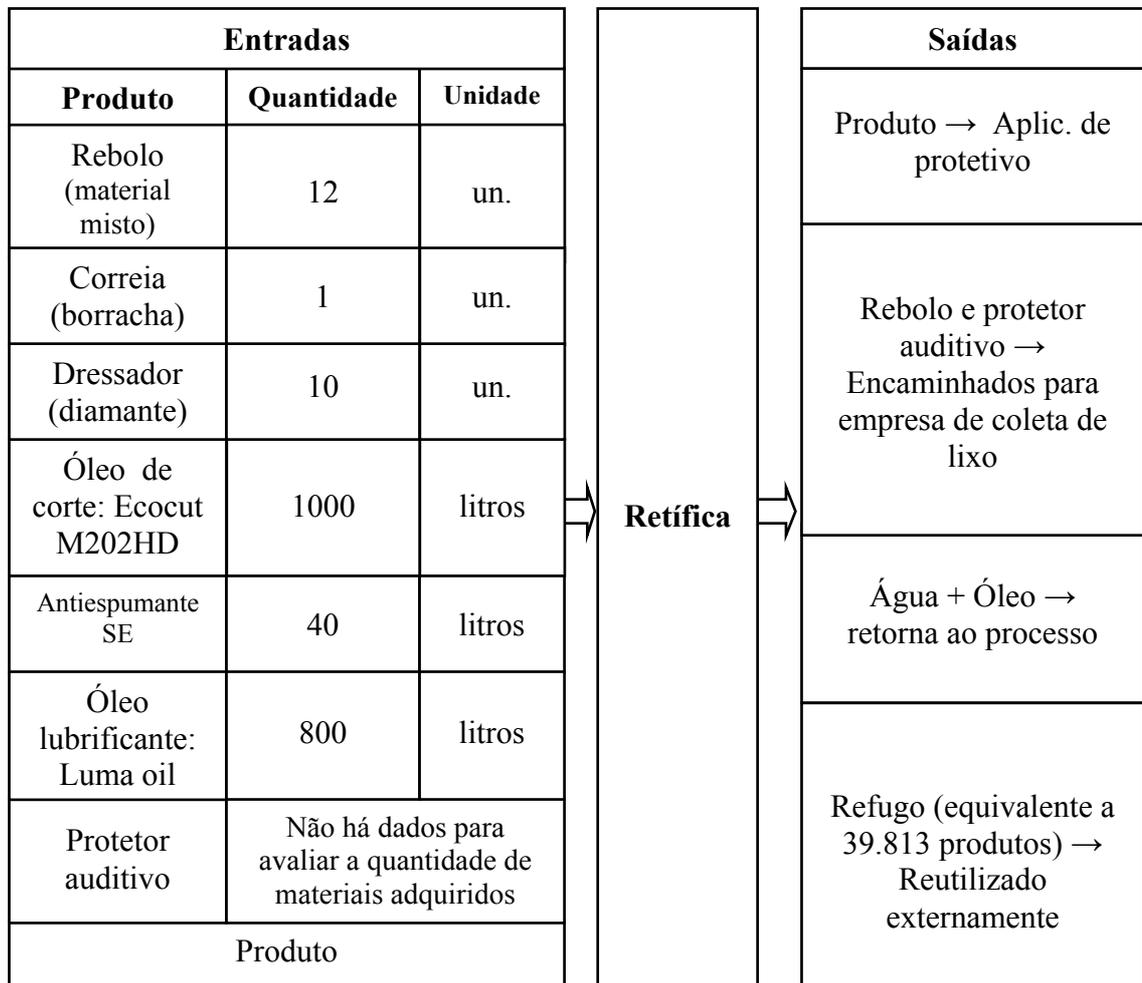
- Total de cavaco descartado no setor de torneamento: 20184 kg.
- Água consumida no setor de torneamento: 201000 Litros.
- Energia Elétrica consumida no setor de torneamento: 42160 kw.

Em relação ao setor de furação, tem-se:

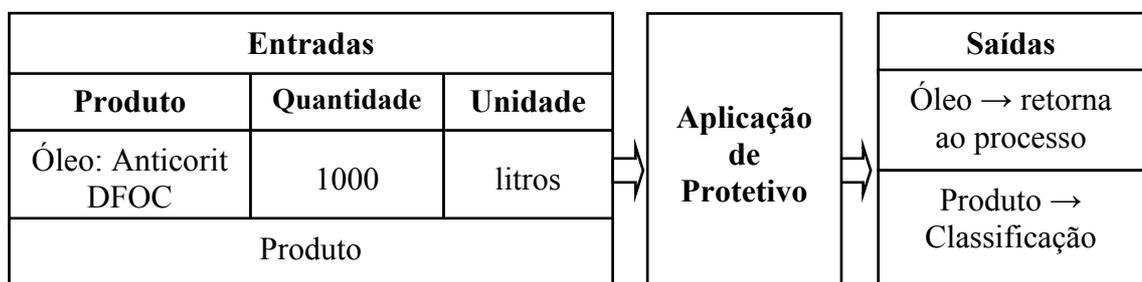


**FIGURA 3.7: Entradas e saídas da operação de furação.**

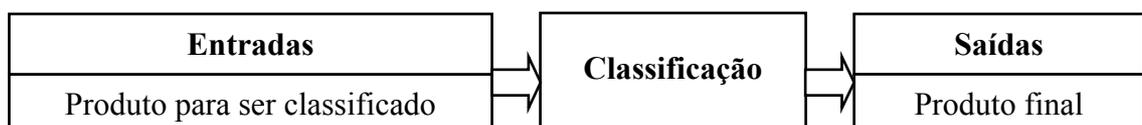
Em relação ao setor de retífica, tem-se:



**FIGURA 3.8: Entradas e saídas da operação de retífica.**



**FIGURA 3.9: Entradas e saídas da operação de aplicação de protetivo.**



**FIGURA 3.10: Entradas e saídas da operação de classificação.**

Durante o intervalo de tempo determinado, a água e a energia elétrica consumidas no setor de retífica foram:

- Água consumida no setor de retífica: 185000 Litros.
- Energia Elétrica consumida no setor de retífica: 89840 Kw.

## Aplicação do método FMEA

**QUADRO 3.7: FMEA na empresa metal-mecânica.**

Descrição das Saídas - Função	Tipo de Impacto Ambiental	Efeito do Impacto Ambiental	Causa do Impacto Ambiental	Controles Atuais	S	O	D	A	R	Controles Ambientais - Ações recomendadas
Consumo de energia elétrica	Real	Utilização de recursos naturais	A energia elétrica é utilizada na operação dos equipamentos	-	2	3	2	3	36	Na compra de novos equipamentos, preferir os que consomem menos energia elétrica. Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de energia elétrica.
Água - Misturada com os óleos	Real	Utilização de recursos naturais	Não há proteção nas máquinas para evitar o desperdício	-	2	3	2	3	36	Fixação de proteção nas máquinas para que as gotas expelidas retornem ao processo. Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de água.
Óleo de corte desperdiçado	Real	Contaminação do solo e da água	Quando a fábrica é lavada, o óleo do chão é arrastado para o esgoto	-	3	3	1	3	27	Fixação de proteção nas máquinas para que as gotas de óleo expelidas retornem ao processo / Instalação de uma estação de tratamento de efluentes
Estopa (tecido) + óleo de corte	Real	Contaminação do solo	A estopa é encaminhada para empresa de coleta de lixo	-	3	3	1	3	27	A empresa estudada deve se certificar que este resíduo foi destinado a um aterro sanitário de classe I
Protetor auditivo (plástico)	Real	Contaminação do solo	O protetor auditivo não é reciclável	O protetor auditivo é encaminhado para empresa de coleta de lixo	3	3	1	3	27	A empresa estudada deve se certificar que este resíduo foi destinado a um aterro sanitário de classe I
Óleos de corte que já não podem ser reaproveitados	Real	Contaminação da água ou do solo	O óleo não é encaminhado para empresa cadastrada na Agência Nacional de Petróleo	Encaminhado para outra empresa. A empresa pesquisada não tem conhecimento do destino final do óleo.	3	2	1	3	18	De acordo com a legislação, todo o óleo já utilizado deve ser destinado para o rerrefino em empresa cadastrada na Agência Nacional de Petróleo

**QUADRO 3.7: FMEA na empresa metal-mecânica (cont.).**

<b>Descrição das Saídas - Função</b>	<b>Tipo de Impacto Ambiental</b>	<b>Efeito do Impacto Ambiental</b>	<b>Causa do Impacto Ambiental</b>	<b>Controles Atuais</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>D</b>	<b>A</b>	<b>R</b>	<b>Controles Ambientais - Ações recomendadas</b>
Embalagens de matéria-prima, insumos – embalagens de papelão e de plástico	Real	Contaminação do solo	Uso de embalagens não retornáveis – Estas embalagens são encaminhadas para a empresa de coleta de lixo	-	2	3	1	3	18	As embalagens devem ser encaminhadas para a reciclagem
Bits, Blank, Perfil, Broca do torno – peças de aço	Real	Contaminação do solo	Estas peças são encaminhadas para empresa de coleta de lixo	Reciclagem dos produtos não-conformes produzidos com os componentes inadequados	2	2	1	3	12	Implementação de afiações preventivas para evitar que componentes sem corte produzam produtos não- conformes - Reciclar 100% dos componentes descartados
Garra e Pinça do torno – peças de aço	Real	Contaminação do solo	Estas peças são encaminhadas para empresa de coleta de lixo	Reciclagem dos produtos não-conformes produzidos com os componentes inadequados	2	2	1	3	12	Implementar limpezas periódicas destes componentes do torno para evitar a produção de produtos não-conformes - Reciclar 100% dos componentes descartados
Dressador da retífica – peça de diamante	Real	Contaminação do solo	-	Esta peça é recuperada pelo fornecedor. Após a vida útil, acredita-se que o fornecedor encaminhe esta peça para a empresa de coleta de lixo	2	2	1	3	12	Os dressadores não são recicláveis
Vazamento de óleo da embalagem	Potencial	Contaminação do solo ou da Água	Embalagem danificada	-	3	1	1	2	6	Instalação de uma barreira de contenção na área de estocagem

**QUADRO 3.7: FMEA na empresa metal-mecânica (cont.).**

<b>Descrição das Saídas - Função</b>	<b>Tipo de Impacto Ambiental</b>	<b>Efeito do Impacto Ambiental</b>	<b>Causa do Impacto Ambiental</b>	<b>Controles Atuais</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>D</b>	<b>A</b>	<b>R</b>	<b>Controles Ambientais - Ações recomendadas</b>
Rebolo da retífica – peça de material misto	Real	Contaminação do solo	O rebolo não é reciclável	O rebolo é encaminhado para empresa de coleta de lixo	2	1	1	3	6	A empresa estudada deve se certificar que este resíduo foi destinado a um aterro sanitário de classe II
Correia da retífica – peça de borracha	Real	Contaminação do solo	A correia é encaminhada para empresa de coleta de lixo	-	2	1	1	3	6	A correia deve ser encaminhada para a reciclagem
Refugo / Cavaco	Potencial	Contaminação do solo	-	Os refugos são reutilizados externamente e os cavacos são encaminhados para a reciclagem	2	1	1	3	6	Implementação de Programas para diminuir a quantidade de refugo

### **Considerações relacionadas com a empresa metal-mecânica**

Analisando o FMEA, recomenda-se que esta organização trabalhe no sentido de reduzir do consumo de energia elétrica, água e minimize os refugos.

Outra recomendação importante é quanto ao desperdício de óleo de corte. Durante o processo de torneamento e furação, as gotas de óleo expelidas não retornam ao processo, mas aderem ao chão da fábrica. Quando a fábrica é lavada este óleo é arrastado para o esgoto. Porém este dano ambiental pode ser facilmente evitado. A solução seria fixar uma proteção nas máquinas para que as gotas de óleo retornem ao processo. Como no setor de furação o óleo é misturado na água, a fixação de proteção nas máquinas também acarretaria em uma economia d'água.

A estopa e o protetor auditivo devem ser destinados a um aterro classe I. Enquanto a estopa possui resíduos de óleo de corte, considerado tóxico, o protetor auditivo pode possuir resíduos patogênicos.

Também é aconselhável que esta organização implemente a coleta seletiva das embalagens de matéria-prima, dos componentes desgastados das máquinas e dos resíduos em geral.

Esta empresa contrata o serviço de caçamba para a remoção dos resíduos industriais. É necessário que a empresa contratante verifique se a empresa contratada possui cadastrado na prefeitura para a realização do serviço de remoção de resíduos através do uso de caçamba. Este cadastro também indica que a empresa de serviço de caçamba paga uma taxa mensal para o depósito de resíduos no aterro municipal de classe II. A empresa metal-mecânica não tinha conhecimento da necessidade deste cadastro, porém a pesquisadora verificou que a empresa contratada para serviço de caçamba tem este cadastro na prefeitura e paga a taxa mensal.

### **3.6 Resultado da Aplicação da Sistemática**

A sistemática se mostrou válida para auxiliar na identificação e análise dos impactos ambientais das pequenas empresas porque, ao aplicá-la, a organização estuda o seu processo e compreende os danos ambientais que a execução inadequada de suas atividades pode causar. Desta forma, a aplicação desta sistemática evidencia as ações que podem ser tomadas para minimizar os impactos ambientais. No quarto capítulo estão descritos os estudos de caso realizados nas empresas alimentícia, têxtil, de plásticos e borrachas, de kits para diagnóstico e na marmoraria.

## 4 PESQUISA DE CAMPO

Neste capítulo são apresentados os resultados dos estudos de caso realizados nas empresas alimentícia, têxtil, de plásticos e borrachas, de kits para diagnóstico e na marmoraria. Porém, nestas empresas não foram quantificadas as saídas que poderiam causar impacto ambiental devido à falta de acesso a estas informações.

### 4.1 Empresa do Setor Alimentício

#### Características gerais

A empresa estudada se caracteriza pela fabricação de suco de laranja e óleos essenciais. Esta empresa está localizada na cidade de São Carlos e possui vinte e seis funcionários.

As laranjas in natura podem ser adquiridas em fazendas do mesmo proprietário da empresa estudada ou em outras fazendas. Esta empresa possui dois fornecedores de laranja orgânica. No cultivo da laranja orgânica não é permitida a utilização de agrotóxicos, água clorada para a irrigação e entre outros.

Basicamente, esta empresa possui cinco tipos de produtos. Estes são:

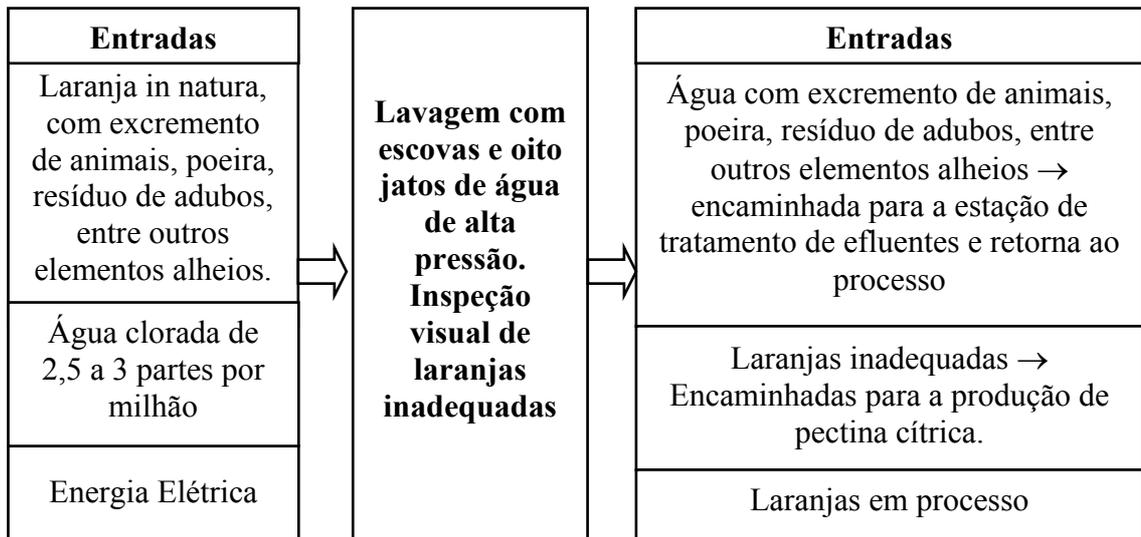
- Suco de laranja integral: constituído somente pelo suco da fruta. Este produto tem validade de 30 dias;
- Suco de laranja concentrado: neste produto 80% da água do suco integral é evaporada, tendo validade de 24 meses quando mantido congelado a temperatura de 18°C negativos;
- Suco reconstituído: constituído de suco concentrado, água e açúcar líquido. Muitas vezes, o suco concentrado não foi fabricado pela empresa estudada, estes concentrados podem ser de goiaba, abacaxi, uva e laranja;
- Repositores energéticos: estes produtos são compostos por sucos e aditivos como vitamina C, ácido cítrico, tartárico, corantes e bases aromáticas. Para serem utilizados, estes aditivos necessitam de uma autorização do Ministério da Saúde;
- Óleo cítrico ou óleos essenciais: este produto pode ser extraído do bagaço da laranja ou do limão. No caso da empresa estudada, ela produz

óleo extraído do bagaço da laranja. Este produto pode ser utilizado pelas empresas de móveis, alimentos e cosméticos.

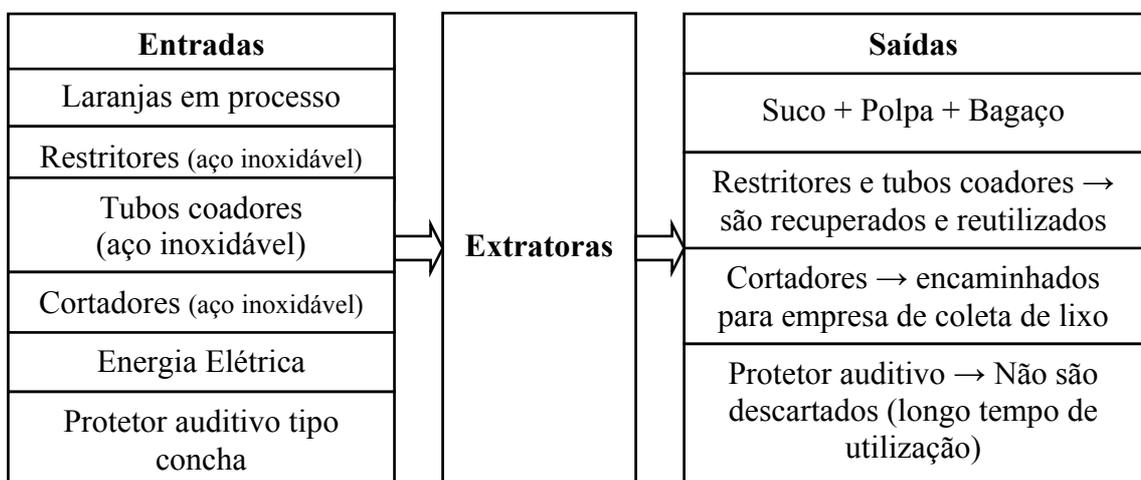
### Levantamento dos aspectos ambientais

As etapas de produção do suco de laranja integral são: lavagem das laranjas in natura, extração, turbo filtragem, pasteurização e envase. Após a pasteurização, os sucos concentrados ainda passarão pelas etapas de blender e evaporação da água e, finalmente, serão envasados.

O levantamento dos aspectos ambientais em cada etapa de produção do suco de laranja está descrito nas Figuras, a seguir.



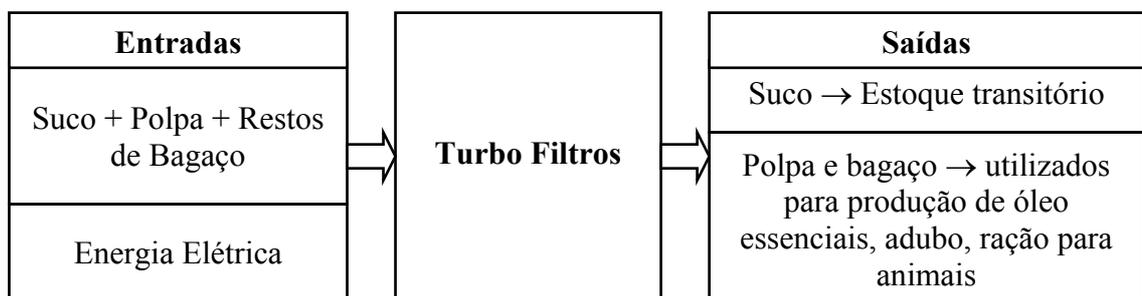
**FIGURA 4.1: Entradas e saídas da operação de lavagem.**



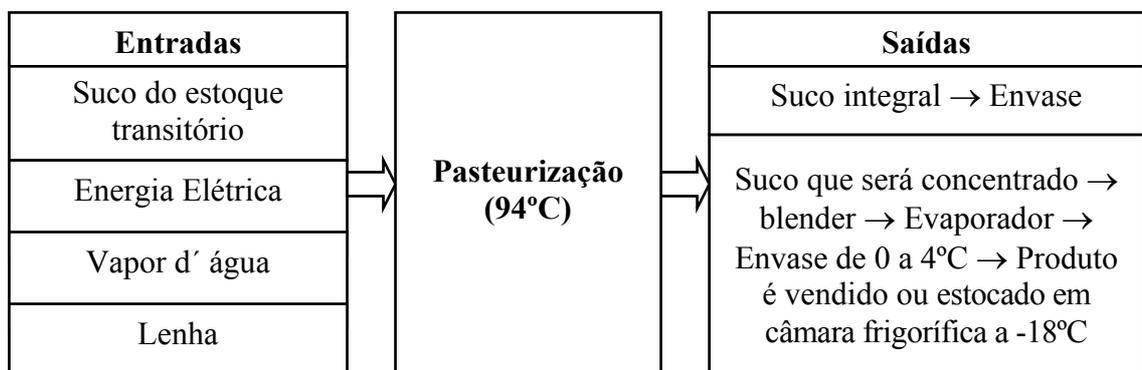
**FIGURA 4.2: Entradas e saídas da operação de extração do suco.**

O setor de extração é composto por seis prensas com capacidade unitária para espremer 500 laranjas por minuto. Como para se produzir 1 litro de suco de laranja é necessário de oito a dez laranjas, calcula-se que a empresa estudada tem capacidade para a produção de 333,3 litros de suco de laranja por minuto. Atualmente, esta empresa tem processado 350 toneladas de laranja por dia.

Em seguida, nas Figuras 4.3 e 4.4 estão descritas as entradas e saídas das operações de filtragem e pasteurização do suco.



**FIGURA 4.3: Entradas e saídas da operação filtragem.**



**FIGURA 4.4: Entradas e saídas da operação de pasteurização.**

O processo de pasteurização consiste em trocas térmicas entre vapor d'água com o suco. O vapor d'água é gerado por caldeiras. Os fornecedores de lenha, utilizada na caldeira, devem possuir cadastro no IBAMA e Certificado de Atividade Potencialmente Poluidora – CAPP. Por outro lado, a empresa estudada também necessita ter um cadastro no IBAMA de consumidora de lenha. As cinzas da caldeira são encaminhadas para aplicação agrícola.

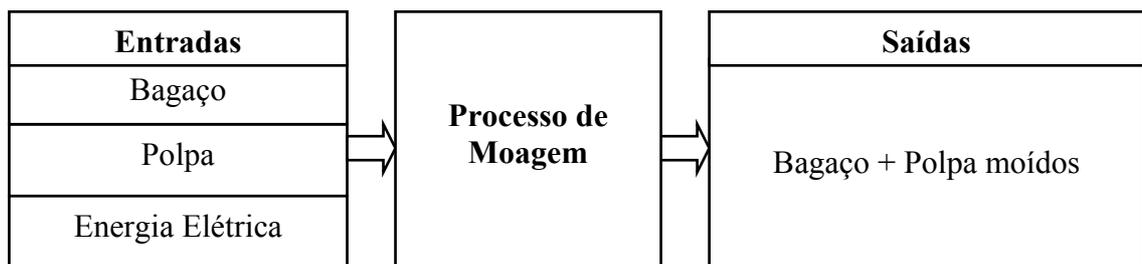
A etapa de blender consiste no ajuste, através da adição de suco, das características do suco concentrado. Estas características são:

- Brix: quantidade de sólidos presentes no suco (quantidade da fruta);
- Acidez;

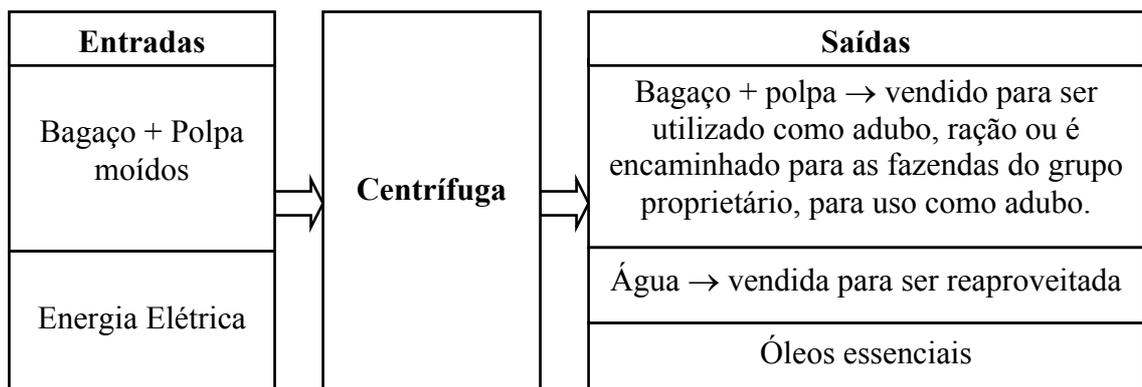
- Ratio: relação entre o Brix e a Acidez.

A água evaporada resultante da fabricação do suco concentrado é reaproveitada para a lavagem das laranjas in natura.

O levantamento dos aspectos ambientais das etapas de produção dos óleos essenciais está descrito nas Figuras 4.5 e 4.6.

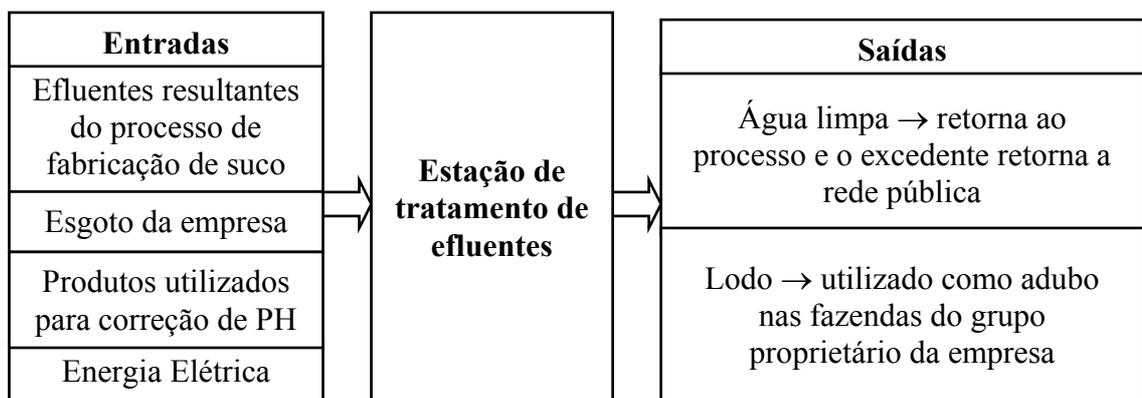


**FIGURA 4.5: Entradas e saídas da operação de moagem.**



**FIGURA 4.6: Entradas e saídas da operação de centrífuga.**

Por outro lado, as entradas e saídas da estação de tratamento de efluentes estão descritas na Figura 4.7:



**FIGURA 4.7: Entradas e saídas da estação de tratamento de efluentes.**

## Aplicação do método FMEA

**QUADRO 4.1: FMEA na empresa alimentícia.**

Descrição das Saídas - Função	Tipo de Impacto Ambiental	Efeito do Impacto Ambiental	Causa do Impacto Ambiental	Controles Atuais	S	O	D	A	R	Controles Ambientais - Ações recomendadas
Consumo de energia elétrica	Real	Utilização de recursos naturais	A energia elétrica é utilizada na operação dos equipamentos	-	2	3	2	3	36	Na compra de novos equipamentos, preferir os que consomem menos energia elétrica. Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de energia elétrica.
Consumo de água	Real	Utilização de recursos naturais	A água é utilizada no processo	A água é encaminhada para a estação de tratamento de efluentes e retorna ao processo. Somente o excedente retorna a rede pública	2	3	2	2	24	Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de água.
Lenha utiliza na caldeira	Real	Utilização dos recursos naturais	A lenha é utilizada para alimentar a caldeira	A empresa estudada compra lenha de empresas cadastradas no IBAMA e também possui cadastro no IBAMA para utilizar lenha	2	3	1	3	18	Investimento em pesquisa para substituir a lenha por outra fonte de energia ecologicamente correta
Embalagens de matéria-prima, insumos – embalagens de papelão ou plásticos	Real	Contaminação do solo	Uso de embalagens não retornáveis – Estas embalagens são encaminhadas para a empresa de coleta de lixo	-	2	3	1	3	18	As embalagens devem ser encaminhadas para a reciclagem
Óleo Mineral – Utilizados como lubrificante	Real	Contaminação do solo	O óleo é descartado do solo da organização	-	3	2	1	2	12	De acordo com a legislação, todo o óleo já utilizado deve ser destinado para o rerrefino em empresa cadastrada na Agência Nacional de Petróleo

**QUADRO 4.1: FMEA na empresa alimentícia (cont.).**

Descrição das Saídas - Função	Tipo de Impacto Ambiental	Efeito do Impacto Ambiental	Causa do Impacto Ambiental	Controles Atuais	S	O	D	A	R	Controles Ambientais - Ações recomendadas
Cortadores das extratoras - peças de aço inox	Real	Contaminação do solo	Estas peças são encaminhadas para empresa de coleta de lixo	Durante a limpeza diária, os cortadores são verificados. Geralmente, a frequência de troca é mensal.	2	2	1	3	12	Os cortadores devem ser encaminhados para a reciclagem
Sujeira do chão da fábrica (folhas, laranjas, etc)	Real	Contaminação do solo	A sujeira da fábrica é encaminhada para empresa de coleta de lixo	-	1	3	1	3	9	Implementação de coleta seletiva de lixo e reaproveitamento do lixo orgânico para adubo
Fumaça das caldeiras	Potencial	Contaminação do ar	-	“Eliminador de fuligem” - evita que as partes sólidas sejam descartadas para o ar. Posteriormente, estas são utilizadas como adubo	2	1	2	2	8	-
Vazamento de óleo lubrificante da embalagem	Potencial	Contaminação do solo ou da Água	Embalagem danificada	-	3	1	1	2	6	Instalação de uma barreira de contenção na área
Tubos coadores das extratoras – peças de aço inoxidável	Potencial	Contaminação do solo	-	Retífica dos tubos para reutilizá-los. Após a vida útil, estas peças são encaminhadas para reciclagem	2	1	1	3	6	-
Restritores das extratoras - peças de aço inoxidável	Potencial	Contaminação do solo	-	Retífica dos restritores para reutilizá-los. Após a vida útil, estas peças são encaminhadas para reciclagem	2	1	1	3	6	-
Lodo da estação de tratamento de efluentes	Potencial	Contaminação do solo	-	É utilizado como adubo ou esterco nas fazendas de laranja do proprietário da empresa. O lodo não contém metais pesados	2	1	1	2	4	-

**QUADRO 4.1: FMEA na empresa alimentícia (cont.).**

<b>Descrição das Saídas - Função</b>	<b>Tipo de Impacto Ambiental</b>	<b>Efeito do Impacto Ambiental</b>	<b>Causa do Impacto Ambiental</b>	<b>Controles Atuais</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>D</b>	<b>A</b>	<b>R</b>	<b>Controles Ambientais - Ações recomendadas</b>
Bagaço + polpa	Potencial	Contaminação do solo	-	Encaminhados para a produção de pectina cítrica ou ração animal	1	1	1	3	3	-
Laranjas inadequadas para fabricação do suco	Potencial	Contaminação do solo	-	Inspeção visual e análises físico-químicas. As amostras destas análises são encaminhadas para a estação de tratamento de efluentes. As laranjas inadequadas são encaminhadas para a produção de pectina cítrica	1	1	1	3	3	-

### **Considerações relacionadas com a empresa alimentícia**

Analisando o FMEA, recomenda-se que esta organização trabalhe no sentido de reduzir do consumo de energia elétrica, água e lenha.

Outro impacto ambiental relevante desta empresa é o descarte do óleo no solo. De acordo com a legislação, os óleos devem ser encaminhados para o rerrefino em uma empresa cadastrada na Agência Nacional de Petróleo.

Também é aconselhável que esta organização implemente a coleta seletiva das embalagens de matéria-prima, dos componentes desgastados das máquinas e dos resíduos em geral.

Em relação ao o lixo do chão da fábrica (folhas, laranjas, etc), este poderia ser reaproveitado como adubo ao invés de serem encaminhados para empresa de coleta de lixo.

## **4.2 Empresa do Setor Têxtil**

### **Características gerais**

A empresa do setor têxtil iniciou sua produção em São Carlos no final da década de 50. Desde esta época, esta empresa vem atuando no segmento de tinturaria, fornecendo o serviço de tingimento de tecidos de algodão e poliéster para várias confecções. Atualmente, esta empresa processa cerca de 100 toneladas de tecido por mês e conta com trinta e dois colaboradores.

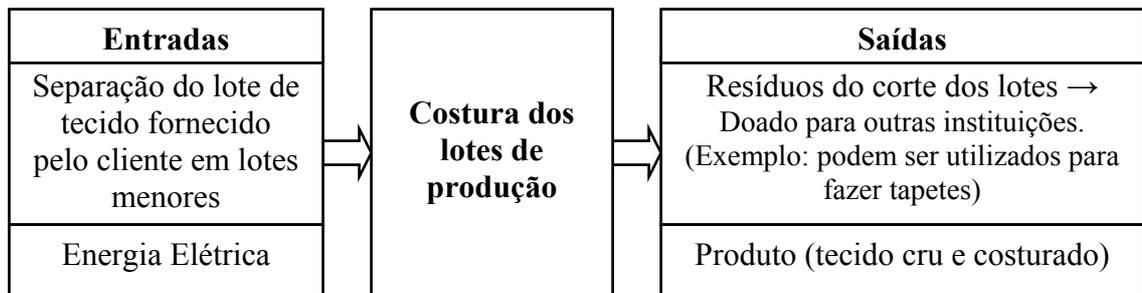
O desenvolvimento de um novo processo de tingimento se inicia quando o cliente envia uma amostra de tecido tingido. Posteriormente, o laboratório da empresa estudada elabora uma “receita” para atingir a coloração desejada e realiza os testes. Após a aprovação do cliente, esta receita é dimensionada para a escala de produção e os grandes lotes de tecido já podem ser processados.

Esta empresa também possui catálogos com amostras de tecidos tingidos. Desta forma, os clientes também podem optar por colorações já desenvolvidas pela organização.

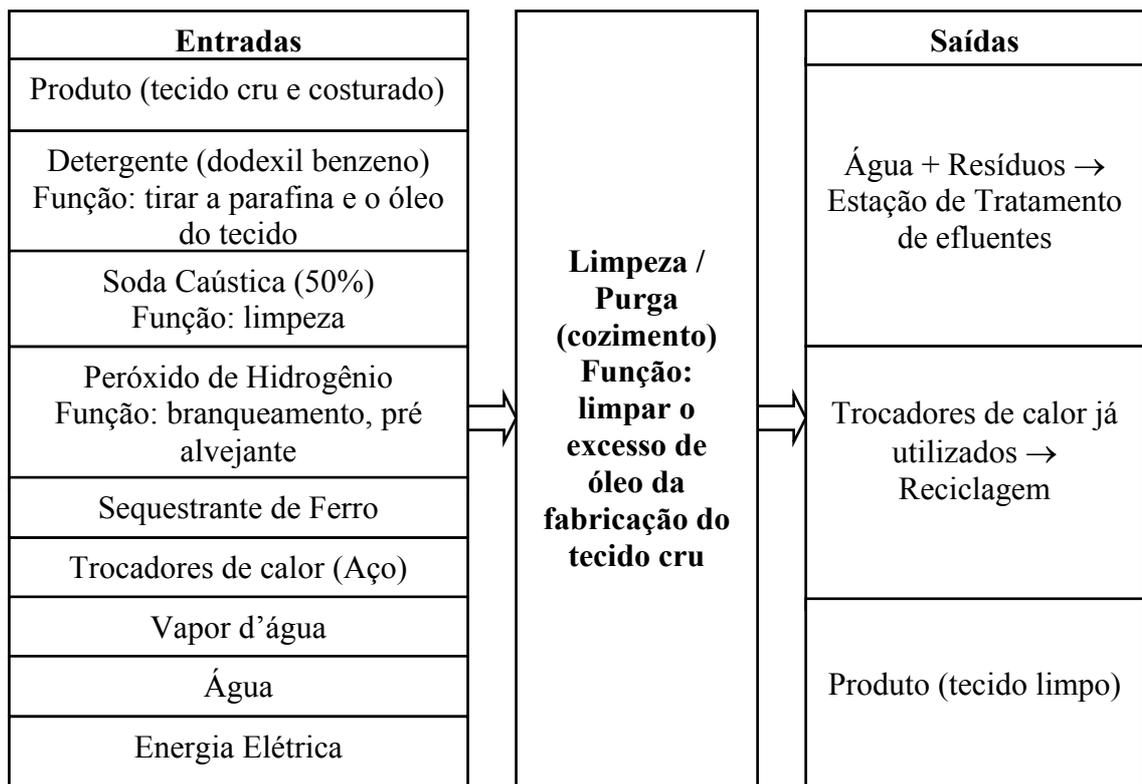
### **Levantamento dos aspectos ambientais**

As etapas do processo de tingimento são: costura dos lotes de produção, limpeza e purga, tingimento, endireitamento do tecido na máquina hidroestratora, e,

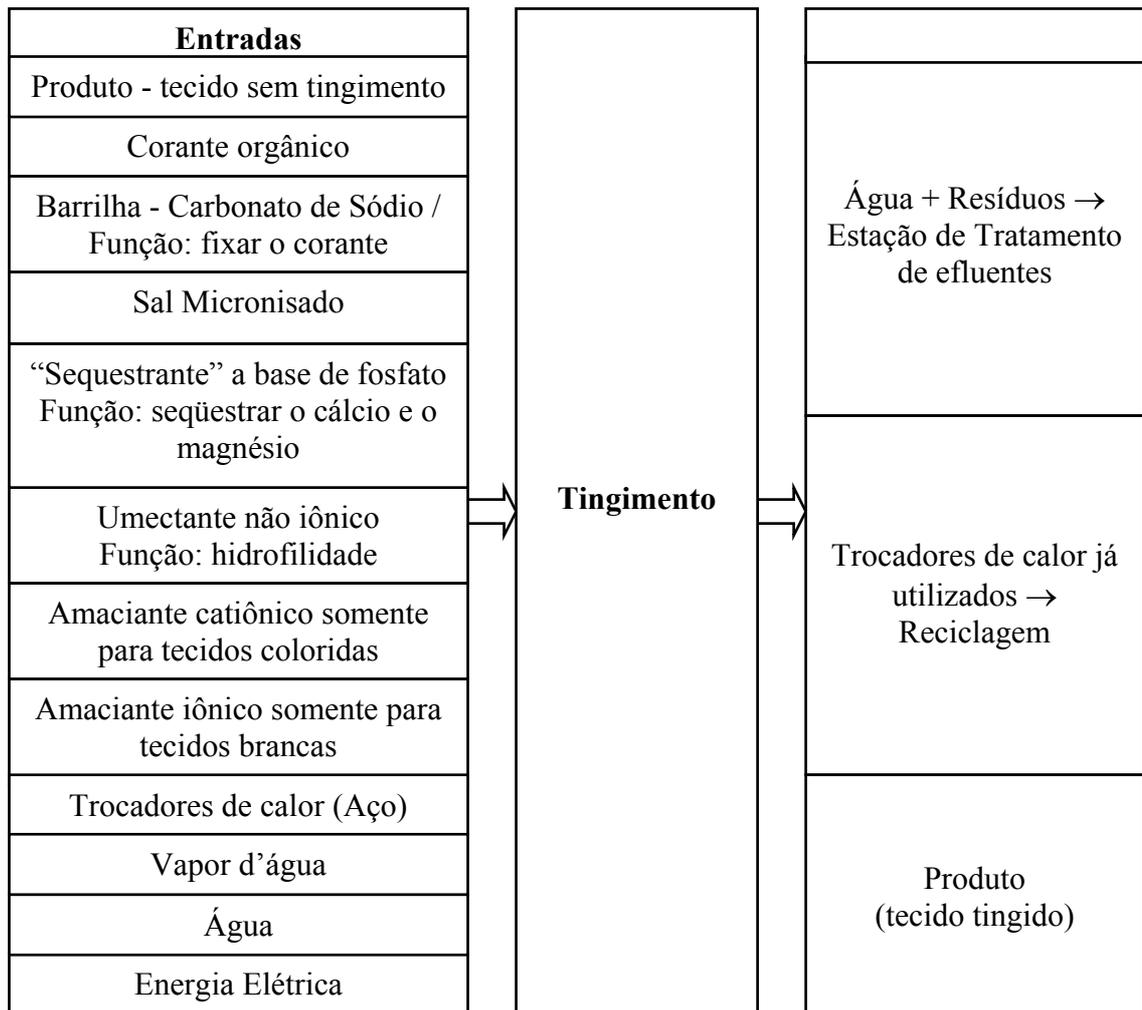
finalmente, as etapas de secagem e compactação do tecido. O levantamento dos aspectos ambientais em cada etapa do processo de tingimento dos tecidos está descrito nas Figuras a seguir.



**FIGURA 4.8: Entradas e saídas da operação de costura.**



**FIGURA 4.9: Entradas e saídas da operação de limpeza.**



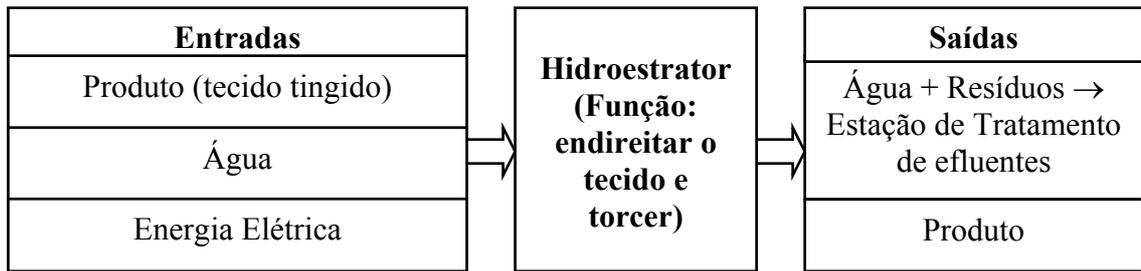
**FIGURA 4.10: Entradas e saídas da operação de tingimento.**

As operações de limpeza, purga e tingimento são realizadas na mesma máquina.

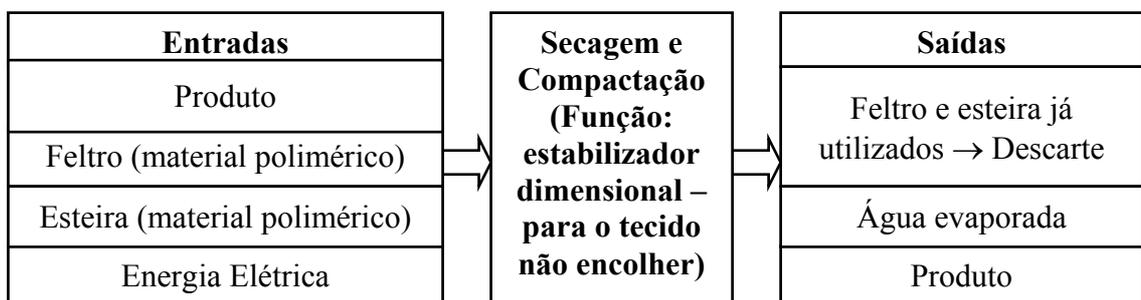
A água para o processo de tingimento é captada da rede pública de abastecimento e de um poço artesiano. A empresa estudada possui licença da CETESB para a extração da água do poço artesiano, a vazão deste é de 30 m<sup>3</sup>/h.

Os vapores d’água são aquecidos através de uma caldeira. Esta é alimentada por óleo adquirido das empresas Petrobrás ou Ipiranga. Para evitar que as fuligens resultantes da queima do óleo sejam emitidas para o ar, são lançados jatos de água sobre os gases e as fuligens da caldeira. A mistura das fuligens com a água é encaminhada para a estação de tratamento de efluentes.

Em seguida, tem-se a descrição das entradas e saídas das operações de endireitamento e secagem dos tecidos.

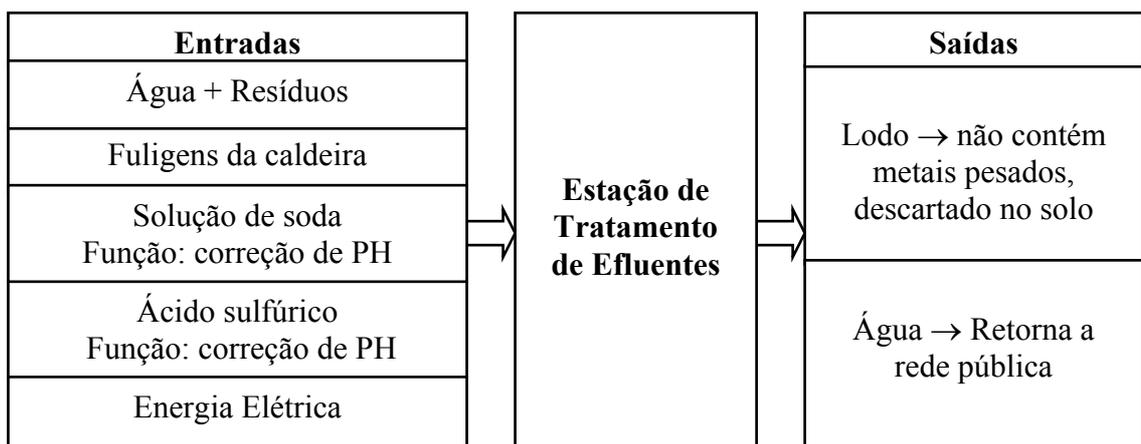


**FIGURA 4.11: Entradas e saídas da operação de torcer o tecido.**



**FIGURA 4.12: Entradas e saídas da operação de secagem.**

Por outro lado, as entradas e saídas do tratamento de efluentes estão descritas na Figura 4.13:



**FIGURA 4.13: Entradas e saídas da estação de tratamento de efluentes.**

O método utilizado para o tratamento de efluentes se baseia na coagulação dos poluentes e posterior flotação para removê-los. As variáveis da água controladas na estação de tratamento são:

- PH: deve estar entre 5 e 9;

- Temperatura: não deve exceder 40°C;
- Demanda Química por Oxigênio (DQO);
- Demanda Biológica por Oxigênio (DBO);
- Porcentagem de Ferro.

## Aplicação do método FMEA

**QUADRO 4.2: FMEA na empresa têxtil.**

Descrição das Saídas - Função	Tipo de Impacto Ambiental	Efeito do Impacto Ambiental	Causa do Impacto Ambiental	Controles Atuais	S	O	D	A	R	Controles Ambientais - Ações recomendadas
Consumo de energia elétrica	Real	Utilização de recursos naturais	A energia elétrica é utilizada na operação dos equipamentos	-	2	3	2	3	36	Na compra de novos equipamentos, preferir os que consomem menos energia elétrica. Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de energia elétrica.
Consumo de água	Real	Utilização de recursos naturais	A água é utilizada no processo	A água é encaminhada para a estação de tratamento de efluentes e não retorna ao processo	2	3	2	3	36	Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de água.
Embalagens de matéria-prima, insumos – embalagens de papelão ou plástico	Real	Contaminação do solo	Uso de embalagens não retornáveis – Estas embalagens são encaminhadas para a empresa de coleta de lixo	-	2	3	1	3	18	As embalagens devem ser encaminhadas para a reciclagem
Resíduo da queima de óleo da caldeira	Potencial	Contaminação do ar	-	Misturado com água e encaminhado para a estação de tratamento de efluentes	3	1	2	2	12	-
Lodo da estação de tratamento de efluentes	Real	Contaminação do solo	O lodo é descartado no solo. O lodo não contém metais pesados	-	2	3	1	2	12	O lodo deve ser destinado a um aterro apropriado que impeça a contaminação dos lençóis freáticos.

QUADRO 4.2: FMEA na empresa têxtil (cont.).

Descrição das Saídas - Função	Tipo de Impacto Ambiental	Efeito do Impacto Ambiental	Causa do Impacto Ambiental	Controles Atuais	S	O	D	A	R	Controles Ambientais - Ações recomendadas
Vazamento da embalagem do óleo utilizado na caldeira	Potencial	Contaminação do solo ou da Água	Embalagem danificada	-	3	1	1	2	6	Instalação de uma barreira de contenção na área
Correia do motor da bomba da máquina de tingimento – peça de material polimérico	Real	Contaminação do solo	A correia é encaminhada para empresa de coleta de lixo	-	2	1	1	3	6	A correia deve ser encaminhada para a reciclagem
Trocadores de calor da máquina de tingimento - peças de aço	Potencial	Contaminação do solo	-	Soldagem dos furos ou encaminhado para reciclagem	2	1	1	3	6	-
Feltros da máquina de secagem e compactação - peças de material polimérico	Real	Contaminação do solo	Os feltros são encaminhados para empresa de coleta de lixo	-	2	1	1	3	6	Os feltros devem ser Encaminhados para a reciclagem
Esteira da máquina de secagem e compactação - peças de material polimérico	Real	Contaminação do solo	A esteira é encaminhada para empresa de coleta de lixo	-	2	1	1	3	6	A esteira deve ser Encaminhada para a reciclagem
Resíduos do corte e costura dos tecidos	Potencial	Contaminação do solo	-	Doado para outras instituições. (Exemplo: podem ser utilizados para fazer tapetes)	1	1	1	3	3	-
Tecido rejeitado durante o processo	Potencial	Contaminação do solo	-	O produto é processado novamente. Caso o tecido não possa ser recuperado, este é doado para instituições. (Exemplo: Instituições que fazem roupas para crianças carentes)	1	1	1	3	3	-

### **Considerações relacionadas com a empresa têxtil**

Analisando o FMEA, recomenda-se que esta organização trabalhe no sentido de reduzir do consumo de energia elétrica e água.

Um dos impactos ambientais desta empresa é o descarte em lixo comum das embalagens de matérias-primas e dos insumos, da correia do motor da bomba da máquina de tingimento, dos feltros e da esteira da máquina de secagem e compactação. Porém, durante a visita foi verificado que esta empresa tinha implementado a coleta seletiva há poucos dias. Desta forma, acredita-se que estes produtos comecem a ser reciclados.

Outro impacto ambiental relevante é o descarte do lodo da estação de tratamento de efluentes no solo. Embora, este material não contenha metais pesados, recomenda-se que este seja descartado em aterro com isolamento para evitar a contaminação das águas subterrâneas.

### **4.3 Empresa do Setor de Plásticos e Borrachas**

#### **Características gerais**

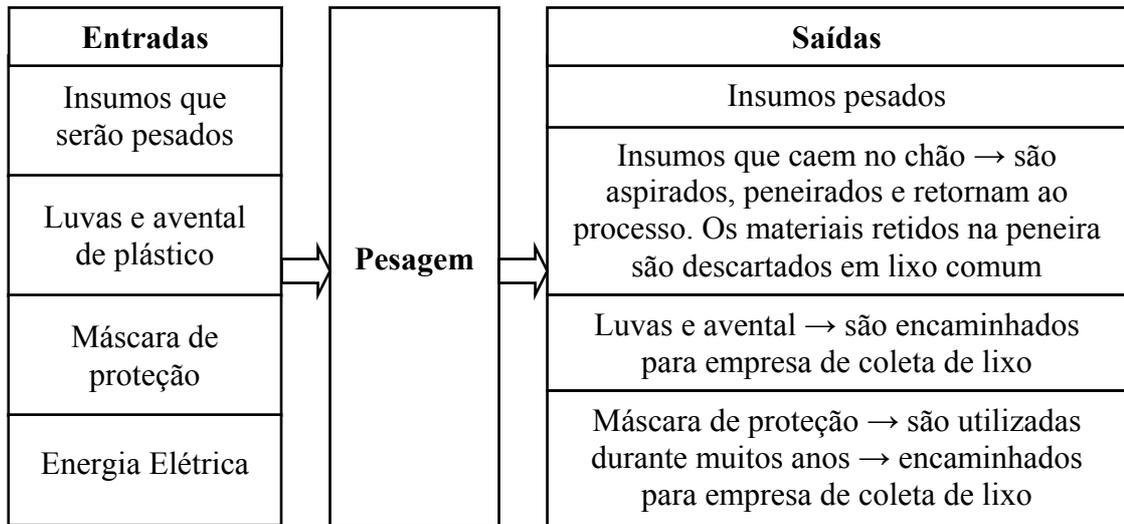
A empresa do setor de plásticos e borrachas iniciou sua produção na cidade de São Carlos em 1994. Desde então, esta empresa vem produzindo tubos e mangueiras de Policloreto de Vinila (PVC), totalizando duzentos itens diferentes. A diferença entre os itens produzidos é em termos dimensionais e de aplicação.

Atualmente, esta empresa possui trinta e seis funcionários e fabrica 200 ton/mês de tubos e mangueiras de PVC.

#### **Levantamento dos aspectos ambientais**

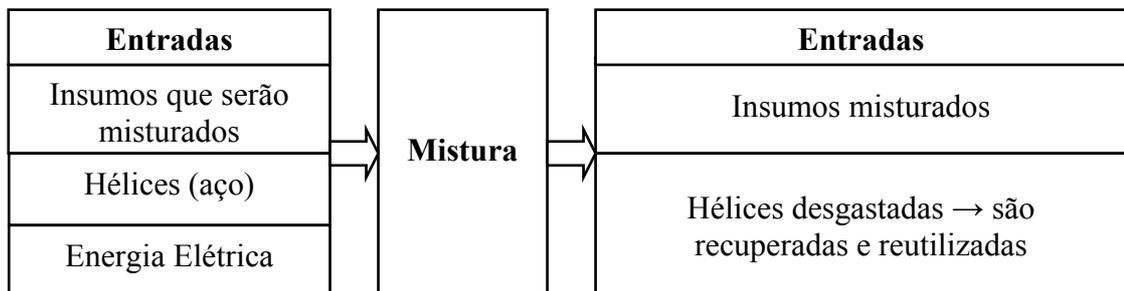
As etapas de produção dos tubos e mangueiras são: pesagem e mistura dos insumos, extrusão e acabamento das extremidades do tubo.

O levantamento dos aspectos ambientais em cada etapa de produção dos tubos e mangueiras está descrito nas Figuras a seguir.



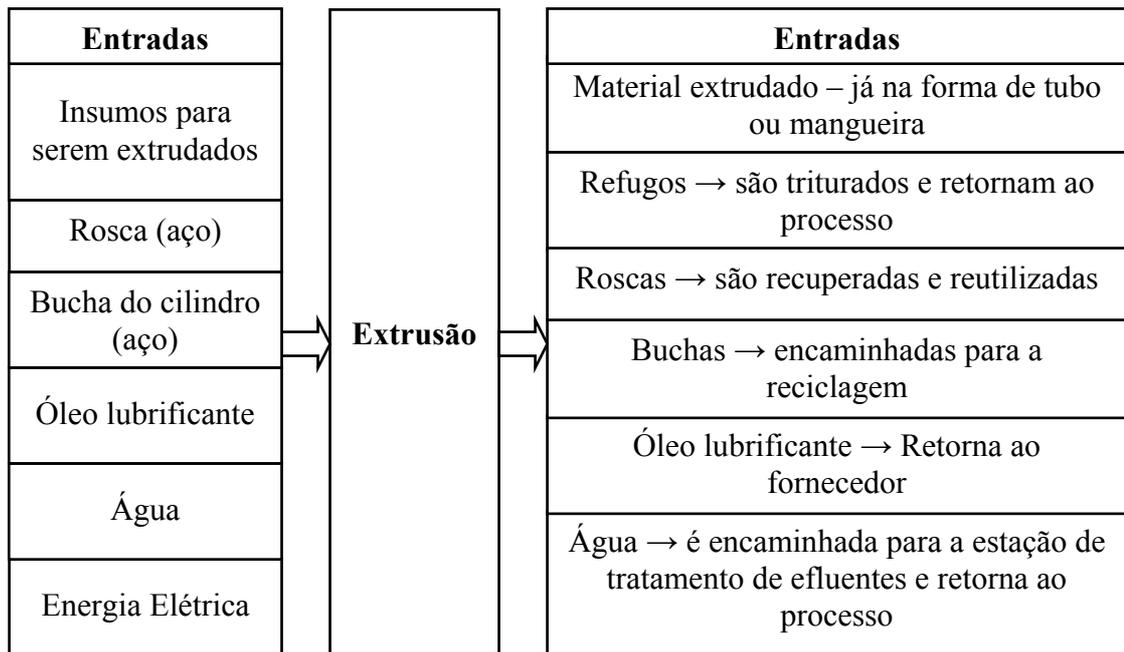
**FIGURA 4.14: Entradas e saídas da operação de pesagem.**

A manutenção, limpeza e aferição da balança são realizadas por uma empresa externa a organização estudada.



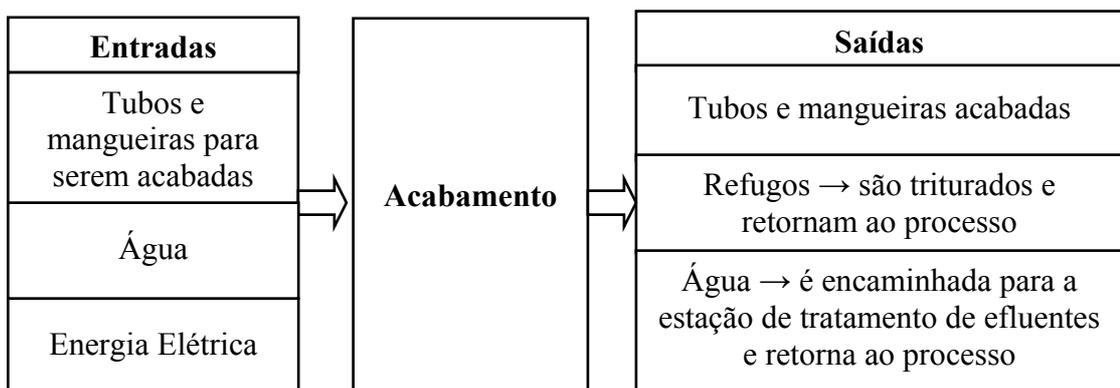
**FIGURA 4.15: Entradas e saídas da operação de mistura.**

A recuperação das hélices é realizada por uma empresa externa a organização estudada. O processo de recuperação consiste na adição de material nas partes desgastadas da hélice.



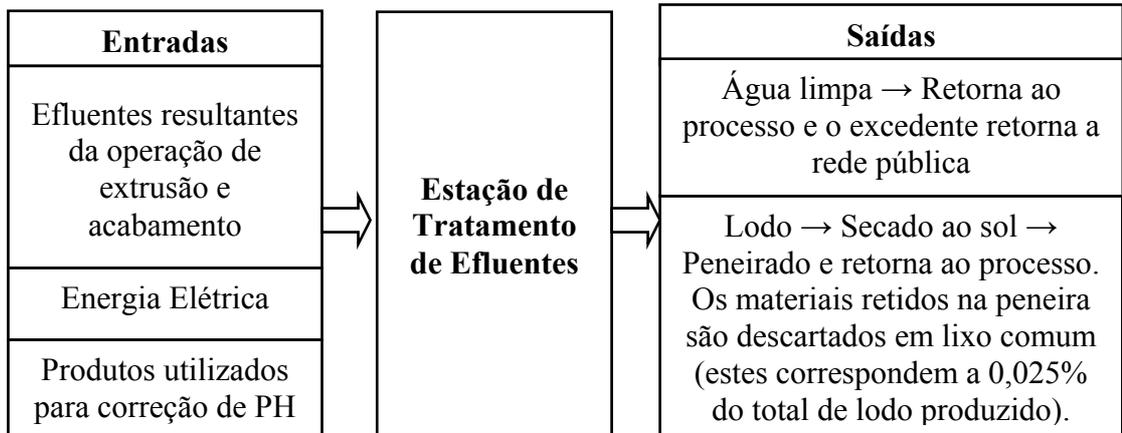
**FIGURA 4.16: Entradas e saídas da operação de extrusão.**

A recuperação da rosca da extrusora é realizada da mesma forma que a da hélice do misturador. Após dois ou três anos de utilização, as roscas são encaminhadas para a reciclagem.



**FIGURA 4.17: Entradas e saídas da operação de acabamento.**

A descrição das entradas e saídas da estação de tratamento de efluentes estão descritas na Figura 4.18.



**FIGURA 4.18: Entradas e saídas da estação de tratamento de efluentes.**

## Aplicação do método FMEA

**QUADRO 4.3: FMEA na empresa de plástico.**

Descrição das Saídas - Função	Tipo de Impacto Ambiental	Efeito do Impacto Ambiental	Causa do Impacto Ambiental	Controles Atuais	S	O	D	A	R	Controles Ambientais - Ações recomendadas
Consumo de energia elétrica	Real	Utilização de recursos naturais	A energia elétrica é utilizada na operação dos equipamentos	-	2	3	2	3	36	Na compra de novos equipamentos, preferir os que consomem menos energia elétrica. Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de energia elétrica.
Consumo de água	Real	Utilização de recursos naturais	A água é utilizada para resfriar os tubos extrudados	A água é encaminhada para uma estação de tratamento de efluentes e retorna ao processo. Somente o excedente retorna a rede pública	2	3	2	2	24	Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de água.
Lodo da estação de tratamento de efluentes	Real	Contaminação do solo	Não há utilização para este material	O lodo é secado e peneirado. O material peneirado retorna ao processo. O material retido na peneira é encaminhado para empresa de coleta de lixo	2	3	1	3	18	A empresa estudada deve se certificar que este resíduo foi destinado a um aterro sanitário
Luvas e avental de plástico utilizados na pesagem	Real	Contaminação do solo	Encaminhamento para empresa de coleta de lixo	-	2	2	1	3	12	As luvas e os aventais devem ser encaminhados para a reciclagem
Embalagem do estabilizante de sais de chumbo	Potencial	Contaminação do solo / água	-	Estas embalagens são devolvidas para o fornecedor	3	1	1	3	9	-
Óleo lubrificante utilizado na extrusora	Potencial	Contaminação do solo / água	-	O Óleo lubrificante utilizado é devolvido para o fornecedor	3	1	1	3	9	-

QUADRO 4.3: FMEA na empresa de plástico (cont.).

<b>Descrição das Saídas - Função</b>	<b>Tipo de Impacto Ambiental</b>	<b>Efeito do Impacto Ambiental</b>	<b>Causa do Impacto Ambiental</b>	<b>Controles Atuais</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>D</b>	<b>A</b>	<b>R</b>	<b>Controles Ambientais - Ações recomendadas</b>
Rosca e Bucha da extrusora – peças de aço	Potencial	Contaminação do solo	-	Estas peças são encaminhadas para a reciclagem	2	1	1	3	6	-
Refugo da extrusora	Potencial	Contaminação do solo	-	Este material é triturado e retorna ao processo	2	1	1	2	4	-
Embalagens de matéria-prima, insumos – embalagens de papel ou papelão	Potencial	Contaminação do solo	-	Estas embalagens são encaminhadas para a reciclagem	1	1	1	3	3	-

### **Considerações relacionadas com a empresa de plásticos**

As atividades da empresa do setor de plásticos estudada não acarretam em impactos ambientais significativos.

A água utilizada durante o processo de fabricação de tubos e mangueiras é tratada e reutilizada. O proprietário desta empresa comentou que sem o tratamento e a reutilização da água, esta atividade seria inviável economicamente.

Entre as organizações estudadas que utilizam óleo lubrificante ou refrigerante, esta empresa é a única que retorna ao fornecedor o óleo lubrificante já utilizado.

A única recomendação a ser feita é a determinação de locais específicos para a realização da coleta seletiva, a fim de que todos os rejeitos sejam encaminhados para a reciclagem.

## **4.4 Empresa de Kit para Diagnóstico**

### **Características gerais**

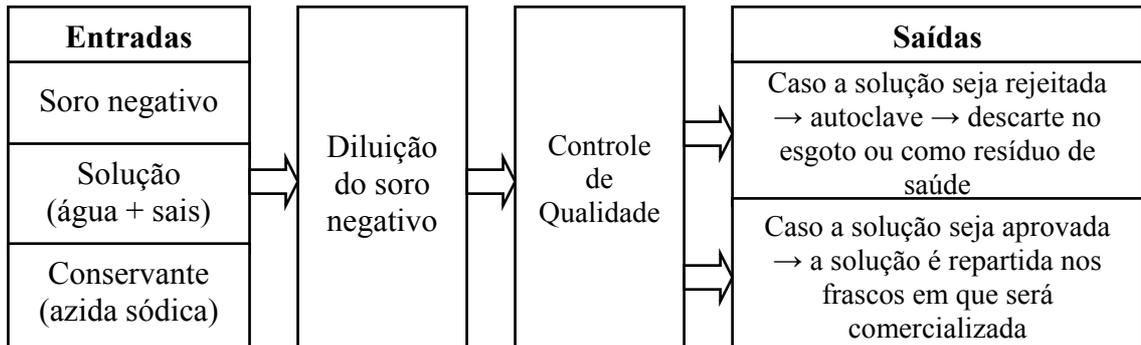
Esta empresa fabrica kits para diagnóstico em exames laboratoriais de determinados tipos de doenças. Esta empresa foi fundada na cidade de São Carlos em 1991 e conta com vinte e dois funcionários atualmente.

O kit diagnóstico escolhido para aplicação da sistemática foi o kit Látex de fator reumatóide (utilizado para diagnosticar doença reumatóide). Este kit possui os seguintes componentes:

- Um frasco de soro positivo (soro contaminado com a doença reumatóide que apenas servirá de padrão durante a execução do exame diagnóstico);
- Um frasco de soro negativo (soro que não está contaminado com a doença reumatóide e também apenas servirá de padrão durante a execução do exame diagnóstico);
- Um frasco de antígeno (este será adicionado ao soro do paciente para a realização do exame diagnóstico);
- Varetas;
- Placas;
- Bula.

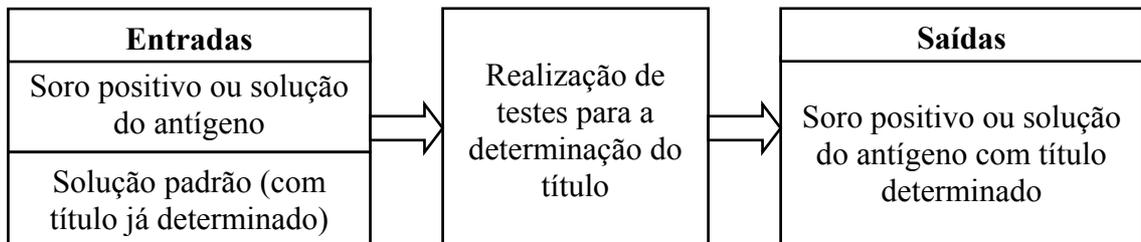
### Levantamento dos aspectos ambientais

As etapas para a fabricação do soro negativo são: a diluição do soro negativo, o controle de qualidade e a repartição da solução diluída nos frascos em que serão comercializados.

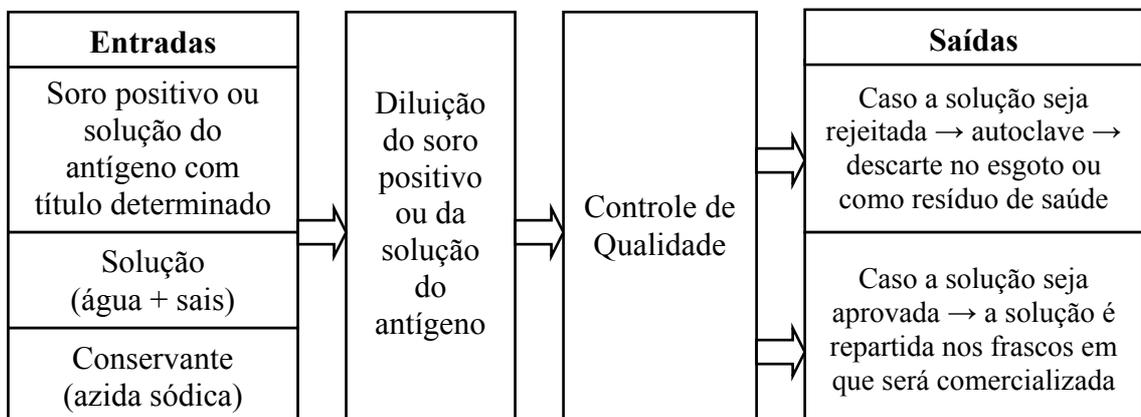


**FIGURA 4.19: Entradas e saídas da fabricação do soro negativo.**

As etapas para a fabricação do soro positivo e do antígeno são: a determinação do título do soro positivo ou da solução do antígeno, a diluição do soro positivo ou da solução do antígeno, o controle de qualidade e a repartição da solução diluída nos frascos em que serão comercializados.



**FIGURA 4.20: Entradas e saídas dos testes de titulação.**



**FIGURA 4.21: Entradas e saídas da fabricação do soro positivo e do antígeno.**

## Aplicação do método FMEA

**QUADRO 4.4: FMEA na empresa de kit para diagnóstico.**

Descrição das Saídas - Função	Tipo de Impacto Ambiental	Efeito do Impacto Ambiental	Causa do Impacto Ambiental	Controles Atuais	S	O	D	A	R	Controles Ambientais - Ações recomendadas
Consumo de energia elétrica (Equipamentos: autoclave, centrífuga, peagâmetro e pipeta automática)	Real	Utilização de recursos naturais	A energia elétrica é utilizada na operação dos equipamentos:	-	2	3	2	3	36	Na compra de novos equipamentos, preferir os que consomem menos energia elétrica. Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de energia elétrica.
Consumo de Água	Real	Utilização de recursos naturais	A água é utilizada na preparação das soluções	-	2	3	2	3	36	Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de água
Embalagens dos insumos: Fracos – caixa de plástico, Tampas dos frascos – sacos plásticos, Varetas – sacos plásticos, Placas – sacos plásticos individuais e caixa de papelão, Bulas – embaladas em sacos plásticos Ninho de espuma ou EVA (suporte da embalagem final do kit) – sacos plásticos.	Real	Contaminação do solo	Ora estas embalagens são encaminhadas para a reciclagem, ora elas são encaminhadas para a empresa de coleta de lixo	-	2	3	1	3	18	Encaminhar todas as embalagens para a reciclagem
Equipamentos de proteção individual: luvas, óculos, touca, máscara	Potencial	Contaminação do solo	-	Estes equipamentos são descartados como resíduos de saúde	3	1	1	3	9	-

QUADRO 4.4: FMEA na empresa de kit para diagnóstico (cont.).

Descrição das Saídas - Função	Tipo de Impacto Ambiental	Efeito do Impacto Ambiental	Causa do Impacto Ambiental	Controles Atuais	S	O	D	A	R	Controles Ambientais - Ações recomendadas
Embalagens do insumo: Antígeno – garrafas plásticas ou de vidro	Potencial	Contaminação do solo	-	Estas garrafas passam pelo processo de autoclave e são descartadas como resíduos de saúde	3	1	1	3	9	-
Queda e rompimento da garrafa plástica que contém o antígeno	Potencial	Contaminação do solo ou da Água	Acidente durante o processo de fabricação do kit	Descontaminação do local com hipoclorito e descarte destas embalagens como resíduo de saúde	3	1	1	3	9	-
Rejeitos dos testes de controle de qualidade dos kits	Potencial	Contaminação da água	-	Estes rejeitos são descontaminados com hipoclorito e descartados no esgoto	3	1	1	3	9	-
Kits com prazo de validade vencido	Potencial	Contaminação do solo e da água	Kits que foram fabricados, porém não foram vendidos	O kit é inserido em uma autoclave para descontaminação, posteriormente é descartado como resíduo de saúde	3	1	1	3	9	-
Equipamentos de proteção individual: jaleco de manga longa	Potencial	Contaminação do solo e da água	-	Os jalecos são lavados na própria produção	3	1	1	1	3	-

### **Considerações relacionadas com a empresa de kit para diagnóstico**

Para esta empresa, recomenda-se que as embalagens dos insumos sejam encaminhadas para a reciclagem, exceto as garrafas plásticas que contêm os antígenos patogênicos.

Todos os materiais que possam conter algum foco de contaminação à sociedade passam pelo processo de autoclavação para descontaminação e, posteriormente, são descartados como resíduos de saúde. A coleta do resíduo de saúde é realizada por uma empresa cadastrada na prefeitura para evitar que os resíduos não tenham uma destinação incorreta.

Esta empresa estudada salientou que realiza o processo e autoclavação dos materiais antes de descartá-los como uma medida preventiva. Esta organização possui um contrato com a empresa de coleta de resíduo de saúde e realiza auditorias nesta empresa regularmente.

## **4.5 Empresa Marmoraria**

### **Características gerais**

A marmoraria iniciou suas atividades na cidade de São Carlos no ano de 1973 e possui 25 funcionários. Atualmente, esta marmoraria utiliza pedras de mármore e granito na produção de pias, lavatórios, soleiras, escadas, mesas, jazidos, pisos e revestimentos em geral.

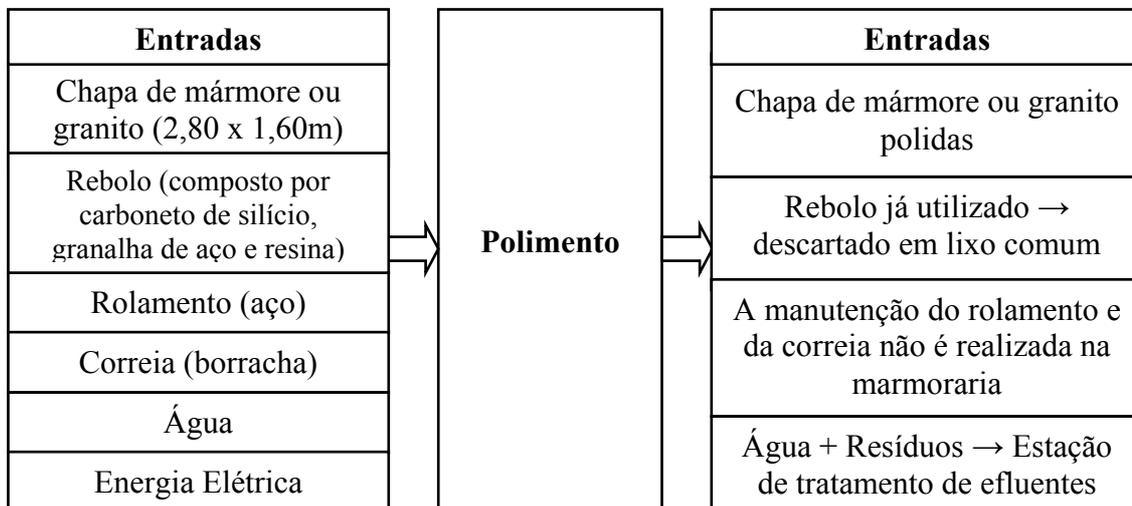
### **Levantamento dos aspectos ambientais**

As etapas de produção desta empresa são: polimento da chapa de mármore ou granito (quando esta não é adquirida polida), corte da chapa e acabamento final.

Atualmente, cerca de 10% a 15% das chapas de mármore ou granito adquiridas pela marmoraria não são polidas, desta forma, necessitam passar pela etapa de polimento na empresa estudada.

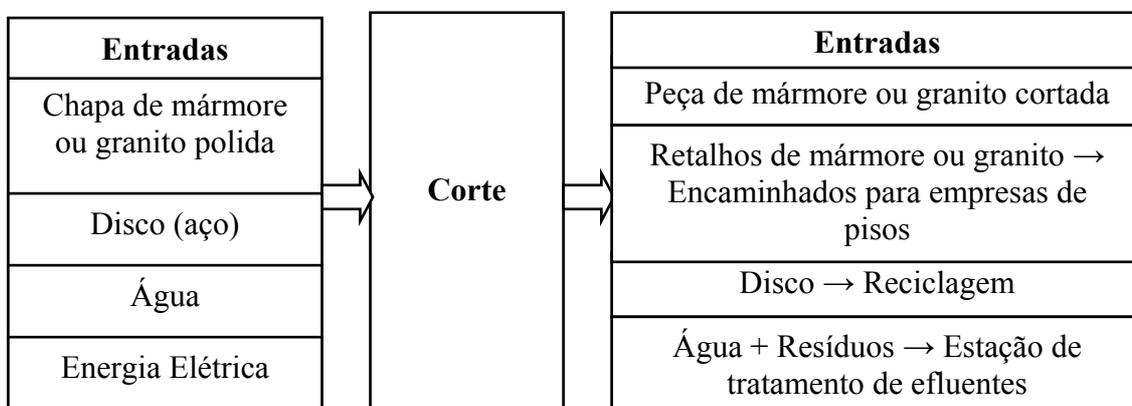
O corte da chapa de mármore ou granito é realizado de acordo com as medidas do produto solicitado pelo cliente. Já a etapa de acabamento final consiste no lixamento das extremidades das pias, lavatórios, soleiras, etc.

A seguir, tem-se o levantamento dos aspectos ambientais das etapas de marmoraria.

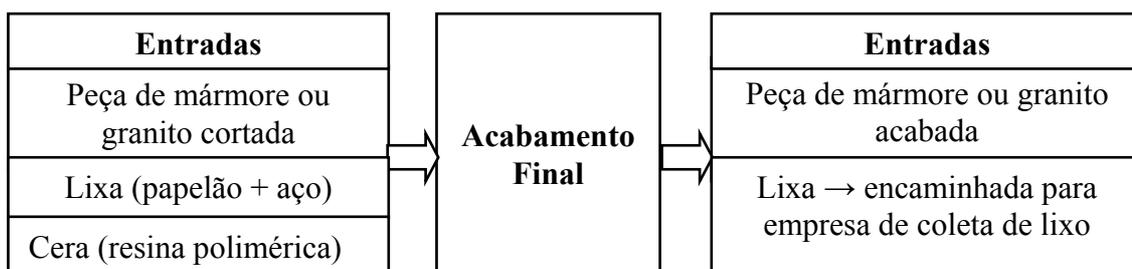


**FIGURA 4.22: Entradas e saídas da operação de polimento.**

Como a manutenção da máquina de lixamento é realizada por uma empresa externa a organização estudada. O processo de recuperação consiste na adição de material nas partes desgastadas da hélice.

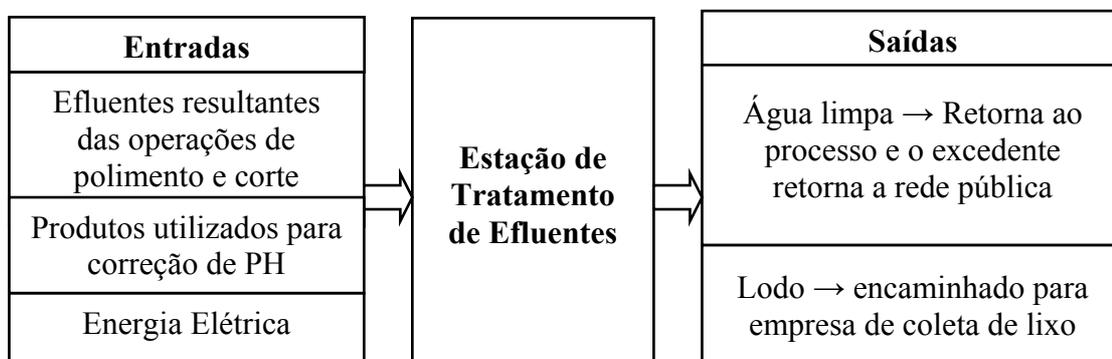


**FIGURA 4.23: Entradas e saídas da operação de corte.**



**FIGURA 4.24: Entradas e saídas da operação de acabamento final.**

A descrição das entradas e saídas da estação de tratamento de efluentes estão descritas na Figura 4.25.



**FIGURA 4.25: Entradas e saídas da estação de tratamento de efluentes.**

## Aplicação do método FMEA

**QUADRO 4.5: FMEA da marmoraria.**

Descrição das Saídas - Função	Tipo de Impacto Ambiental	Efeito do Impacto Ambiental	Causa do Impacto Ambiental	Controles Atuais	S	O	D	A	R	Controles Ambientais - Ações recomendadas
Consumo de energia elétrica	Real	Utilização de recursos naturais	A energia elétrica é utilizada na operação dos equipamentos	-	2	3	2	3	36	Na compra de novos equipamentos, preferir os que consomem menos energia elétrica. Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de energia elétrica.
Consumo de água	Real	Utilização de recursos naturais	A água é utilizada no polimento e corte das chapas	A água é encaminhada para uma estação de tratamento de efluentes e retorna ao processo	2	3	2	2	24	Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de água.
Embalagens de insumos – embalagens de papelão ou plástico	Real	Contaminação do solo	Uso de embalagens não retornáveis – Estas embalagens são encaminhadas para a empresa de coleta de lixo	-	2	3	1	3	18	As embalagens devem ser encaminhadas para a reciclagem
Lodo da estação de tratamento de efluentes	Real	Contaminação do solo	Não há utilização para este material	O lodo é encaminhado para empresa de coleta de lixo	2	3	1	3	18	A empresa estudada deve se certificar que este resíduo foi destinado a um aterro sanitário
Lixa utilizada no acabamento final	Real	Contaminação do solo	A lixa não é reciclável	A lixa é encaminhada para empresa de coleta de lixo	2	2	1	3	12	-

QUADRO 4.5: FMEA da marmoraria (cont).

Descrição das Saídas - Função	Tipo de Impacto Ambiental	Efeito do Impacto Ambiental	Causa do Impacto Ambiental	Controles Atuais	S	O	D	A	R	Controles Ambientais - Ações recomendadas
Rebolo da máquina de polimento – peça de material misto	Real	Contaminação do solo	O rebolo não é reciclável	O rebolo é encaminhado para empresa de coleta de lixo	2	1	1	3	6	A empresa estudada deve se certificar que este resíduo foi destinado a um aterro sanitário de classe II
Rolamento da máquina de corte – peça de aço	Real	Contaminação do solo	A manutenção desta máquina é externa e a empresa estudada não tem conhecimento do destino final desta peça	-	2	1	1	3	6	A empresa estudada deve solicitar a empresa prestadora do serviço de manutenção a devolução dos rolamentos inadequados para uso e encaminhá-los para a reciclagem
Disco da máquina de corte – peça de aço	Potencial	Contaminação do solo	-	Encaminhamento desta peça para a reciclagem	2	1	1	3	6	-
Correia da máquina de corte – peça de borracha	Real	Contaminação do solo	A manutenção desta máquina é externa e a empresa estudada não tem conhecimento do destino final desta peça	-	2	1	1	3	6	A empresa estudada deve solicitar a empresa prestadora do serviço de manutenção a devolução dos rolamentos inadequados para uso e encaminhá-los para a reciclagem

### **Considerações relacionadas com a marmoraria**

Analisando o FMEA, recomenda-se que esta organização trabalhe no sentido de reduzir do consumo de energia elétrica e água.

Esta empresa não tem conhecimento do destino das peças trocadas durante a manutenção externa. Desta forma, recomenda-se que a empresa estudada exija do fornecedor a devolução das peças trocadas ou algum tipo de garantia que estas peças sejam encaminhadas para a reciclagem. Também, é extremamente importante que esta empresa implemente a coleta seletiva para evitar que materiais que possam ser reciclados sejam encaminhados aos aterros sanitários.

A marmoraria também contrata o serviço de caçamba para a remoção dos seus resíduos. Porém esta empresa tem conhecimento da necessidade do cadastro na prefeitura da empresa que realizará o serviço de caçamba.

## **4.6 Análise Conjunta das Empresas Estudadas**

### **4.6.1 Análise dos impactos ambientais das empresas estudadas**

O impacto ambiental que se repetiu em mais de uma organização foi a destinação inadequada dos óleos lubrificantes já utilizados. Em anexo, tem-se uma síntese sobre os aspectos legais relacionados com a destinação final destes óleos.

### **4.6.2 Análise das empresas em relação às questões desta pesquisa**

Neste item são apresentadas as respostas encontradas para os questionamentos desta dissertação.

**QUESTÃO 1:** Quais são os aspectos da legislação brasileira federal e estadual em relação aos licenciamentos ambientais e como as pequenas empresas se mantêm atualizadas sobre as alterações na legislação ambiental?

Em relação à legislação brasileira foram escritos os seguintes anexos: “Aspectos legais relacionados ao licenciamento ambiental de empreendimentos” e “Aspectos legais relacionados ao descarte de óleo lubrificante”.

Além disso, as empresas foram questionadas quanto ao cumprimento dos requisitos legais. Todas as empresas pesquisadas responderam que possuem licença da

CETESB para operar e que seguem as recomendações deste órgão. Por exemplo, rotineiramente, a CETESB coleta amostras da estação de tratamento de efluentes da empresa têxtil para análise, porém durante esta visita o órgão governamental também orienta a organização sobre as mudanças na legislação. Nenhuma das empresas pesquisadas citou que consultam advogados ou a Internet para buscar informações sobre as mudanças da legislação ambiental. Todas as empresas pesquisadas citaram que a CETESB tanto fiscaliza como a orienta a organização.

**QUESTÃO 3:** Quais são as dificuldades enfrentadas pelas pequenas empresas estudadas para a implementação do sistema ambiental?

Nenhuma destas empresas pesquisadas possui certificação NBR ISO 14001: 1996, nem planos para obtê-la. Estas empresas foram questionadas quanto às dificuldades para a implementação do sistema de gestão ambiental e responderam que a principal dificuldade é a financeira, seguida pelo comprometimento da alta administração e, finalmente, a implementação do sistema de gestão ambiental não faz parte da estratégia da empresa.

**QUESTÃO 4:** As pequenas empresas se preocupam em adquirir matérias-primas ou insumos de fornecedores que possuem um Sistema de Gestão Ambiental implementado?

Na seleção de fornecedores, apenas a empresa alimentícia considera o sistema de gestão ambiental como um fator diferenciador. As outras empresas pesquisadas não consideram o sistema de gestão ambiental na seleção de fornecedores.

**QUESTÃO 5:** Qual é a visão das pequenas empresas em relação à implementação do Sistema de Gestão Ambiental?

As empresas estudadas não acreditam que o sistema ambiental seja importante para a sobrevivência da organização.

**QUESTÃO 6:** Quais são as principais áreas da organização que as pequenas empresas consideram que mais deveriam sofrer modificações para a implementação do Sistema de Gestão Ambiental?

Em relação às áreas da organização que deveriam sofrer alterações para a implementação do sistema, as empresas pesquisadas citaram que a produção, o planejamento estratégico, finanças e recursos humanos são as áreas que mais estariam envolvidas com a implementação do sistema.

De fato a revisão bibliográfica realizada já havia mencionado que a produção é a área da organização que mais deve sofrer alterações para prevenir os impactos ambientais dos processos.

**QUESTÃO 7:** Quais são as iniciativas das empresas em relação ao meio ambiente e quais foram os fatores motivadores para estas iniciativas?

As empresas que utilizam quantidades significativas de água para operarem possuem uma estação de tratamento de efluentes. A empresa têxtil apenas trata a água antes de descartá-la no esgoto devido a exigência da CETESB. Já as empresas do setor alimentício, de plásticos e a marmoraria reutilizam a água tratada. Desta forma o fator motivador para o tratamento de água é a exigência da CETESB e a economia financeira. A empresa de plásticos citou que sem o tratamento e a reutilização da água, o seu processo seria inviável economicamente.

Por outro lado, o refugo da empresa de plásticos é reaproveitado durante o processo. A empresa metal-mecânica citou que encaminha os refugos para a reciclagem porque eles possuem um valor significativo.

Desta forma, verificou-se que os fatores motivadores para as empresas mitigar os efeitos de seus processos produtivos foram os requisitos legais e financeiros. Todas as empresas citaram que seguem as recomendações da CETESB e também foi percebido que os rejeitos que possuem maior valor comercial são encaminhados para a reciclagem. Já os resíduos que possuem menor valor comercial em alguns casos são doados para serem reutilizados ou reciclados, em outros casos eles são simplesmente descartados, ou seja, a empresa não tem a preocupação de doá-lo para a reciclagem.

**QUESTÃO 8:** Os funcionários recebem treinamento para eventuais acidentes ambientais?

As pequenas empresas pesquisadas não treinam os seus funcionários para evitar acidentes ambientais e também não possuem um plano para mitigar os danos

ambientais caso os acidentes ocorram. Por exemplo, na empresa do setor metal mecânico, não foram observadas barreiras de contenção onde as embalagens de óleos lubrificantes são armazenados. Além disso, o óleo lubrificante desperdiçado é arrastado para o esgoto quando a fábrica é lavada, evidenciando que esta empresa não toma atitudes para mitigar os impactos ambientais que ocorrem durante o processo.

#### **4.6.3 Avaliação da sistemática pelas empresas pesquisadas**

A avaliação da sistemática foi realizada pelas empresas dos setores metal-mecânico, de kits para diagnóstico e marmoraria. Estas empresas foram escolhidas porque se mostraram interessadas em avaliar a sistemática.

O material recebido por estas empresas para a análise da sistemática continha:

- Um resumo sobre a sistemática;
- Um resumo sobre o método FMEA;
- As tabelas dos índices de severidade, ocorrência e detecção utilizadas no preenchimento da matriz do FMEA;
- O estudo de caso realizado na própria empresa industrial;
- Um questionário de avaliação da sistemática.

Além disso, uma pequena empresa industrial do setor metal-mecânico, onde a sistemática não foi aplicada, também realizou a avaliação da sistemática. O objetivo desta avaliação foi verificar o entendimento de um empresário que não havia tido nenhum contato com a sistemática. Os resultados destas avaliações estão descritos nos itens a seguir.

Quanto à linguagem utilizada na elaboração da sistemática, 75 % das empresas entrevistadas julgaram que a linguagem é simples. Apenas 25 % das empresas entrevistadas, o equivalente a uma empresa, julgou que a linguagem tinha dificuldades moderadas de entendimento.

Em relação às dificuldades para a aplicação da sistemática e implementação das ações de melhoria, a empresa de kit para diagnóstico e a marmoraria julgaram que a sistemática é simples e não há dificuldades para implementá-la na empresa. A pesquisadora concluiu que esta postura se deve ao fato de estas empresas já

terem algumas ações adotadas para minimizar os seus impactos ambientais, como por exemplo, a estação de tratamento de efluentes da marmoraria e a destinação dos rejeitos industriais como resíduos de saúde realizada pela empresa de kit para diagnóstico.

Por outro lado, as duas empresas do setor metal-mecânico julgaram que haveria algumas dificuldades para a implementação da sistemática. A principal dificuldade da indústria metal-mecânica, onde a sistemática não foi aplicada, é a destinação das “borras de tintas”, o empresário comentou que atualmente ele as armazena e posteriormente ele as destinará para a incineração. Este empresário comentou que este procedimento tem um custo elevado para a empresa.

A maioria das empresas pesquisadas citou que o tempo para a implementação da sistemática é curto, estimado em aproximadamente três meses. Apenas, o empresário da empresa metal-mecânica, onde a sistemática não foi aplicada, considerou que o tempo necessário seria de três anos para a implementação da sistemática e das ações de melhoria.

Já, em relação aos custos, a empresa metal-mecânica onde a sistemática foi aplicada e a empresa de kit para diagnóstico não souberam estimar os custos. A marmoraria estimou os custos em R\$ 300,00 por mês, pois já tem implementado a estação de tratamento de efluentes. Enquanto que a empresa metal-mecânica, onde a sistemática não foi aplicada, julgou que os custos para a implementação da sistemática seriam de aproximadamente R\$ 8.000,00.

#### **4.7 Revisão da Sistemática Proposta**

A sistemática proposta na Figura 3.3 para auxiliar as pequenas empresas industriais na identificação e na análise dos impactos ambientais gerados durante o processo produtivo serviu como base para a realização dos estudos de caso.

Através da pesquisa, percebeu-se que algumas ações deveriam ser acrescentadas a esta sistemática. Objetivando que as empresas que eventualmente venham a utilizá-la, adotem ações concretas para minimizar os seus impactos ambientais.

A sistemática proposta na Figura 3.3 consiste em identificar quais são as entradas e saídas de cada operação do processo industrial, escolher um método para analisar as saídas, realizar um levantamento da legislação ambiental aplicada ao

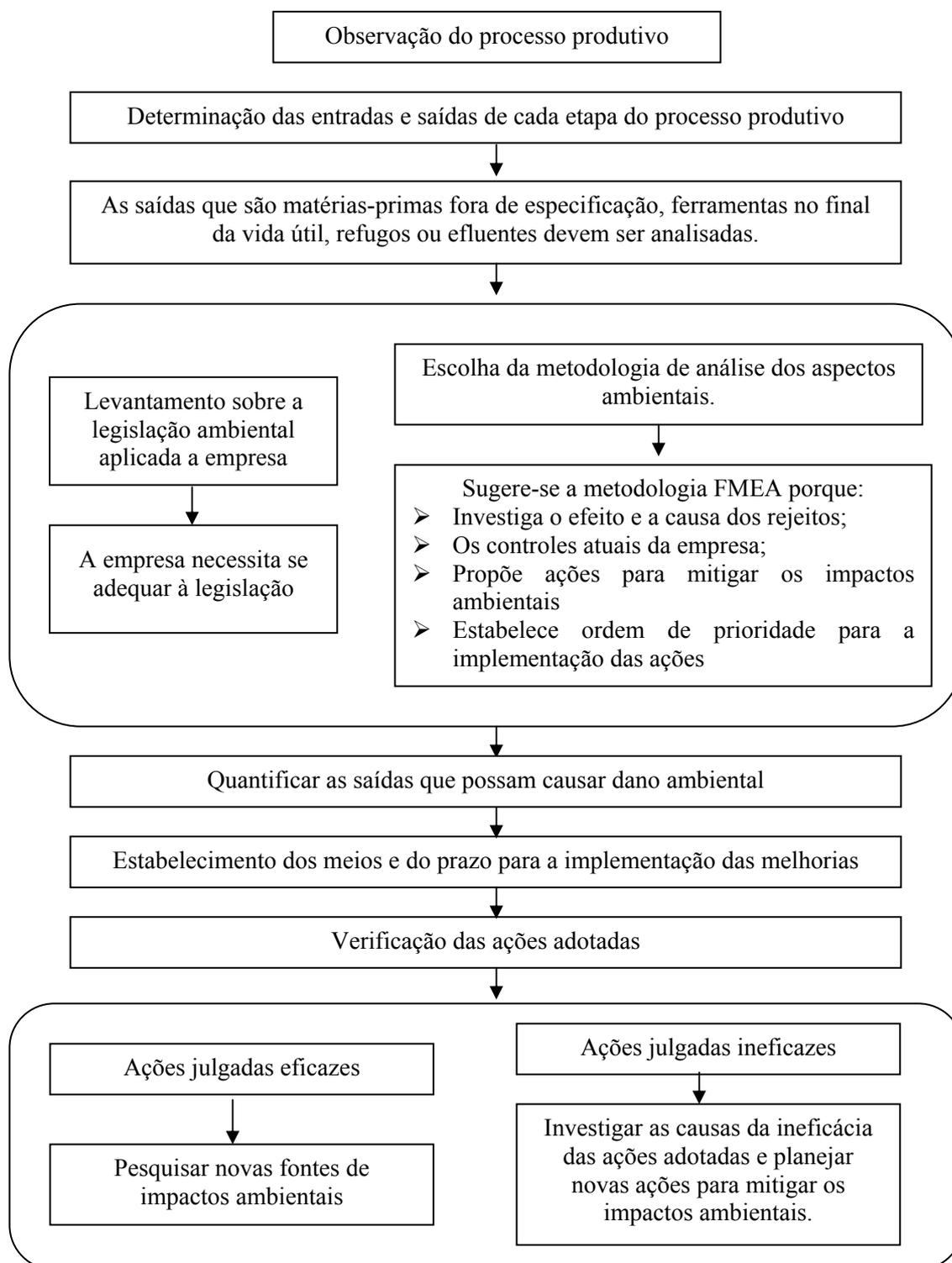
processo da empresa em questão e, finalmente, medir as saídas que possam causar impactos ambientais.

Além destas ações, recomenda-se que a organização adote ações para reduzir a quantidade das saídas que possam causar impactos ambientais, ou seja, a empresa deve determinar metas para diminuir o consumo de água, energia e a quantidade de rejeitos.

Posteriormente, é preciso estabelecer os meios e o prazo para alcançar as metas. Os meios podem ser: a conscientização dos funcionários para economizar insumos, a implementação de coleta seletiva de materiais, a substituição de equipamentos que consomem grande quantidade de energia por equipamentos que consomem menos, a realização de pesquisas para substituir os componentes tóxicos ou os materiais não recicláveis utilizados nos produtos.

Por fim, a organização deve verificar os resultados das ações adotadas para mitigar os impactos ambientais. Caso as ações realizadas para minimizar os impactos ambientais forem julgadas eficazes, a empresa deve realizar um levantamento de novas fontes de impactos ambientais, buscando o aperfeiçoamento contínuo dos processos. Por outro lado, se as ações forem julgadas ineficazes, a organização deve investigar as causas desta ineficácia e planejar novas ações para minimizar os impactos ambientais.

A Figura 4.26 descreve a sistemática revisada para auxiliar as pequenas empresas industriais na identificação e na análise dos impactos ambientais gerados durante o processo produtivo.



**FIGURA 4.26: Proposta de sistemática para auxiliar as pequenas empresas na identificação e na análise dos impactos ambientais.**

Esta sistemática se limita em identificar e analisar os impactos ambientais relacionados ao processo industrial. Porém, a preocupação com o meio ambiente deve se iniciar na fase de desenvolvimento de produto. Nesta fase são determinados as especificações e os materiais dos componentes do produto que influenciarão na escolha do processo produtivo e na disposição final do bem após sua vida útil. As ações que devem ser adotadas para desenvolver um produto ecologicamente correto foram detalhadas no item “2.2.3 – Projeto do produto”.

Além disso, uma gestão ambiental abrangente deve englobar todas as áreas da organização, pois, é necessário que todos trabalhem objetivando minimizar os impactos ambientais que suas atividades possam ocasionar.

### **Dificuldades para a aplicação da sistemática**

O levantamento dos impactos ambientais deve ser uma atividade bem detalhada, desta forma, a principal dificuldade para aplicar a sistemática foi o tempo.

Provavelmente, as pendências da aplicação da sistemática nas seis empresas foram:

- A quantificação das saídas que poderiam causar impactos ambientais, como a quantidade de água e energia elétrica consumidas ou a quantidade de refugo e efluentes, apenas foi realizada na empresa metal-mecânica. Esta atividade requer o acesso a informações que não foram disponibilizadas por outras empresas estudadas;
- A identificação dos impactos ambientais foi realizada apenas para o produto ou para a família de produtos mais vendidos da organização;
- Não foi encontrada nenhuma empresa que objetivava adotar ações para minimizar os impactos ambientais. Desta forma, a aplicação da sistemática se restringiu na identificação e análise dos impactos ambientais, não contemplando as atividades de implementação e verificação de ações concretas para mitigar os impactos ambientais.

## **5 CONCLUSÃO**

Neste capítulo são apresentadas as conclusões relacionadas com a sistemática proposta, com a postura dos pequenos empresários e com a destinação dos rejeitos das empresas estudadas. Finalmente, têm-se os encaminhamentos para futuras pesquisas nesta área.

### **Conclusões relacionadas com a sistemática**

O principal objetivo desta dissertação foi propor uma sistemática para auxiliar as pequenas empresas industriais na identificação e na análise dos impactos ambientais gerados durante o processo produtivo. Através da elaboração da sistemática e de sua aplicação em seis empresas industriais de pequeno porte, pode-se afirmar que este objetivo foi atingido.

Esta sistemática pode ser utilizada como uma referência para os pequenos empresários começarem a diagnosticar os impactos ambientais de seus processos produtivos. Porém, esta sistemática é apenas uma proposta. Desta forma, outras ações podem ser acrescentadas a este modelo, objetivando ampliar o levantamento dos impactos ambientais.

A importância desta sistemática está no fato de mesma focar os pequenos empresários, tentando sensibilizá-los quanto à questão ambiental. Convém lembrar que a maioria das empresas brasileiras é de pequeno porte, assim o impacto ambiental gerado por estas empresas coletivamente é significativo.

Os recursos necessários para a aplicação da sistemática em uma empresa de pequeno porte dependem da conscientização do empresário em relação aos problemas ambientais.

Outra característica importante em relação à sistemática é a utilização do método FMEA para o levantamento dos impactos ambientais que pode propiciar o aprendizado do pequeno empresário sobre os conceitos de gestão de processos. Além disso, este método é de fácil utilização e pode ser entendido por vários funcionários da organização.

### **Conclusões relacionadas com os pequenos empresários**

Após a realização das visitas nas empresas foi possível concluir que os pequenos empresários entrevistados ainda não possuem uma forte preocupação na adequação ambiental de seus processos.

As ações que estas empresas realizaram para minimizar os impactos ambientais de seus processos tiveram como fatores motivadores: a preocupação em atender as exigências do órgão fiscalizador e o retorno financeiro. Esta conclusão se deve ao fato de que as empresas pesquisadas citaram várias vezes que tratavam a água ou encaminharam seus resíduos para a reciclagem porque o órgão fiscalizador exigia ou porque tal ação gerava um retorno financeiro satisfatório.

Não foram percebidas ações para minimizar os impactos ambientais além das exigidas pelo órgão fiscalizador. Por exemplo, as empresas pesquisadas citaram que o órgão fiscalizador não questionava o descarte final dos óleos lubrificantes, então, elas não o destinavam para o rerrefino, conforme exigência legal. A única exceção foi a empresa do setor de plásticos que devolvia o óleo para o fornecedor.

O fator financeiro se mostrou de extrema importância para determinar ações positivas ou negativas em relação ao meio ambiente. Exemplificando, a empresa do setor metal-mecânico citou que encaminha os refugos metálicos de seu processo para a reciclagem porque eles têm valor financeiro significativo. Embora as embalagens de papel ou plásticas não tenham valor significativo, elas poderiam ser doadas para a reciclagem, porém esta empresa apenas as descarta. Esta atitude se mostrou presente em várias empresas pesquisadas, somente os resíduos de maior valor financeiro são encaminhados para a reciclagem, destacando a falta de consciência dos proprietários destas empresas em relação às questões ambientais.

Além das questões econômicas e legais, é vital para o bem estar da população e para a preservação da flora e da fauna que as empresas adotem ações para mitigar os seus impactos no meio ambiente. O cenário atual de constante degradação ambiental necessita ser revertido. Os efeitos mais comuns da degradação do meio ambiente são: o aumento das doenças provocadas pela exposição do homem a substâncias poluentes, a extinção de várias espécies de animais e vegetais, o buraco na camada de ozônio, entre outras.

Por outro lado, convém lembrar que objetivando evitar desequilíbrios da balança comercial brasileira, a questão da exportação dos nossos produtos tem sido uma das preocupações do governo. De acordo com o SEBRAE (2004), em 2003, as micro e pequenas empresas industriais brasileiras exportaram US\$ 1,515 bilhão, representando 2,4% no total exportado pelas empresas de todos os portes. Neste mesmo ano, o número de MPEs industriais exportadoras foi 7.002 unidades, representando 62,1% do total de firmas exportadoras. Estes índices poderiam aumentar se as pequenas empresas se adequassem ambientalmente, pois poderiam competir em países onde a legislação ambiental é mais rigorosa e os clientes são mais exigentes em relação à aquisição de produtos ecologicamente corretos.

### **Conclusões relacionadas com a destinação dos rejeitos**

Com relação à coleta seletiva de materiais e a destinação destes para a reciclagem, somente a empresa do setor têxtil tinha uma área determinada para a coleta destes materiais, onde havia recipiente para vidro, papel / papelão, plásticos e metais. Porém, esta área tinha sido definida na semana em que a pesquisadora realizou a visita, os funcionários ainda não tinham recebido treinamento sobre os temas ambientais, não havia previsão para serem realizados estes treinamentos e vários funcionários não tinham notado a presença destes recipientes.

A consequência da falta de estrutura para a coleta seletiva e do treinamento dos funcionários é que vários resíduos que poderiam estar sendo encaminhados para a reciclagem são descartados em lixo comum, evidenciando a falta de conscientização dos empresários em relação aos impactos ambientais.

De acordo com a Secretária Municipal de Desenvolvimento Sustentável da cidade de São Carlos, as empresas que fornecem o serviço de caçamba ou que realizam a coleta de lixo devem ter um registro na prefeitura de utilização do aterro sanitário municipal e pagar uma taxa mensalmente. A marmoraria estudada tinha conhecimento disso e exigia este registro da empresa contratada para recolhimento do lixo. A empresa de kits para diagnóstico realiza um rigoroso controle da empresa que recolhe os seus rejeitos. Já, a maioria dos rejeitos das empresas dos setores têxtil, alimentício e de plásticos é encaminhada para a principal empresa de coleta de lixo municipal. Quando há a necessidade de se contratar o serviço de caçamba, estas

empresas não se preocupam em verificar se as empresas contratadas têm o registro da prefeitura. A empresa do setor metal-mecânico utiliza rotineiramente o serviço de caçamba e também não tem conhecimento da necessidade deste registro. Porém, a pesquisadora constatou que as empresas de caçambas contratadas pelas indústrias pesquisadas têm o registro da prefeitura.

Esta atitude de contratar um serviço de caçamba sem verificar junto à prefeitura a idoneidade da empresa, salienta a falta de conscientização dos pequenos empresários em relação aos problemas ambientais. Quando uma empresa contrata um serviço sem se preocupar com a idoneidade da empresa contratada, ela apenas está comprando a responsabilidade pela destinação final de seus rejeitos ao invés de se preocupar em prevenir os impactos ambientais.

Com exceção da empresa de kits para diagnóstico, todas as outras empresas pesquisadas destinavam os seus rejeitos para empresas que os descartavam no aterro municipal da cidade de São Carlos que é de classe II. Desta forma, alguns rejeitos que não são de classe II, como os protetores auditivos e as estopas contaminadas com óleo que são resíduos de classe I, são destinados ao aterro de classe II. Obviamente, percebe-se a falta de aplicação da “NBR 100004: Resíduos sólidos” por parte dos empresários das empresas pesquisadas e por parte das empresas contratadas para o recolhimento do lixo.

Convém lembrar que na maioria das vezes, as empresas pesquisadas que encaminham seus equipamentos para a manutenção não se preocupam em reter as peças trocadas para encaminhá-las para a reciclagem. Estas empresas não possuem nem sequer a preocupação de questionar o fornecedor do serviço de manutenção quanto à destinação final destas peças.

Desta forma, foi possível concluir que as empresas pesquisadas não têm consciência dos danos ambientais que seus processos podem ocasionar. Elas apenas se preocupam em atender as exigências do órgão fiscalizador, ou seja, o requisito mínimo para elas continuar operando.

## 5.1 Encaminhamentos Futuros

A partir da sistemática proposta para auxiliar as pequenas empresas industriais na identificação e na análise dos impactos ambientais gerados durante o processo produtivo e da pesquisa realizada em diversas organizações, apresentam-se algumas sugestões de trabalhos futuros para preencher as lacunas desta dissertação:

- Aplicar a sistemática proposta na Figura 3.3 em mais empresas, objetivando identificar os impactos ambientais provocados por outras organizações;
- Detalhar um método para medir as saídas que possam ocasionar impactos ambientais;
- Testar a sistemática proposta na Figura 5.1 em uma empresa que esteja interessada em identificar os seus impactos ambientais e realizar ações para minimizá-los. Posteriormente, estudar os efeitos destas ações e, caso necessário, realizar modificações na sistemática proposta nesta dissertação;
- Comparar a sistemática proposta na Figura 5.1 com os requisitos da norma ISO 14001: 1996, verificando quais requisitos são contemplados. A sistemática pode ser revista e ampliada com a finalidade de contemplar mais requisitos;
- Ampliar a sistemática proposta, identificando os impactos ambientais das diversas áreas da organização para promover a adequação ambiental de todas estas áreas.

## Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Resíduos sólidos**, NBR-1004. Rio de Janeiro, 1987. 48 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Sistemas de gestão ambiental**: especificação e diretrizes para uso, NBR ISO 14001. Rio de Janeiro, 1996a. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Sistemas de gestão ambiental**: diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio, NBR ISO 14004. Rio de Janeiro, 1996b. 32 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Diretrizes para auditoria ambiental**: princípios gerais, NBR ISO 14010. Rio de Janeiro, 1996c. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Diretrizes para auditoria ambiental**: procedimentos de auditoria – auditoria de sistemas de gestão ambiental, NBR ISO 14011. Rio de Janeiro, 1996d. 7 p.

ANDRADE, R. O. B.; TACHIZAWA, T.; CARVALHO, A. B. **Gestão ambiental Enfoque Estratégico aplicado ao Desenvolvimento Sustentável**. 2ª edição. São Paulo: Makron Books, 2002.

BALL J. Can ISO 14000 and eco-labelling turn the construction industry green? **Building and Environment**, Elsevier Science Inc., v. 37, n. 4, p. 421 – 428, 2002.

BERTO, R. M.V. S. & NAKANO, D. N. A produção científica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. In: XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) e V Internacional Congress of Industrial Engineering (ICIE), Rio de Janeiro, 1999. **Anais (CD ROM)**, Rio de Janeiro: UFRJ, 1999.

BITENCOURT, A. C. P. **Desenvolvimento de uma metodologia de reprojeto de produto para o meio ambiente**. Florianópolis, 2001. p. 185. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

BRAGA, A.; PEREIRA L. A. A.; SALDIVA P. H. N. **Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana**, Faculdade de Medicina da USP. Trabalho apresentado no evento Sustentabilidade na Geração e uso de Energia, UNICAMP, 18 a 20 de fevereiro de 2002. Disponível em: <<http://www.rau-tu.unicamp.br/nou-rau/sbu/document/?code=1039>>. Acesso em: 30 set 2003.

BRASIL. Decreto Federal, nº 99.274, 06 de junho de 1990. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/leis\\_internet/leis\\_principal.htm](http://www.ambiente.sp.gov.br/leis_internet/leis_principal.htm)>. Acesso em: 26 mai 2003.

BRASIL. Portaria, nº 125, 30 de Julho de 1999. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 16 mai 2004.

BRASIL. Portaria, nº 130, 30 de Julho de 1999. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 16 mai 2004.

BRASIL. Lei Federal, nº 9.841, 05 de Outubro de 1999. Estatuto da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte. Disponível em: <<http://www.sebraesp.com.br/novo/leis/leis-003.asp>>. Acesso em: 21 dez 2003.

BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. London: Unwin Hyman, 1989.

CAJAZEIRA, J. E. R. **ISO 14001 – Manual de implementação**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte – MG: Fundação Christiano Ottoni / Escola de Engenharia da UFMG, 1992.

CAMPOS, L. M. S. **SGADA – Sistema de gestão e avaliação de desempenho ambiental: uma proposta de implementação**. Florianópolis, 2001. p. 219. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

CONAMA. Resolução, nº 001, 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/leis\\_internet/leis\\_principal.htm](http://www.ambiente.sp.gov.br/leis_internet/leis_principal.htm)>. Acesso em: 26 mai 2003.

CONAMA. Resolução, nº 004, 28 de junho de 1990. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/leis\\_internet/leis\\_principal.htm](http://www.ambiente.sp.gov.br/leis_internet/leis_principal.htm)>. Acesso em: 26 mai 2003.

CONAMA. Resolução, nº 009, 31 de Agosto de 1993. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 16 mai 2004.

CONAMA. Resolução, nº 237, 19 de dezembro de 1997. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/leis\\_internet/leis\\_principal.htm](http://www.ambiente.sp.gov.br/leis_internet/leis_principal.htm)>. Acesso em: 26 mai 2003.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.

FIESP / CIESP. **Micro e pequenas empresas no estado de São Paulo e a gestão ambiental**. São Paulo: FIESP / CIESP, 2001.

GOERGEN, L. R.; DOKI, C.; CASA, F.; NEIS, A. M.; FERRARESI G. **Análise do ciclo de vida - ferramenta para avaliação de performance ambiental de produtos, processos e materiais referentes à indústria automobilística**. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br>>. Acesso: 28 out 2003.

HELMAN, H. & ANDERY, P.R.P. **Análise de falhas (aplicação dos métodos de FMEA e FTA)**. Belo Horizonte – MG. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA (IQA). **Processo de Aprovação de Peça de Produção (PPAP)**. terceira edição. Brasil, 2000. 103 pág.

KINLAW, D. C. **Empresa competitiva e ecológica: desempenho sustentado na era ambiental**. São Paulo: Makron Books, 1997.

LAKATOS, E. M. & MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3ª edição. São Paulo: Atlas, 1991.

LEITE, P.R. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental**. 7ª edição, São Paulo: Malheiro Editores, 1999.

MARCOS, S. M. & AMARAL, M. J. **Eco management and audit Scheme (EMAS)**. Disponível em: <<http://www.dga.min-amb.pt/pls/ia/doc>>. Acesso em: 09 Ago 2004.

MARTINS, R. A. **Sistemas de medição de desempenho: um modelo para estruturação do uso**. São Paulo, 1998. p. 248. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

MILES M. P.; MUNILLA L. S.; McCLURG T. The impact of ISO 14000 environmental management standards on small and medium sized enterprises. **Journal of Quality Management**, Elsevier Science Inc., v. 4, n. 1, p. 111 – 122, 1999.

MORAES, D. S. L. & JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.36, n. 3, p. 370 - 374, Junho 2002.

NAKANO, D. N. & FLEURY, A. C. Métodos de pesquisa na engenharia de produção. DEP/EPUSP **Revista do Departamento de Produção / Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, n. 7, p. 32-40, 1997.

NASS, D. P. O conceito de poluição. **Revista Eletrônica de Ciências**, n. 13, 2002. Disponível em: <[http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_13/poluicao.html](http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_13/poluicao.html)>. Acesso em: 15 Abr 2004.

OFORI, G.; GANG, G.; BRIFFETT, C. Implementing environment management systems in construction: lessons from quality systems. **Building and Environment**, Elsevier Science Inc., v. 37, p. 1397 – 1407, 2002.

PEREIRA, J. A. R. **Geração de resíduos industriais e controle ambiental**. Disponível em: <[www.mdic.gov.br/tecnologia/revistas/artigos/200112pa/josealmirfinal.PDF](http://www.mdic.gov.br/tecnologia/revistas/artigos/200112pa/josealmirfinal.PDF)>. Acesso em: 15 mai 2003.

PHEBY, J. **Methodology and economics: a critical introduction**. M.E. Sharpe, Armonk, NY, 1988.

RAVETTA, F. **Proposal of methodology and tools for the integrated Quality, Safety and Environmental management during the Project definition and development**. Institution: Di-Tec, Politecnico di Milano. Address: Via Durando 10, 20145, Milano, Italy. Disponível em: <<http://www.cramif.fr/pdf/aiss/ravetta.pdf>>. Acesso em: 04 dez. 2003.

RAVEN, P.H.; BERG, L.R.; JOHNSON, G.B. **Environment**. Saunders College Publishing, 1998.

REIS, L. F. S. S. D.; QUEIROZ, S. M. P. **Gestão ambiental em pequenas e médias empresas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

SEABRA, F.; DARÓS, L. L.; PEREIRA, M. F. **A ISO 14000 e a competitividade da indústria têxtil no mercosul: o caso da Hering Têxtil S. A.** in Gerenciamento de Resíduos e Certificação Ambiental / coordenado por Luis Crescente Frakenberg, Maria Teresa Raya-Rodrigues, Marlize Cantelli, Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

SEBRAE. **Definição de Micro e Pequenas Empresas (MPEs)**. Disponível em: <[http://www.sebraesp.com.br/pesquisa/download/Informacoes\\_basicas.doc](http://www.sebraesp.com.br/pesquisa/download/Informacoes_basicas.doc)>. Acesso em: 21 dez 2003.

SELBORNE, L. **A ética do uso da água doce: um levantamento**. Brasília: UNESCO, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1996

SOUZA, M. P. **Instrumentos de gestão ambiental: fundamentos e prática**. São Carlos: Editora Riani Costa, 2000.

SPEIDEL, D. H.; RUEDISILI, L. C.; AGNEW, A. F. **Perspectives on water: uses and abuses**. New York: Oxford University Press, 1988.

TAY, C.M. It's time for an upgrade. **The Straits Times**, February 28, 2001. p. L12.

TOLEDO, J. C. **Desenvolvimento, padronização e difusão de metodologias e ações integradas para capacitação de micros, pequenas e médias empresas industriais em gestão da qualidade e do meio ambiente do município de São Carlos**. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos. Relatório de Pesquisa (FAPESP), 2001.

TOMMASI, LUIZ ROBERTO. **Estudo do Impacto Ambiental**, São Paulo: CETESB: Teragraph Artes e Informática S/C, 1993.

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, IIE, 2003.

United Nations. **Agenda 21: programme of action for sustainable ISO. The ISO survey of ISO 9000 and ISO 14000 Certificates: ninth cycle—1999**. International Standards Organisation General Secretariat, Switzerland, 2000. Disponível em: <<http://www.iso.ch/presse/survey9.pdf>>. Acesso em: 30 Julho 2000.

VALLE, C.E. **Qualidade ambiental: como ser competitivo protegendo o meio ambiente: (como se preparar para as normas ISO 14000)**. São Paulo: Pioneira, 1995.

WERKEMA, M. C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. Belo Horizonte – MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1995.

WILKINS, H. The need for subjectivity in EIA: discourse as a tool for sustainable development. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 23, p. 401–414, Toronto, Ontario, Canadá, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Robert K. Yin; trad. Daniel Grassi. 2ª edição. Porto Alegre: Brookman, 2001.

ZSIDISIN G. A. & SIFERD S. P. Environment purchasing: a framework for theory development. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, Elsevier Science Inc., v. 7, p. 61 - 73, 2001.

#### **Sites consultados:**

<http://www.cempre.org.br> Acesso em: 28 out 2003.

<http://www.cetesb.sp.gov.br> Acesso em: 10 dez 2003 e 12 mar 2004.

<http://www.cnae.gov.br> Acesso em: 10 ago 2004.

<http://www.ethos.org.br> Acesso em: 15 mai 2003.

<http://www.mma.gov.br> Acesso em: 30 mai 2003.

<http://www.mmm.com> Acesso em: 14 nov 2002.

<http://www.sebraesp.com.br> Acesso em: 12 dez 2003.

<http://www.ecoambiental.com.br> Acesso em: 15 Abr 2004.

## **ANEXO A: METODOLOGIA CIENTÍFICA**

Neste anexo é apresentada uma revisão bibliográfica sobre metodologia científica, em seguida, têm-se as razões para a escolha do método de pesquisa.

### **A.1 Revisão bibliográfica sobre metodologia científica**

O método de pesquisa é importante porque garante a confiabilidade e a repetibilidade dos resultados da pesquisa, ou seja, sem o método não se pode garantir que os resultados da pesquisa irão se repetir se ela for realizada novamente, sob as mesmas condições.

LAKATOS & MARCONI (1991: 83) definem método como “o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo - conhecimentos válidos e verdadeiros -, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista”.

Os métodos de pesquisa gerais podem ser classificados em: indutivo, dedutivo, hipotético-dedutivo e dialético. Por outro lado, os métodos de pesquisa específicos, também chamados de métodos de procedimento de pesquisa, podem ser classificados em: pesquisa experimental, pesquisa de avaliação (*survey*); estudo de caso e pesquisa ação. Além disso, durante o desenvolvimento da pesquisa, deve-se considerar as abordagens quantitativas ou qualitativas.

#### **A.1.1 Métodos de pesquisa gerais**

##### **Método indutivo**

O indutivismo é caracterizado pelo amplo uso da estatística. Este método parte de declarações particulares para se concluir algo sobre uma declaração genérica.

De acordo com BACON *apud* PHEBY (1998), existem três problemas que podem interferir na objetividade destes estudos: a tendência de achar ordem para o fenômeno estudado; as características pessoais do pesquisador e a associação das análises e informações aos dogmas estabelecidos.

Outro ponto fraco é como o indutivismo depende da junção das partes para se concluir o todo, se as partes ou a conexão entre elas não estiverem corretas, a conclusão do todo estará prejudicada.

### **Método dedutivo**

O dedutivismo é caracterizado pelo amplo uso da matemática. Este método parte de declarações genéricas para se concluir algo sobre uma declaração particular.

Segundo DESCARTES *apud* PHEBY (1998) para a realização desse método é necessário: considerar cada questão de pesquisa, assegurar que a análise não está omitindo fatos importantes e não se deve aceitar que nada é verdadeiro a menos que se tenha razão para acreditar.

O ponto fraco desse método é como se parte do todo para concluir sobre as partes, é necessário atentar para o quanto o todo está correto.

### **Diferenças entre o método indutivo e dedutivo**

Para ilustrar a diferença entre estes dois métodos segue o exemplo dado por LAKATOS & MARCONI (1991: 91).

#### *Método Dedutivo:*

Declaração genérica: todo mamífero tem um coração.

Observação: Ora, todos os cães são mamíferos.

Declaração particular: Logo, todos os cães têm um coração.

#### *Método Indutivo:*

Declaração particular e observação: Todos os cães que foram observados tinham um coração.

Declaração genérica: Logo, todos os cães têm um coração.

No método dedutivo, se todas as premissas são verdadeiras, a declaração particular também deve ser verdadeira. Já, no método indutivo, se todas as premissas são verdadeiras, a declaração genérica provavelmente será verdadeira. Por outro lado, LAKATOS & MARCONI (1991: 92) destacam outra diferença entre esses métodos: o

dedutivismo “tem o propósito de explicar o conteúdo das premissas”, enquanto que o indutivismo “tem o desígnio de ampliar o alcance dos conhecimentos”.

### **Método hipotético-dedutivo**

Geralmente as pesquisas partem de uma hipótese e, posteriormente, busca-se a confirmação dessa hipótese. Segundo POPPER *apud* PHEBY (1998) este procedimento consiste em uma visão dogmática. Dessa forma, este autor propõe a refutação das hipóteses e caso as hipóteses sejam refutáveis é porque a teoria é fraca.

As principais considerações de POPPER *apud* PHEBY (1998) são:

- A natureza científica da teoria é determinada por sua suscetibilidade à contestação;
- Quando é percebido algo contraditório, é necessário reformular a teoria, para torná-la insuscetível à contestação;
- A nova teoria deverá possuir maior conteúdo empírico que a anterior e deverá ser testada explicando a situação presente e a do passado;
- Toda teoria que puder ser contestada experimentalmente deverá ser recusada;
- Uma teoria inconsistente é inaceitável;
- Deve-se trabalhar como o menor número de proposições possíveis.

### **Método dialético**

De acordo com LAKATOS & MARCONI (1991), as leis fundamentais do método dialético são: ação recíproca (tudo se relaciona), mudança dialética (tudo se transforma), mudança qualitativa e interpretação dos contrários.

A dialética pressupõe que o mundo é um conjunto de processos em que tudo está em processo de transformação e considera que nenhum fenômeno pode ser analisado isoladamente.

#### **A.1.2 Abordagens de pesquisa**

Os tipos de abordagens de pesquisa mais utilizados são: quantitativa e qualitativa. Pode-se dizer que a abordagem quantitativa está ligada ao método dedutivo, enquanto que a abordagem qualitativa se relaciona com o método indutivo.

Na abordagem quantitativa são formuladas hipóteses a partir da teoria, estas hipóteses geram variáveis que deverão ser medidas. Além disso, há a preocupação com a replicação do experimento e com a generalização dos resultados.

Por outro lado, BERTO & NAKANO (1999: 3) citam que na abordagem qualitativa “o enfoque da pesquisa pode ser mais desestruturado, não havendo necessidade, conforme o método empregado, de hipóteses fortes no início da pesquisa, conferindo-lhe bastante flexibilidade”.

O Quadro A.1 descreve as diferenças entre as abordagens quantitativa e qualitativa.

**QUADRO A.1: Diferenças entre as abordagens quantitativas e qualitativas.**

<b>Aspecto</b>	<b>Pesquisa Quantitativa</b>	<b>Pesquisa Qualitativa</b>
Ênfase na interpretação do entrevistado em relação à pesquisa	Menor	Maior
Importância do contexto da organização pesquisada	Menor	Maior
Proximidade do pesquisador em relação aos fenômenos estudados	Menor	Maior
Alcance do estudo no tempo	Instantâneo	Intervalo maior
Número de fontes de dados	Uma	Várias
Ponto de vista do pesquisador	Externo à organização	Interno à organização
Quadro teórico e hipóteses	Definidas rigorosamente	Menos estruturadas

Fonte: BRYMAN (1989: 139 – 141) *apud* NAKANO & FLEURY (1997).

### **A.1.3 Métodos de procedimento de pesquisa**

Conforme BRYMAN (1989) *apud* MARTINS (1999), os principais métodos de procedimento de pesquisa são:

- Pesquisa Experimental: essa estratégia deve ser adotada quando o pesquisador tem controle sobre as variáveis de estudo. Desta forma, pode-se testar várias alternativas para se chegar a um resultado;
- Pesquisa de Avaliação (*Survey*): deve-se adotar esta estratégia de pesquisa quando a meta do estudo for descrever a incidência de um fenômeno;
- Estudo de Caso: essa estratégia deve ser escolhida quando se deseja saber como e porque um fenômeno ocorre. De acordo com YIN (2001:

32), a definição de estudo de caso é “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”;

- Pesquisa Ação: nessa estratégia o pesquisador e o pesquisado trabalham em conjunto na busca da solução.

Por outro lado, YIN (2001) destaca os seguintes métodos de pesquisa: experimento, levantamento, análise de arquivos, pesquisa histórica e estudo de caso. O Quadro A.2 descreve as principais características destes métodos.

**QUADRO A.2: Características dos métodos de pesquisa.**

Estratégia	Forma da questão de pesquisa	Exige controle sobre eventos comportamentais	Focaliza acontecimentos contemporâneos
Experimento	Como, por que	Sim	Sim
Levantamento	Quem, o que, onde, quantos, quanto	Não	Sim
Análise de arquivos	Quem, o que, onde, quantos, quanto	Não	Sim / Não
Pesquisa histórica	Como, por que	Não	Não
Estudo de caso	Como, por que	Não	Sim

Fonte: YIN (2001: 24).

O método de procedimento de pesquisa também pode ser chamado de estratégia de pesquisa.

A escolha do método de procedimento de pesquisa depende do tipo de questão de pesquisa, do controle que o pesquisador tem do objeto de estudo e do foco da pesquisa, ou seja, se possui características contemporâneas ou históricas.

#### **A.1.4 Relacionamento entre os métodos de pesquisa**

O Quadro A.3 relaciona os métodos de pesquisa gerais com as abordagens e com os métodos de procedimento de pesquisa.

**QUADRO A.3: Relacionamento entre os métodos de pesquisa.**

<b>Métodos de Pesquisa Gerais</b>	<b>Abordagens de Pesquisa</b>	<b>Métodos de Procedimento de Pesquisa</b>
Indutivo	Qualitativa	Estudo de Caso Pesquisa Ação Pesquisa Histórica
Dedutivo	Quantitativa	Pesquisa Experimental Pesquisa de Avaliação Análise de Arquivos

**A.1.5 Fontes de coleta de dados**

As fontes de coleta de dados, descritas por YIN (2001), são:

- **Documentos** - confirmam o que foi dito nas entrevistas, caso contrário, as contradições devem ser entendidas como pistas do que se deve pesquisar com mais detalhes;
- **Análise de arquivos** – os exemplos são: análise de orçamentos previstos, número de clientes da organização, etc;
- **Entrevistas** – é possível explorar os fatos ou a opinião das pessoas envolvidas nos eventos;
- **Observação direta** – é realizada através de visitas as organizações;
- **Observação e participação** – quando o pesquisador não é um mero observador, mas sim participa dos acontecimentos.
- **Artefatos físicos** – estes podem ser observados durante a pesquisa de campo. Mais comum em pesquisas antropológicas.

## ANEXO B: QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

### PESQUISA

“Sistemática para auxiliar as pequenas empresas industriais da cidade de São Carlos na identificação e na análise dos impactos ambientais gerados durante o processo produtivo”

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)  
Departamento de Engenharia de Produção  
Apoio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)

Pesquisadora: Tatiane Fernandes Zambrano  
Orientador: Prof. Dr. Manoel Fernando Martins

## Questionário de Pesquisa

**Razão social:** \_\_\_\_\_

**Endereço:** \_\_\_\_\_

**Data de Fundação:** \_\_\_\_\_

**Mercado de Atuação:** ( ) nacional ( ) internacional

**Número de Funcionários:** \_\_\_\_\_

**Quantidade de itens diferentes produzidos:** \_\_\_\_\_

**Responsável pelo acompanhamento da visita:** \_\_\_\_\_

**Cargo:** \_\_\_\_\_

### Questionário:

- 1) A empresa possui um sistema de gestão ambiental implementado? Caso negativo, a empresa tem a intenção de implementá-lo? Existe algum prazo para implementá-lo?

---

---

---

2) Quais seriam as três maiores dificuldades para a implementação de um sistema de gestão ambiental?

- A implementação do sistema não faz parte da estratégia da empresa
- Comprometimento da alta administração
- Conceituais (conhecimento da norma)
- Dificuldade de treinamento dos funcionários
- Falta de funcionários disponíveis para a implementação
- Falta de tempo disponível para implementação
- Falta de uma liderança
- Financeiras

3) Na seleção de fornecedores, a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental pode ser considerada como:

- Fator qualificador, sem o qual o fornecedor não é aceito.
- Fator diferenciador, ou seja, serve de desempate entre dois fornecedores.
- Não é considerado.

4) Qual a visão da empresa em relação ao Sistema Gestão Ambiental?

- A implementação do sistema é vital para que a empresa continue competitiva.
- A implementação do sistema é um dos fatores de competitividade.
- A implementação do sistema não é necessário para a sobrevivência da organização

5) Quais seriam as três áreas que mais deveriam sofrer alterações para a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental.

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Desenvolvimento de Produto | <input type="checkbox"/> Produção         |
| <input type="checkbox"/> Finanças                   | <input type="checkbox"/> Recursos Humanos |
| <input type="checkbox"/> Marketing                  | <input type="checkbox"/> Suprimentos      |
| <input type="checkbox"/> Planejamento Estratégico   |   |

6) Quais são as licenças ambientais que a empresa possui? Como a empresa se mantém atualizada sobre as alterações na legislação ambiental?

---

---

7) Quais são as iniciativas da empresa em relação ao meio ambiente?

---

---

8) Quais foram ou seriam os fatores motivadores para as iniciativas ambientais?

---

---

9) Os funcionários recebem treinamento para eventuais acidentes ambientais?

---

---

## **ANEXO C: ASPECTOS LEGAIS RELACIONADOS AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS.**

Neste anexo é apresentada uma síntese sobre os aspectos da legislação brasileira relacionados ao licenciamento ambiental de empreendimentos, aos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e aos Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA), finalmente, têm-se algumas considerações sobre os estudos e os relatórios de impacto ambiental.

De acordo com a Resolução de 23 de Janeiro de 1986 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), as atividades modificadoras do meio ambiente necessitam de uma licença do órgão estadual ou do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para poderem operar. Os exemplos de atividades modificadoras do meio ambiente são: construção de estradas, ferrovias, portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos, oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários, linhas de transmissão de energia elétrica, barragem para fins hidrelétricos, extração de petróleo, xisto, carvão e minérios, aterros sanitários, a construção de unidades industriais e agro-industriais, exploração de madeira ou de lenha e projetos urbanísticos.

O artigo 4º da Resolução de 19 de Dezembro de 1997 do CONAMA cita quais as atividades que necessitam de licença do IBAMA para poderem operar. Estas são: os empreendimentos localizados entre o Brasil e outros países ou localizados no mar continental, na plataforma continental, em terras indígenas ou em unidades de conservação, os empreendimentos que ocupam mais de um Estado ou que possam a causar impactos ambientais em mais de um Estado brasileiro e, ainda, empreendimentos militares. Além disso, as atividades relacionadas com o uso de energia nuclear necessitam da autorização do IBAMA e da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Convém ressaltar que os empreendedores que se dedicam a atividades potencialmente poluidoras e à extração, produção, transporte e comercialização de produtos e subprodutos da flora, da fauna e da pesca devem obter o Certificado de Registro (CR), junto ao IBAMA (CIESP/ FIESP, 2001). A flora corresponde ao conjunto de espécies vegetais, enquanto que, a fauna corresponde ao conjunto de animais de uma determinada região.

Por outro lado, as atividades que não ultrapassem as barreiras estaduais necessitam apenas da licença do órgão estadual. No Estado de São Paulo, o licenciamento ambiental pode ser conseguido junto à Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) e aos Departamentos da Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e Proteção de Recursos Naturais (CPRN).

O licenciamento ambiental deverá contemplar as atividades de planejamento e implementação das atividades modificadoras do meio ambiente. Segundo o Decreto Federal de 06 de junho de 1990, em seu artigo 19, as fases do licenciamento ambiental são:

- I. “Licença Prévia (LP), na fase preliminar do planejamento da atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo;
- II. Licença de Instalação (LI), autorizando o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado;  
e
- III. Licença de Operação (LO), autorizando, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia e de Instalação”.

De acordo FIESP / CIESP (2001), a licença prévia consiste na apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o órgão estadual. Após analisá-los, o órgão estadual poderá aprovar a localização e a concepção do empreendimento, atestar a viabilidade ambiental do projeto e estabelecer os requisitos que serão exigidos nas próximas fases do licenciamento.

No Estado de São Paulo, para conseguir a licença prévia, as empresas apenas necessitam apresentar do Relatório Ambiental Prévio (RAP) para o órgão de licenciamento. Este relatório se caracteriza por ser mais simples que o EIA / RIMA. Após a sua análise, o órgão ambiental pode emitir a licença prévia ou solicitar o EIA/ RIMA. Nos tópicos “Estudos de Impacto Ambiental (EIA)” e “Relatórios de Impacto

Ambiental (RIMA)” estão descritas as diretrizes e as atividades técnicas do EIA e a estrutura do RIMA.

A licença de instalação autoriza a implantação do empreendimento e a licença de operação autoriza o início das atividades industriais. O prazo de validade da licença de operação é de no mínimo quatro anos e de no máximo dez anos, conforme a Resolução de 19 de Dezembro de 1997 do CONAMA, em seu artigo 18.

O órgão estadual também deve ser informado de eventuais reformas ou ampliações do empreendimento, bem como, da instalação de novos equipamentos. As licenças de instalação e operação também devem ser requeridas para a parte da indústria reformada, ampliada ou para os novos equipamentos adquiridos.

A CIESP / FIESP (2001) cita que a construção, a instalação ou a ampliação de atividades potencialmente poluidoras sem a licença do órgão estadual acarretará nas penalidades administrativas estabelecidas pela legislação. Essas penalidades podem ser: advertência, multa de 10 a 1000 vezes o valor da Unidade Fiscal de Estado de São Paulo – UFESP (no caso de empreendimentos instalados no Estado de São Paulo), interdição temporária ou definitiva do estabelecimento, embargo de obras, demolição, apreensão temporária ou definitiva de equipamentos.

### **C.1 Estudos de Impacto Ambiental (EIA)**

A estrutura do Estudo de Impacto Ambiental deve seguir as diretrizes descritas na Resolução de 23 de Janeiro de 1986 do CONAMA. A seguir os trechos entre aspas foram retirados desta resolução e as explicações se basearam em REIS (2002).

O Estudo de Impacto Ambiental deve obedecer às diretrizes gerais:

I. “Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização de projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto”: geralmente são apresentadas três alternativas de processo de realização do produto e de localização do empreendimento. Estas alternativas devem ser comparadas quanto aos aspectos ambientais positivos e negativos. A alternativa de não execução do projeto também deve ser considerada.

II. “Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade”: os impactos relacionados aos meios

físico, biológico e socioeconômico devem ser identificados, valorados e interpretados nas fases de planejamento, implantação e operação do empreendimento. É necessário descrever o método utilizado para identificar, valorar e interpretar dos impactos ambientais.

III. “Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza”: a área de influência é o espaço geográfico ambientalmente afetado pelo empreendimento. A extensão desta área depende da variável que está sendo estudada.

IV. “Considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade”: os exemplos de programas governamentais são: loteamento, criação de áreas de preservação, entre outros. Desta forma, será necessário verificar a compatibilidade entre o empreendimento em questão e os programas governamentais para a área de influência.

As atividades técnicas do Estudo de Impacto Ambiental estão descritas a seguir:

I. “Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

- a) O meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;
- b) O meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;
- c) O meio sócio-econômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a

sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos”.

Os dados e informações para o diagnóstico ambiental poderão ser coletados através da observação direta da área de influência do empreendimento, bem como através de informações descritas em publicações.

II. “Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais”.

Os impactos ambientais podem ser classificados em:

- a) Positivos ou negativos: os positivos resultam na melhoria da qualidade de um fator ambiental, por exemplo, uma empresa de reciclagem certamente diminuirá a quantidade de lixo nos aterros sanitários. Ao contrário, entre os impactos ambientais negativos ou adversos destacam-se o aumento da taxa de uso dos recursos ambientais, poluição das águas, solo e ar, etc.
- b) Diretos ou indiretos: quando o impacto é decorrência imediata da ação, ele é classificado como direto. Por outro lado, os indiretos ocorrem quando se trata de uma reação secundária em relação à ação, ou quando fazem parte de uma cadeia de reações. Segue o exemplo da contaminação de várias espécies através da cadeia alimentar.
- c) Local, regional ou estratégico: esta classificação depende da área afetada. O estratégico ocorre quando um fator ambiental tem importância nacional ou internacional. Por exemplo, a construção de estradas, hidroelétricas. Os impactos ainda podem ser classificados em imediatos, de médio ou longo prazo, ou temporários ou permanentes, reversíveis ou não.

III. “Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas”.

A partir da análise dos impactos ambientais, é necessário adotar medidas para amenizar os impactos. Convém lembrar que podem ocorrer impactos adversos, que não podem ser evitados, neste caso, convém adotar medidas de compensação.

IV. “Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados)”.

Devem ser descritos os tratamentos para efluentes, as variáveis de monitoramento, os testes físico-químicos aplicáveis, a faixa de valores esperados de acordo com a legislação, o período e a frequência das atividades de monitoramento.

## **C.2 Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA)**

De acordo com REIS (2002: 13), o Estudo de Impacto Ambiental “serve para subsidiar o Poder Público sobre o Licenciamento Ambiental” e o Relatório de Impacto Ambiental “tem a função de repassar à população em geral informações sobre os impactos ambientais decorrentes da implantação de uma obra”.

A estrutura do Relatório de Impacto Ambiental deve seguir as diretrizes descritas do Artigo 9º da Resolução de 23 de Janeiro de 1986 do (CONAMA). A seguir, tem-se a descrição do Artigo 9º.

“O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) refletirá as conclusões do estudo de impacto ambiental e conterá, no mínimo:

I. Os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;

II. A descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando para cada um deles, nas fases de construção e operação a área de influência, as matérias primas, e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnica operacionais, os prováveis efluentes, emissões, resíduos de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;

III. A síntese dos resultados dos estudos de diagnósticos ambiental da área de influência do projeto;

IV. A descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação;

V. A caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, bem como com a hipótese de sua não realização;

VI. A descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderam ser evitados, e o grau de alteração esperado;

VII. O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;

VIII. Recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral)".

Percebe-se que as diretrizes para a elaboração do Relatório de Impacto Ambiental são semelhantes ao do Estudo de Impacto Ambiental. Porém não basta copiar as conclusões do Estudo no Relatório, pois a função do Relatório é informar o público em geral dos impactos ambientais. Desta forma, o Relatório deve ser escrito em uma linguagem simplificada e possível de ser entendida por toda a sociedade.

Reforçando as diferenças entre o EIA e o RIMA o autor MACHADO (1999) *apud* REIS (2002: 15) cita: “O EIA é de maior abrangência que o RIMA e o engloba a si mesmo; o EIA compreende o levantamento da literatura científica e legal pertinente, trabalhos de campo, análises laboratoriais e a própria redação do relatório... o EIA precede o RIMA e é seu alicerce de natureza imprescindível. O RIMA expressa, por escrito, as atividades totais do EIA e dissociado deste perde a validade”.

### **C.3 Considerações sobre os Estudos / Relatórios de Impacto Ambiental**

Segundo WILKINS (2003), muitas vezes a equipe responsável pela elaboração dos Estudos / Relatórios de Impacto Ambiental estão sujeitas às restrições de tempo e dinheiro. Desta forma, a principal crítica a este estudo é que a subjetividade da

equipe envolvida pode acarretar na manipulação dos dados a fim de obter uma conclusão o mais rápido possível. A subjetividade da equipe que realizará o relatório pode interferir na:

- Delimitação do estudo: sem dúvida é importante estabelecer os limites do estudo, porém uma avaliação restrita pode omitir dados relevantes;
- Inexatidão dos dados: está relacionada com a base estatística escolhida, com a análise da variabilidade da amostra, com os erros da unidade de medida ou com a coleta insuficiente de dados;
- Simplificações das suposições: para se prever o impacto ambiental de um determinado processo é necessário realizar suposições. Porém uma simplificação equivocada pode acarretar em danos ambientais não previstos.

Por outro lado, WILKINS (2003) conclui que os valores da equipe que elaborou o relatório estão diretamente ligados aos resultados do estudo em prol ou não da sustentabilidade, ou seja, se os valores da equipe que elaborou o estudo estiverem relacionados com a causa ambiental, a subjetividade pode auxiliar na promoção do desenvolvimento sustentável. Desta forma, este autor ressalta a importância da participação da comunidade na validação dos resultados previstos pelo estudo.

Além disso, a participação da sociedade também é de extrema importância na validação dos Estudos de Impacto Ambiental porque cada segmento da comunidade tem um interesse em relação aos recursos ambientais. TOMMASI (1993) cita que os cidadãos questionarão se o futuro empreendimento afetará a sua saúde e segurança, já os ambientalistas se preocuparão com a extinção de espécies raras que habitam o local onde o empreendimento se instalará. Por outro lado, os empresários se preocuparão com a questão comercial ou recreacional.

## **ANEXO D: ANÁLISE E COLETA DE DADOS DA INDÚSTRIA METAL-MECÂNICA**

Neste anexo é apresentado o método para a quantificação da matéria-prima, dos materiais auxiliares, da água e energia elétrica consumidas e do cavaco descartado. A quantificação destes rejeitos se refere ao período de um ano.

### **D.1 Quantificação dos produtos produzidos**

Durante o intervalo de um ano, a indústria do setor metal-mecânico vendeu 9.743.480 produtos. Como esta empresa apenas produz os produtos após o cliente ter disparado uma ordem de compra, pôde-se concluir que o total de produtos vendidos foi o total de produtos produzidos.

### **D.2 Quantificação da matéria-prima e dos materiais auxiliares**

Para a quantificação da matéria-prima (aço em barras) e materiais auxiliares (bits, blank, garra, pinça, perfil, óleo lubrificante, broca e rebolo) foram analisados os pedidos de compra emitidos durante o período de um ano.

### **D.3 Quantificação da água e da energia elétrica consumidas**

Para quantificar a água e a energia elétrica consumidas durante o período de um ano foram analisadas as contas de água e de luz, respectivamente.

A indústria está dividida nos três principais setores:

- a) Torneamento, centrífuga e tamboreamento,
- b) Furação;
- c) Retífica, aplicação de protetivo e classificação.

Cada um destes setores possui uma conta de água e luz.

### **D.4 Quantificação do cavaco descartado**

Para estimar o cavaco descartado, foram analisados os cavacos gerados na produção dos cinco produtos mais vendidos durante o período de ano. Também foi considerado que apenas as operações de torneamento e furação geraram uma quantidade de cavaco relevante.

Desta forma, foram produzidos um lote de cada um dos produtos escolhidos para ser analisado. A quantidade de produtos e de cavaco do setor de torneamento está descrita no Quadro D.1.

**QUADRO D.1: Quantidade de produtos e cavaco por lote no setor de torneamento.**

<b>Produto</b>	<b>Número de produtos por lote (unidade)</b>	<b>Quantidade de cavaco por lote (gramas)</b>
A	3150	13200
B	2180	6300
C	2370	3900
D	4880	4200
E	2723	4100
<b>Total</b>	<b>15303</b>	<b>31700</b>

**Dividindo o total de cavaco gerado na produção destes lotes (31,7 kg) pelo número total de produtos fabricados (15303), tem-se a quantidade média de cavaco descartado por produto de 0,00207 kg.**

A estimativa do total de cavaco descartado durante o período de um ano é a multiplicação da quantidade média de cavaco descartado por produto (0,00207 kg) pelo número total de produtos fabricados (9.743.480) durante o período de um ano. Desta forma, a estimativa do cavaco gerado no setor de torneamento foi 20.184 kg.

Por outro lado, para quantificar o cavaco gerado no setor de furação, formou-se um lote de cada produto selecionado com 1250 peças. Estes lotes foram pesados antes e depois da operação de furação.

**QUADRO D.2: Quantidade de produtos e cavaco por lote no setor de furação.**

<b>Produto</b>	<b>Número de produtos por lote (unidade)</b>	<b>Peso do lote antes da operação de furação</b>	<b>Peso do lote após a operação de furação</b>	<b>Quantidade de cavaco por lote (gramas)</b>
A	1250	10975	10455	520
B	1250	17030	14990	2040
C	1250	14345	13995	350
D	1250	6760	6745	15
E	1250	10230	10000	230
<b>Total</b>	<b>6250</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3155</b>

**Dividindo o total de cavaco gerado na produção destes lotes (3,155 kg) pelo número total de produtos fabricados (6250), tem-se a quantidade média de cavaco descartado por produto de 0,0005048 kg.**

A estimativa do total de cavaco descartado durante o período de um ano é a multiplicação da quantidade média de cavaco descartado por produto (0,0005048 kg) pelo número total de produtos fabricados (9.743.480) durante o período de um ano. Desta forma, a estimativa do cavaco gerado no setor de furação foi 4919kg.

## **ANEXO E: ASPECTOS LEGAIS RELACIONADOS AO DESCARTE DE ÓLEO LUBRIFICANTE**

Este anexo apresenta uma síntese sobre os aspectos legais relacionados ao descarte de óleos lubrificantes. Inicialmente, descreve-se onde não deve ser realizado o descarte destes óleos. Em seguida, apresenta-se a forma correta de descarte do óleo lubrificante. Finalmente, têm-se as considerações sobre o controle de qualidade dos óleos reciclados.

O óleo lubrificante degradado é considerado um resíduo tóxico. Desta forma, a Resolução, nº 09, de 31 de Agosto de 1993 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) proíbe:

- O descarte dos óleos lubrificantes no solo, em águas superficiais, subterrâneas, no mar e em sistemas de esgoto;
- O descarte de óleo lubrificante que possa causar poluição atmosférica;
- A utilização de óleos lubrificantes que não possam ser reciclados através do rerrefino, exceto com autorização do IBAMA;
- A disposição final dos rejeitos do processo de rerrefino dos óleos lubrificantes sem tratamento prévio que garanta a eliminação das características tóxicas e poluentes do resíduo; a preservação dos recursos naturais e o atendimento aos padrões de qualidade ambiental.

Para se compreender como deve ser realizada a correta disposição de óleos lubrificantes é necessário conhecer a definição de alguns termos. O Artigo 2º da Portaria, nº 125, de 30 de Julho de 1999 da Agência Nacional de Petróleo cita algumas definições, tais como:

“I - óleo lubrificante básico: principal constituinte do óleo lubrificante acabado, podendo ser de origem mineral (derivado do petróleo), ou sintético (derivado de vegetal ou de síntese química);

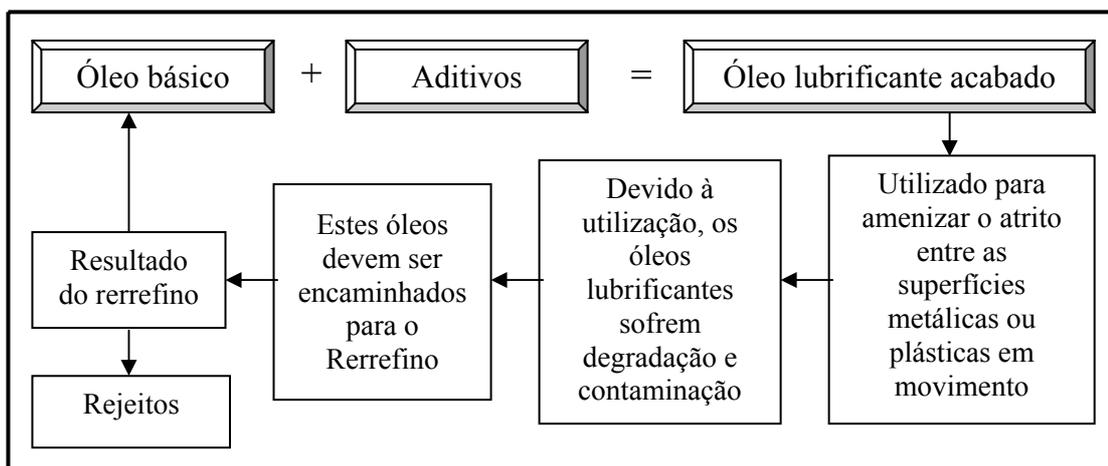
II - óleo lubrificante acabado: produto formulado a partir de óleo lubrificante básico, podendo conter aditivos;

III - óleo lubrificante usado ou contaminado: óleo lubrificante acabado que, em função do seu uso normal ou por motivo de contaminação, tenha se tornado inadequado à sua finalidade original;

IV - rerrefino: processo industrial para remoção de contaminantes, de produtos de degradação e de aditivos do óleo lubrificante usado ou contaminado, conferindo ao produto final as mesmas características de óleo lubrificante básico”.

Geralmente, os óleos lubrificantes são utilizados para amenizar o atrito entre as superfícies metálicas ou plásticas que estejam em movimento. O óleo lubrificante adquirido pela maioria das empresas é constituído por um óleo básico e aditivos. Devido à utilização, estes óleos lubrificantes sofrem degradação e contaminação, tornando-se impróprio para uso.

Os óleos lubrificantes degradados ou contaminados devem ser encaminhados para o rerrefino que remove os aditivos e os contaminantes do óleo. Este processo resulta em óleo básico e rejeitos. A Figura E1 ilustra o fluxograma da utilização e disposição final dos óleos lubrificantes.



**FIGURA E1 - Fluxo dos óleos lubrificantes**

Convém lembrar que a empresa responsável pela coleta do óleo lubrificante degradado e a empresa que realiza o rerrefino devem ser cadastradas na Agência Nacional de Petróleo. O coletor é necessário emitir um certificado de coleta para

a indústria que gerou o óleo lubrificante degradado e a empresa que realiza o rerrefino deve emitir um certificado de recebimento deste óleo para o coletor.

### **Controle de qualidade dos óleos rerrefinados**

A Portaria nº 130 de 30 de Julho de 1999 estabelece as características dos óleos rerrefinados que devem ser controladas, bem como, as normas que devem ser referências para os testes de qualidade e os valores especificados.

As características dos óleos rerrefinados que devem ser controladas são: aparência, cor, viscosidade, índice de viscosidade, ponto de Fulgor, ponto de fluidez, índice de acidez total, quantidade de cinza, resíduo de carbono, corrosividade ao cobre. Para cada um destes testes, cita-se uma Norma Brasileira Registrada (NBR) ou os métodos da *American Society for Testing and Materials* (ASTM) que devem ser utilizados.

Os rerrefinados que não atenderem aos padrões de qualidade estabelecidos pela Portaria nº 130 de 30 de Julho de 1999 estarão sujeitos as penalidades legais.

## **ANEXO F: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SISTEMÁTICA**

### **QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SISTEMÁTICA:**

1. Em relação aos termos utilizados na sistemática, pode-se afirmar que:

- A linguagem é simples, todos os termos utilizados são conhecidos pelo entrevistado.
- A linguagem é moderada, alguns termos utilizados não são conhecidos pelo entrevistado.
- A linguagem é complexa, a maioria dos termos utilizados não são conhecidos pelo entrevistado.

2. Em relação às dificuldades para a aplicação da sistemática, estas poderiam ser classificadas como:

- Não há dificuldades.
- Existem algumas dificuldades.
- A aplicação da sistemática é inviável.

Caso haja dificuldades, exemplificá-las: \_\_\_\_\_

---

---

---

3. Qual o tempo estimado para a aplicação da sistemática na sua empresa?

---

4. Qual o custo estimado para a aplicação da sistemática, incluindo o custo da implementação das ações de melhoria?

---