

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Fernando Ben

MODELO ECONÔMICO DE GESTÃO
AMBIENTAL - MEGA

Porto Alegre

2007

Fernando Ben

MODELO ECONÔMICO DE GESTÃO AMBIENTAL - MEGA

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção, na área de concentração em Gerência da Produção.

Orientador: Francisco José Kliemann Neto, Dr.

Porto Alegre

2007

Fernando Ben

MODELO ECONÔMICO DE GESTÃO AMBIENTAL - MEGA

Esta tese foi julgada adequada para obtenção do Título de Doutor em Engenharia da Produção – Ênfase em Gerência da Produção e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Francisco José Kliemann Neto, Dr.
Orientador PPGEP/UFRGS

Prof. Flávio Sanson Fogliatto, Ph.D.
Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Professor Antonio Cezar Bornia, Dr. (PPGEP/ UFSC)

Professor Cláudio José Müller, Dr. (PPGEP/UFRGS)

Professora Lucila Maria de Souza Campos, Dra. (PPGAT/UNIVALI)

Professor Luiz Felipe Machado do Nascimento, Dr. (PPGA/UFRGS)

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Fernandes (*in memorium*),
companheiro incansável em inúmeras viagens na
obtenção do conhecimento.

A minha mãe, Zeni, pelo incentivo incessante ao
crescimento pessoal e profissional.

Aos meus irmãos, Morgana e Kleber, pelo
companheirismo e espírito de grupo,
principalmente nas horas mais difíceis.

A minha esposa, Nerizala, pelo amor e apoio
recebido, além do entendimento nos momentos de
ausência, a qual deve ser considerada real
co-autora deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Às empresas Piva Comércio e Indústria Ltda. e Tremarin Móveis Ltda., pelo apoio oferecido na implementação das rotinas apresentadas nesta tese.

Aos professores do PPGEP, pela acolhida oferecida e pelos conhecimentos compartilhados.

Aos professores Cláudio José Müller, Luiz Felipe Machado do Nascimento, Lucila Maria de Souza Campos e Antonio Cezar Bornia, pelas valorosas contribuições.

Ao meu orientador, Prof. Francisco José Kliemann Neto, professor que tive muito orgulho de ser seu orientado, ao qual quero externalizar minha imensa gratidão, amizade e admiração.

“É possível que os investidores e acionistas usem cada vez mais a sustentabilidade ecológica, no lugar da estrita rentabilidade, como critério para avaliar o posicionamento estratégico de longo prazo”

Ernest Callembach

“Ninguém pode construir em teu lugar as pontes que precisarás passar para atravessar o rio da vida – ninguém, exceto tu, só tu”.

Nietzsche

“Da porta da minha casa vejo toda a aldeia, e vendo a minha aldeia eu vejo todo o meu mundo, por que o mundo é do tamanho do meu sonho...”.

Fernando Pessoa

RESUMO

O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo de gestão ambiental que analise os impactos econômicos identificados em empresas, visando preencher uma lacuna evidenciada na gestão empresarial – a falta de integração entre os aspectos econômicos da gestão ambiental. Tal proposta se justifica em função do entendimento dos aspectos ambientais no contexto empresarial ser uma necessidade para a competitividade das empresas nos mais variados segmentos. Entretanto, a compreensão das diversas variáveis que se relacionam com tais questões não é tarefa simples, tampouco realizada com frequência pelas organizações. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta um modelo econômico de gestão ambiental – MEGA. Com base na realização de um diagnóstico inicial, o modelo realiza análises dos custos operacionais ambientais, sua relação com a contabilidade ambiental e com os custos da qualidade ambiental. Para avaliar a relevância dos investimentos nesta área ou das ações desenvolvidas nesse sentido, o modelo utiliza análises mono e multicriteriais, bem como relações de benefício-custo para a avaliação econômica de tais fatores. A definição de indicadores ambientais e de planos de melhoria igualmente é utilizada. O modelo é aplicado em duas empresas do setor moveleiro. Em função de uma das empresas analisadas considerarem as questões ambientais nas decisões organizacionais a mais tempo do que a outra se observa a existência de uma quantidade mais elevada de análises avaliativas, enquanto que na outra empresa as análises foram propositivas. Contudo, destacam-se em ambas as empresas a limitação na base de dados para a utilização no modelo, onde os dados foram obtidos dos vários subsistemas existentes nas mesmas. Essas aplicações práticas do MEGA mostraram diferenças entre ambas no tratamento das questões ambientais, tanto nos aspectos qualitativos como nas análises quantitativas referentes às variáveis econômicas envolvidas nas análises.

Palavras-Chave: Custos Operacionais Ambientais, Gerenciamento Ambiental, Informações Ambientais, Avaliação Ambiental.



ABSTRACT

The objective of this thesis is to develop an environmental management model that analyzes the economical impacts identified in companies, in order to fill a gap that is shown in management of many organizations – the lack of integration in the economical aspects of environmental management. Such purpose is justified by the understanding that the environmental aspects in the organizational context are a necessity for the competitiveness in companies of several sectors. However, the understanding of several variables that are related to these questions is not a simple task, and is not made frequently by the companies. In this way, the purpose of this study is to present an economical model of environmental management – MEGA. Based on a preliminary diagnosis, the model analyzes the operational environmental costs, their relationship with environmental accountancy and with costs of environmental quality. To evaluate the relevancy of investments in this area or the actions developed with this purpose, the model uses monocriterial and multicriterial analysis, as well as benefit-cost, for the economical evaluation of such factors. The definition of environmental indicators and the improvement plans are also used. The model was applied in two companies of the furniture sector. Since one of the analyzed companies considers the environmental questions in the corporate decisions for a longer time than the other one, it's observed the existence of a higher quantity of evaluating analysis, while in the other company the analysis were proposed. However, it appears on both companies the limitation on their database for use in the model, where de data were obtained in several sub-systems existing on them. The practice applications of MEGA showed the differences between both companies regarding the environmental questions, as in the qualitative aspects, as in the quantitative analysis regarding the economical variables covered in the analysis.

Key words: Operational Environmental Costs, Environmental Management, Environmental Information, Environmental Evaluation.



LISTA DE SIGLAS

ACV – Análise do Ciclo de Vida

AHP – *Analytic Hierarch Process*

ARIP – Aterro para Resíduos Industriais Perigosos

BCSD – *Business Council on Sustainable Development*

CEBDS – Centro Empresarial Para o Desenvolvimento Sustentável

CLM – *Council of Logistics Management*

DAP – Disposição a Pagar

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler - RS

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

GCA – Gestão de Custos Ambientais

CLM – *Council of Logistics Management*

EPA – *Environmental Protection Agency*

FSC – *Forest Stewardship Council*

GRI – *Global Reporting Initiative*

ISO – *International Organization for Standardization*

MAUT – *Multi Attribute Utility Technology*

MDF – *Medium Density Fiberboard*

MMA – Ministério de Meio Ambiente

ONU – Organização das Nações Unidas

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

SMA – *Statements on Management Accounting*

UNSD – *United Nations Statistics Division*

WWF – *World Wildlife Fund*



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura da Cadeia Moveleira no Brasil.....	24
Figura 2 - Classificação das Pesquisas	28
Figura 3 - Classificação da Presente Pesquisa.....	29
Figura 4 - Abordagens da Gestão Ambiental nas Empresas	32
Figura 5 - Evolução do Investimento Ambiental na Indústria Brasileira	35
Figura 6 - Formas de Inclusão das Variáveis Ambientais na Empresa	38
Figura 7 - Comparação Entre as Técnicas de Gestão Ambiental Analisadas.....	52
Figura 8 - Estrutura Geral dos Custos Operacionais Ambientais	59
Figura 9 - Localização dos Itens de Custos Operacionais Ambientais na Estrutura Contábil Tradicional.....	60
Figura 10 - Classificação dos Custos da Qualidade Ambiental	62
Figura 11 - Tratamento dos Custos Ambientais Pelos Métodos de Custeio	64
Figura 12 - Sistemática Para Apuração dos Custos Ambientais Pela Utilização do Método ABC	65
Figura 13- Comparação Entre os Métodos de Análise Multicriterial.....	80
Figura 14 - Comparação Entre os Métodos Não Estruturados Diretos de Avaliação Ambiental.....	87
Figura 15 - Comparação Entre os Métodos Não Estruturados Indiretos de Gestão e Avaliação Ambiental.....	91
Figura 16 - Comparação Entre os Modelos Estruturados de Gestão e Avaliação Ambiental.....	98
Figura 17 - Estrutura Geral do MEGA	101
Figura 18 - Estrutura Detalhada do MEGA.....	102
Figura 19 - Seqüência Para Determinação dos Custos Operacionais Ambientais da Empresa.....	106
Figura 20 - Seqüência Para Cálculo do Custo das Atividades Ambientais	106
Figura 21 - Seqüência Para Determinação do Resultado de Ações Internas.....	107
Figura 22 - Seqüência Para Determinação das Taxas Relacionadas ao Meio Ambiente	108
Figura 23 - Modelo de Balancete Ambiental Proposto	108
Figura 24 - Seqüência de Determinação dos Custos da Qualidade Ambiental	110
Figura 25 - Técnicas de Análise Econômica Monocriterial Utilizadas no MEGA	110
Figura 26 - Seqüência de Utilização do Método AHP Para Análise Econômica Multicriterial.....	112
Figura 27 - Seqüência Para Determinação do Benefício Ambiental	113
Figura 28 - Planilha de Apoio Para Apuração do Benefício Ambiental	113
Figura 29 - Seqüência Para Determinação do Índice Benefício-Custo	114
Figura 30 - Indicadores Utilizados na Avaliação de Desempenho Ambiental.....	116
Figura 31 - Indicadores dos Conjuntos do Meio-Ambiente Sugeridos	117
Figura 32 - <i>Benchmarking</i> Ambiental	119
Figura 33 - Macrofluxo do Processo na Empresa Piva Comércio e Indústria Ltda.	124
Figura 34 - Fluxograma Antigo do Processo Industrial na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	128
Figura 35 - Fluxograma Novo do Processo Industrial na Piva Comércio e Indústria Ltda.	129



Figura 36 - Lógica de Produção Mais Limpa Aplicada no Caso do Arame na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	130
Figura 37 - Identificação dos Custos das Atividades Ambientais na Piva Comércio e Indústria Ltda.	133
Figura 38 - Disposição das Atividades Ambientais no Processo Produtivo da Piva Comércio e Indústria Ltda.....	134
Figura 39 - Representatividade das Atividades Ambientais na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	134
Figura 40 – Representatividade dos Recursos Para as Atividades Ambientais na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	135
Figura 41 - Balancete Mensal Ambiental na Piva Comércio e Indústria Ltda.	140
Figura 42 - Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental na Piva Comércio e Indústria Ltda.	142
Figura 43 - Composição dos Custos da Qualidade Ambiental na Piva Comércio e Indústria Ltda.	142
Figura 44 - Comparativo Entre os Arames Adquiridos Pela Piva Comércio e Indústria Ltda.....	157
Figura 45 - Fluxograma do Processo Produtivo da Tremarin Móveis Ltda.	173
Figura 46 - Identificação dos Custos das Atividades Ambientais na Tremarin Móveis Ltda.....	179
Figura 47 - Representatividade das Atividades Ambientais na Tremarin Móveis Ltda.	179
Figura 48 - Representatividade dos Recursos para as Atividades Ambientais na Tremarin Móveis Ltda.....	180
Figura 49 - Disposição das Atividades Ambientais no Processo Produtivo da Tremarin Móveis Ltda.....	181
Figura 50 - Balancete Mensal Ambiental na Tremarin Móveis Ltda.	186
Figura 51 - Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental na Tremarin Móveis Ltda.	188
Figura 52 - Representatividade dos Custos da Qualidade Ambiental na Tremarin Móveis Ltda.....	188



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala Fundamental do Método AHP	76
Tabela 2 - Quantidade Mensal de Insumos Utilizados na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	126
Tabela 3 - Resíduos Sólidos Industriais na Piva Comércio e Indústria Ltda.	127
Tabela 4 - Volume Anual de Resíduos Apresentado Pela Piva Comércio e Indústria Ltda.....	136
Tabela 5 - Resultado das Ações Internas na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	137
Tabela 6 - Taxas Relacionadas ao Meio Ambiente na Piva Comércio e Indústria Ltda.	138
Tabela 7 - Composição dos Custos Operacionais Ambientais na Piva Comércio e Indústria Ltda.	138
Tabela 8 - Análise do VPL no Caso da Cisterna na Piva Comércio e Indústria Ltda. .	144
Tabela 9 - Análise da TIR no Caso da Cisterna na Piva Comércio e Indústria Ltda. ..	145
Tabela 10 - Análise do <i>Payback</i> com Atualização no Caso da Cisterna na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	145
Tabela 11 - Análise do VPL na Implantação da Linha de <i>Spray</i> na Piva Comércio e Indústria Ltda.	147
Tabela 12 - Análise da TIR na Implantação da Linha de <i>Spray</i> na Piva Comércio e Indústria Ltda.	147
Tabela 13 - Análise do <i>Payback</i> com Atualização na Implantação da Linha de <i>Spray</i> na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	148
Tabela 14 - Resumo das Técnicas de Análise Monocriterial na Piva Comércio e Indústria Ltda.	149
Tabela 15 - Matriz de Comparação Entre os Critérios do Método AHP na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	150
Tabela 16 - Normalização dos Pesos dos Critérios na Piva Comércio e Indústria Ltda.	150
Tabela 17 - Determinação do Vetor dos Pesos no Método AHP na Piva Comércio e Indústria Ltda.	151
Tabela 18 - Relacionamento dos Projetos com a Minimização do Custo Operacional na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	152
Tabela 19 - Matriz Normalizada da Minimização do Custo Operacional na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	152
Tabela 20 - Relacionamento dos Projetos com o Atendimento à Legislação na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	152
Tabela 21 - Matriz Normalizada do Atendimento à Legislação na Piva Comércio e Indústria Ltda.	153
Tabela 22 - Relacionamento dos Projetos com a Agilidade no Processo Fabril na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	153
Tabela 23 - Matriz Normalizada da Agilidade no Processo Fabril na Piva Comércio e Indústria Ltda.	153
Tabela 24 - Matriz de Decisão Pelo Método AHP na Piva Comércio e Indústria Ltda.	154
Tabela 25 - Determinação do Benefício Ambiental da Cisterna na Piva Comércio e Indústria Ltda.	155



Tabela 26 - Determinação dos Custos Anuais da Cisterna na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	156
Tabela 27 - Índice Benefício-Custo no Armazenamento de Água Pluvial na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	156
Tabela 28 - Determinação do Benefício Ambiental no Caso do Arame na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	158
Tabela 29 - Determinação do Custo no Caso do Arame na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	158
Tabela 30 - Determinação do Índice Benefício-Custo no Caso do Arame na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	159
Tabela 31 - Determinação do Benefício da Linha de <i>Spray</i> na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	160
Tabela 32 - Custo da Linha de <i>Spray</i> na Piva Comércio e Indústria Ltda.	160
Tabela 33 - Índice Benefício-Custo na Linha de <i>Spray</i> na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	161
Tabela 34 - Determinação do Benefício no Caso dos Panos e Luvas na Piva Comércio e Indústria Ltda.	162
Tabela 35 - Determinação dos Custos no Caso dos Panos e Luvas na Piva Comércio e Indústria Ltda.	162
Tabela 36 - Índice Benefício-Custo no Caso dos Panos e Luvas na Piva Comércio e Indústria Ltda.	162
Tabela 37 - Ranking dos IBC Obtidos na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	163
Tabela 38 - Indicadores Ambientais Estruturados na Piva Comércio e Indústria Ltda.....	165
Tabela 39 - Quantidade Mensal de Insumos Utilizados na Tremarin Móveis Ltda.	174
Tabela 40 - Resíduos Sólidos Industriais na Tremarin Móveis Ltda.	176
Tabela 41 - Resultado das Ações Internas na Tremarin Móveis Ltda.	182
Tabela 42 - Taxas Relacionadas ao Meio Ambiente na Tremarin Móveis Ltda.	183
Tabela 43 - Composição dos Custos Operacionais Ambientais na Tremarin Móveis Ltda.....	183
Tabela 44 - Análise do VPL na Substituição do Motor Elétrico na Tremarin Móveis Ltda.....	190
Tabela 45 - Análise da TIR na Substituição do Motor Elétrico na Tremarin Móveis Ltda.....	190
Tabela 46 - Análise do <i>Payback</i> com Atualização na Substituição do Motor Elétrico na Tremarin Móveis Ltda.....	191
Tabela 47 - Análise do VPL no Caso das Cabines de Pintura na Tremarin Móveis Ltda.	192
Tabela 48 - Análise da TIR no Caso das Cabines de Pintura na Tremarin Móveis Ltda.	193
Tabela 49 - Análise do <i>Payback</i> com Atualização no Caso das Cabines de Pintura na Tremarin Móveis Ltda.....	193
Tabela 50 - Análise do VPL no Caso da Reciclagem do Solvente na Tremarin Móveis Ltda.....	194
Tabela 51 - Análise da TIR no Caso da Reciclagem do Solvente na Tremarin Móveis Ltda.....	195
Tabela 52 - Análise do <i>Payback</i> com Atualização no Caso da Reciclagem do Solvente na Tremarin Móveis Ltda.	195
Tabela 53 - Resumo das Técnicas de Análise Econômica Monocriterial na Tremarin Móveis Ltda.....	196



Tabela 54 - Matriz de Comparação Entre os Critérios do Método AHP na Tremarin Móveis Ltda.....	198
Tabela 55 - Normalização dos Pesos dos Critérios na Tremarin Móveis Ltda.	198
Tabela 56 - Determinação do Vetor dos Pesos no Método AHP na Tremarin Móveis Ltda.....	199
Tabela 57 - Relacionamento dos Projetos com a Estimulação de Ações Internas na Tremarin Móveis Ltda.....	199
Tabela 58 - Matriz Normalizada da Estimulação de Ações Internas na Tremarin Móveis Ltda.....	200
Tabela 59 - Relacionamento dos Projetos com a Proteção ao Meio Ambiente na Tremarin Móveis Ltda.....	200
Tabela 60 - Matriz Normalizada da Proteção ao Meio Ambiente na Tremarin Móveis Ltda.....	200
Tabela 61 - Relacionamento dos Projetos com o Atendimento à Legislação na Tremarin Móveis Ltda.....	201
Tabela 62 - Matriz Normalizada do Atendimento à Legislação na Tremarin Móveis Ltda.....	201
Tabela 63 - Relacionamento dos Projetos com Otimizar Rotinas de Produção na Tremarin Móveis Ltda.....	201
Tabela 64 - Matriz Normalizada da Otimização das Rotinas de Produção na Tremarin Móveis Ltda.....	202
Tabela 65 - Matriz de Decisão Pelo Método AHP na Tremarin Móveis Ltda.	202
Tabela 66 - Determinação do Benefício Ambiental da Substituição do Motor Elétrico na Tremarin Móveis Ltda.....	203
Tabela 67 - Determinação dos Custos Anuais da Substituição do Motor Elétrico na Tremarin Móveis Ltda.....	204
Tabela 68 - Índice Benefício-Custo na Substituição do Motor Elétrico na Tremarin Móveis Ltda.....	204
Tabela 69 - Determinação do Benefício na Substituição das Cabines de Pintura na Tremarin Móveis Ltda.....	205
Tabela 70 - Determinação do Custo na Substituição das Cabines de Pintura na Tremarin Móveis Ltda.....	205
Tabela 71 - Índice Benefício-Custo na Substituição das Cabines de Pintura na Tremarin Móveis Ltda.....	206
Tabela 72 - Determinação do Benefício no Caso da Recuperação do Solvente na Tremarin Móveis Ltda.....	207
Tabela 73 - Custo Anual da Reciclagem de Solvente na Tremarin Móveis Ltda.	207
Tabela 74 - Índice Benefício-Custo na Reciclagem do Solvente na Tremarin Móveis Ltda.....	207
Tabela 75 - Ranking dos IBC Obtidos na Tremarin Móveis Ltda.....	208
Tabela 76 - Indicadores Ambientais Estruturados na Tremarin Móveis Ltda.....	209



SUMÁRIO

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	18
1.1 TEMA DO TRABALHO.....	20
1.1.1 Delimitação do Tema	20
1.1.2 Justificativa	21
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	27
1.2.1 Objetivo Geral	27
1.2.2 Objetivos Específicos.....	27
1.3 MÉTODO	27
1.3.1 Método de Pesquisa.....	27
1.3.2 Método de Trabalho.....	29
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	30
1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	31
2 SISTEMAS DE GESTÃO E DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL	32
2.1 SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL.....	36
2.1.1 Gestão dos Custos Ambientais	37
2.1.2 Estabelecimento de Indicadores Ambientais	39
2.2 TÉCNICAS DE GESTÃO AMBIENTAL	41
2.2.1 Técnicas de Prevenção Ambiental	41
2.2.2 Técnicas de Minimização dos Resíduos.....	45
2.2.3 Técnicas de Gestão dos Resíduos	47
2.2.4 Técnica de Parametrização do Controle Ambiental – Série ISO 14000	50
2.2.5 Comparativo Entre as Técnicas de Gestão Ambiental	51
2.3 CONTABILIDADE GERENCIAL AMBIENTAL	52
2.3.1 Elementos de Custos Ambientais.....	53
2.3.2 Custos Operacionais Ambientais	57
2.4 TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE EM PROJETOS	67
2.4.1 Análise Monocriterial	67
2.4.2 Análise Multicriterial.....	73
2.4.3 Análise Benefício-Custo	80
3 MÉTODOS DE GESTÃO E AVALIAÇÃO AMBIENTAL	83
3.1 MÉTODOS NÃO-ESTRUTURADOS DE GESTÃO E AVALIAÇÃO	
AMBIENTAL.....	84
3.1.1 Métodos Não-Estruturados Diretos de Avaliação Ambiental	84
3.1.2 Métodos Não-Estruturados Indiretos de Gestão e Avaliação Ambiental	
.....	87
3.1.3 Análise Crítica dos Métodos Não-Estruturados de Gestão e Avaliação	
Ambiental.....	90
3.2 MÉTODOS ESTRUTURADOS DE GESTÃO E AVALIAÇÃO	
AMBIENTAL.....	91
3.2.1 Modelo de Ferreira - Gestão Econômica do Meio Ambiente	92
3.2.2 Método de Gerenciamento de Impactos Ambientais (GAIA)	93
3.2.3 Sistema de Gestão e Avaliação de Desempenho Ambiental (SGADA)..	94
3.2.4 Método de Alves para Apuração e Controle de Custos da Qualidade	
Ambiental.....	94



3.2.5 Modelo de Durairaj et. al., de Análise de Custos do Ciclo de Vida (LCECA)	95
3.2.6 Modelo de Regatschnig e Schnitzer	95
3.2.7 Método de Carvalho para Identificação dos Custos Ambientais na Cadeia Produtiva de Papel e Celulose	96
3.2.8 Modelo Econômico de Controle e Avaliação de Impactos Ambientais (MECAIA).....	97
3.2.9 Modelo de Velani: A Ciência Contábil e a Eco-Eficiência dos Negócios	97
3.2.10 Análise Crítica dos Métodos Estruturados de Gestão e Avaliação Ambiental	98
4 PROPOSIÇÃO DO MODELO ECONÔMICO DE GESTÃO AMBIENTAL (MEGA)	100
4.1 ETAPA 1 – DIAGNÓSTICO INICIAL DA EMPRESA.....	103
4.1.1 Preparação da Equipe.....	103
4.1.2 Realização do Diagnóstico Inicial	104
4.2 ETAPA 2 – LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS .	105
4.2.1 Determinação dos Custos Operacionais Ambientais	105
4.2.2 Evidenciação da Contabilidade Ambiental.....	108
4.3 ETAPA 3 - AVALIAÇÃO DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS.....	109
4.3.1 Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental	109
4.3.2 Análise Econômica Monocriterial.....	110
4.3.3 Análise Econômica Multicriterial	112
4.3.4 Análise Benefício-Custo	112
4.4 ETAPA 4 – ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	114
4.4.1 Definição de Indicadores Ambientais.....	115
4.4.2 Estabelecimento de <i>Benchmarking</i> Ambiental	119
4.5 ETAPA 5 - PLANOS DE MELHORIA	120
4.5.1 Organização de Grupos de Melhoria	120
4.5.2 <i>Feedback</i>	120
5.1 ETAPA 1 - DIAGNÓSTICO INICIAL DA EMPRESA	122
5.1.1 Preparação da Equipe.....	122
5.1.2 Realização do Diagnóstico Inicial	122
5.2 ETAPA 2 - LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS..	132
5.2.1 Determinação dos Custos Operacionais Ambientais	132
5.2.2 Evidenciação da Contabilidade Ambiental.....	139
5.3 ETAPA 3 - AVALIAÇÃO DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS.....	141
5.3.1 Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental	141
5.3.2 Análise Econômica Monocriterial.....	143
5.3.3 Análise Econômica Multicriterial	149
5.3.4 Análise Benefício-Custo	154
5.4 ETAPA 4 - ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	164
5.4.1 Definição de Indicadores Ambientais.....	164
5.4.2 Estabelecimento de <i>Benchmarking</i> Ambiental	167
5.5 ETAPA 5 - PLANOS DE MELHORIA	168
5.5.1 Organização de Grupos de Melhoria	168
5.5.2 <i>Feedback</i>	169
5.6 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	169
6 APLICAÇÃO DO MEGA NA EMPRESA TREMARIN MÓVEIS LTDA.....	172
6.1 ETAPA 1 - DIAGNÓSTICO INICIAL DA EMPRESA	172
6.1.1 Preparação da Equipe.....	172



6.1.2 Realização do Diagnóstico Inicial	173
6.2 ETAPA 2 - LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS..	178
6.2.1 Determinação dos Custos Operacionais Ambientais	178
6.2.2 Evidenciação da Contabilidade Ambiental.....	185
6.3 ETAPA 3 - AVALIAÇÃO DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS.....	187
6.3.1 Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental	187
6.3.2 Análise Econômica Monocriterial.....	189
6.3.3 Análise Econômica Multicriterial	197
6.3.4 Análise Benefício-Custo	203
6.4 ETAPA 4 - ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	209
6.4.1 Definição de Indicadores Ambientais.....	209
6.4.2 Estabelecimento de <i>Benchmarking</i> Ambiental	211
6.5 ETAPA 5 - PLANOS DE MELHORIA	212
6.5.1 Organização de Grupos de Melhoria	212
6.5.2 <i>Feedback</i>	212
6.6 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO.....	213
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	216
7.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	219
7.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	219
REFERÊNCIAS	222



1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A questão ambiental vem adquirindo uma importância muito grande em todas as atividades realizadas pelo homem. Nos dias atuais, uma empresa de grande ou pequeno porte que ignora a relevância dos impactos ambientais que suas atividades podem causar ao meio ambiente está determinando o limite de sua existência e, ao mesmo tempo, perdendo a possibilidade de colocar a empresa em grande vantagem competitiva no mercado em que atua.

Nas empresas em nível nacional e mundial, o meio ambiente é um item importante do planejamento estratégico, especialmente na indústria, segmento que apresenta um relacionamento mais intenso do processo produtivo com o meio ambiente. Há uma crescente conscientização da necessidade de proteger o meio ambiente. Clientes e consumidores estão tomando decisões de compra baseadas em aspectos ambientais. Esta tendência está fazendo com que as empresas comecem a se dar conta de que as medidas de proteção ambiental não surgiram para prejudicar ou impedir o crescimento e o desenvolvimento econômico, mas sim como mais uma meta a ser atingida com o objetivo de torná-las competitivas e agregar valor aos seus produtos, no cenário globalizado do mundo atual. Na visão de Barbieri (2004, p. 100), o crescimento da consciência ambiental, ao modificar os padrões de consumo, constitui uma das mais importantes armas em defesa do meio ambiente. Quando a empresa busca capturar oportunidades pelo crescente contingente de consumidores responsáveis através de ações legítimas e verdadeiras, essas ações tendem a reforçar ainda mais a consciência ambiental, criando um círculo virtuoso, no qual a atuação mercadológica, através do marketing verde, torna-se um instrumento de educação ambiental.

Conforme Hansen e Mowen (2001, p. 565), a gestão ambiental responsável é um foco importante para muitas empresas. Na verdade, muitas delas gastam volumes consideráveis de recursos a cada ano em atividades ambientais. Porém, muitas vezes as decisões ambientais são tomadas com pouco apoio do sistema de informações da gestão de custos. Frequentemente, elas são tomadas apenas para cumprir os regulamentos. Ainda conforme os autores, o surgimento de uma abordagem pró-ativa significa que a gestão dos custos ambientais está se tornando um assunto de alta prioridade e intenso interesse em função de alguns fatores, como o aumento significativo da regulamentação ambiental em diversos países. Além disso, observa-se o fato de reguladores e empresas



estarem percebendo que pode ser menos oneroso prevenir a poluição do que remediá-la. Nesse sentido, é observada a atuação de órgãos reguladores da área (IBAMA, FEPAM, outros), que fiscalizam as atividades com potencial de agressão ao meio ambiente e impõem multas como forma de conscientização para a preservação ambiental.

Quando analisados de maneira estreita, os custos ambientais podem ser encarados como um problema para as empresas, pois eles tendem a aumentar o custo de produção e, conseqüentemente, o custo final do produto. Contudo, conforme Hawken, Lovins e Lovins (1999, p. 106), quando bem feita, a poupança de uma grande quantidade de energia ou de recursos geralmente custa unitariamente menos que a de uma quantidade pequena. Para tanto, os produtos devem ser projetados envolvendo fatores de produção de maneira ampla, visando uma otimização geral do processo produtivo. Os princípios da Gestão de Custos Ambientais (GCA) são a economia de custos, o aperfeiçoamento do desempenho ambiental e o estabelecimento de mudanças organizacionais efetivas, as quais constituem um triângulo que cria efeitos sinérgicos que conduzem a um processo contínuo de melhoramentos na organização.

Quando questionados sobre a finalidade da apuração e diagnóstico dos custos ambientais em uma empresa, Hansen e Mowen (2001, p. 566) argumentam que o conhecimento da estrutura dos custos ambientais e suas causas podem levar ao reprojeção de um processo. Tal reprojeção, como conseqüência, pode reduzir a quantidade de matéria-prima consumida e os poluentes emitidos ao meio ambiente (uma interação entre os incentivos de inovação e redução de custos). Assim, os custos ambientais atuais e futuros são reduzidos, e a empresa se torna mais competitiva. Contudo, para fornecer essas informações, é necessário definir, medir, classificar e atribuir os custos ambientais aos processos, produtos e outros objetos de custo de interesse da organização. Além disso, atribuir custos ambientais aos produtos e processos revela as fontes desses custos e ajuda a identificar suas causas fundamentais, de maneira que possam ser controlados. Nesse sentido, Barbieri (2004, p. 99) argumenta que a solução dos problemas ambientais, ou sua minimização, exige uma nova atitude dos empresários e administradores, que devem passar a considerar o meio ambiente em suas decisões e adotar concepções administrativas e tecnológicas que contribuam para ampliar a capacidade de suporte do planeta. Em outras palavras, espera-se que as empresas deixem de ser problemas e passem a fazer parte das soluções.

Apesar da relevância do tema, não se observa um modelo de gestão que congregue informações sobre o desempenho ambiental da organização aliado à



contabilidade ambiental e aos indicadores ambientais, os quais possibilitariam uma gestão mais eficiente das empresas. Conforme recomendado por Lerípio (2001, p. 140), a concepção e elaboração de método para identificação de custos ambientais associados aos processos produtivos serão pertinentes. Outra recomendação apresentada por Kraemer (2002, p. 177) é estudar, sistematizar e comparar os métodos de valoração ambiental existentes, além de realização de análises custo-benefício. Com base nessas recomendações, o desenvolvimento de um Modelo Econômico de Gestão Ambiental (MEGA) pretende suprir a lacuna apresentada na literatura com análises econômicas acerca dos aspectos ambientais no setor industrial.

1.1 TEMA DO TRABALHO

O tema deste trabalho é a gestão ambiental voltada ao setor industrial, o qual buscará particularmente a mensuração de aspectos econômicos associados às questões ambientais nas organizações.

1.1.1 Delimitação do Tema

O presente trabalho busca analisar a relação entre os aspectos econômicos que envolvem a gestão ambiental no setor industrial.

O modelo desenvolvido neste trabalho foi estruturado de forma que possa ser aplicado em indústrias de todos os segmentos da economia. Contudo, neste trabalho o modelo foi particularmente aplicado em empresas brasileiras do setor moveleiro. A opção pelo setor moveleiro originou-se dos problemas apresentados pelas empresas inseridas no mesmo, envolvendo variáveis de entrada no processo (escassez de matéria-prima, por exemplo), variáveis operacionais (produtos utilizados, equipamentos para controle dos impactos do processo ao meio ambiente) e variáveis de saída (disposição dos resíduos, por exemplo). Além disso, apesar de FEPAM (2006) não evidenciar o setor moveleiro dentre aqueles de maior impacto ambiental no Estado do Rio Grande do Sul, o mesmo é responsável por uma parcela significativa da economia da região nordeste do Estado.



1.1.2 Justificativa

A reflexão sobre a temática ambiental e o desenvolvimento sustentável apresenta discussões cada vez mais acentuadas, e esse assunto passa a ser debatido nos mais variados segmentos da sociedade brasileira e mundial.

Em nível macroeconômico, os aspectos ambientais referentes ao consumo eficiente dos recursos naturais vêm sendo tratados por várias entidades (Instituto Akatu e o CEBDS, por exemplo), as quais tratam da utilização racional de recursos renováveis e não-renováveis, além de problemas que envolvem a sociedade, como o lixo e os passivos ambientais, por exemplo. A sociedade vem discutindo esses temas em foros específicos e de relevância mundial, os quais resultam em documentos de comprometimento com o meio ambiente, como é o caso da Agenda 21 e do Protocolo de Kyoto. O governo brasileiro igualmente apresenta sua preocupação com os problemas ambientais no nível macroeconômico, e o Ministério do Meio Ambiente (MMA) apresenta atuação firme no sentido da preservação ambiental.

Em função de incidentes ocorridos em empresas onde o meio ambiente foi afetado (acidente com o petroleiro Exxon Valdez, no Alasca; acidente em Chernobyl, na Rússia; vazamento de gás na Vila Socó, em Cubatão; acidente com o Césio 137, em Goiânia; vazamento de óleo na plataforma P-36 da Petrobrás, no Rio de Janeiro; entre outros) a variável ambiental passou a ser discutida no âmbito da sociedade em geral, e se passou a analisar a interferência das empresas no meio ambiente.

No Brasil, observa-se a atuação de órgãos de monitoramento e fiscalização ambiental que apresentam fortes interferências na atividade operacional das empresas (IBAMA, FEPAM, por exemplo). Assim, as empresas devem estar atentas às normas, legislações e padrões existentes para evitar que venham a ser penalizadas por tais entidades. Nesse âmbito, são observadas ainda atuações de organizações não-governamentais (Greenpeace, WWF, por exemplo) que, apesar de não possuírem o caráter fiscalizador, apresentam interação com a atividade operacional das empresas.

De outro lado, observam-se ações voluntárias de empresários que investem na melhoria do desempenho de processos e na preservação do ambiente que envolve a empresa direta ou indiretamente. Nesse sentido, constatam-se empresas que adotam técnicas de produção mais limpa (P+L), ecoeficiência, reciclagem e demais técnicas que objetivam a elaboração dos produtos visando o menor impacto possível ao meio ambiente. Com relação à proteção ambiental, observam-se implementações de estações



de tratamento de efluentes (ETEs), filtros, exaustores, lavadores de gases e demais equipamentos que, apesar de onerarem a empresa, contribuem para a preservação dos recursos naturais.

Observa-se ainda esforços por parte da indústria no sentido de estabelecer regulamentações acerca da governança da cadeia moveleira. O FSC (sigla em inglês para *Forest Stewardship Council*, que significa Conselho de Manejo Florestal) é o resultado de uma iniciativa para a conservação ambiental e desenvolvimento sustentável das florestas das mais significativas em termos mundiais surgida na década de 1990 e envolvendo ambientalistas, pesquisadores, engenheiros florestais, empresários da indústria e comércio de produtos de origem florestal, trabalhadores, comunidades indígenas e outros povos da floresta, e instituições certificadoras de 34 países. A organização não-governamental foi oficialmente criada em 1993 e está sediada no México, tendo hoje 599 membros afiliados (pessoas físicas e jurídicas) em 71 países. O objetivo do FSC é difundir o bom manejo florestal conforme Princípios e Critérios que conciliam as salvaguardas ecológicas com os benefícios sociais e a viabilidade econômica, e são os mesmos para o mundo inteiro.

Em vista disso, nas últimas décadas ocorreu uma mudança muito grande no ambiente em que as corporações operam: as empresas que eram vistas apenas como instituições econômicas, com responsabilidades referentes a resolver os problemas econômicos fundamentais (o que produzir, como produzir e para quem produzir), têm presenciado o surgimento de novos papéis que devem ser desempenhados, como resultado das alterações no ambiente em que operam (DONAIRE, 1999).

Com base nessa realidade, constata-se que a problemática ambiental deve ser tratada não apenas no nível macroeconômico, onde aspectos inerentes à coletividade são abordados, mas também nos níveis meso e microeconômicos, onde as variáveis ambientais devem estar compreendidas pelas empresas que atuam no mercado e necessitam atender às normas ambientais existentes sem comprometer a elaboração de produtos com preços competitivos. Dessa forma, um perfeito entendimento das variáveis ambientais existentes no ambiente empresarial, o qual envolve os diferentes aspectos ambientais tanto do processo produtivo como do contexto na organização, passa a ser um fator determinante da competitividade nas empresas.

A gestão dos recursos naturais que afetam o ambiente empresarial nas indústrias moveleiras não é observada de maneira homogênea. Tal afirmação é encontrada em estudo realizado por Ben (2005). Neste estudo, foi realizada uma pesquisa com base em



dados qualitativos comparando as diferentes dimensões no gerenciamento ambiental em empresas moveleiras de diferentes portes. O trabalho evidenciou que a grande empresa utiliza a gestão dos recursos naturais como diferencial competitivo, uma vez que entende que, quanto menor for o volume de resíduos observados no processo produtivo, menor será o volume de recursos financeiros empregados na aquisição de matéria-prima e materiais diversos e que não estão sendo convertidos em produtos finais. Dessa maneira, através da utilização de técnicas como a Produção Mais Limpa e a reciclagem, a grande empresa moveleira busca minimizar o impacto da atividade operacional no meio ambiente. Em contrapartida, a pequena empresa encara as questões ambientais como sendo um problema imposto pelas entidades fiscalizadoras, não vislumbrando maneiras de utilizar tal variável como um diferencial em relação à concorrência. Quando indagadas acerca da relevância de um modelo que integrasse as variáveis ambientais de forma a realizar análises econômicas, tanto a pequena como a média e a grande empresas ressaltaram a relevância e a aplicabilidade de tal ferramenta na gestão empresarial.

Analisando o volume de resíduos de madeira e seus derivados, Hillig, Schneider e Pavoni (2004, p.40) evidenciam que, nas empresas moveleiras pesquisadas, observa-se a geração mensal de 6.158,6 m³ de serragem, 5.077,3 m³ de maravalhas e 3.448,8 m³ de retalhos de madeira e de seus derivados em volume a granel. Tal estudo indicou ainda a viabilidade de utilização desse resíduo. Como exemplo dessa utilização ficou ressaltada a maravalha, a qual possui formas e tamanhos adequados para a produção de chapas aglomeradas, e para a qual o estudo aponta a possibilidade de utilização para a geração de energia. Finalmente, o estudo aponta ainda a necessidade de implantação e incremento de técnicas de produção mais limpa. Ficaram apresentadas propostas referentes à redução no volume dos resíduos, ao reuso e reciclagem e ao tratamento e disposição, entre outros. Destaca-se, ainda, que tais impactos se apresentam de maneira consideravelmente incrementada se considerada a estrutura de cadeia apresentada no setor moveleiro brasileiro. Para uma compreensão de tal dimensão, a Figura 1 apresenta a estrutura da cadeia moveleira.

Em outra contribuição para a gestão ambiental em empresas do setor moveleiro, Schneider, Nehme e Ben (2006) mostram a atividade moveleira, a exemplo de outros segmentos, gera em seus processos produtivos diferentes tipos de resíduos, efluentes e emissões atmosféricas que podem contribuir para o agravamento da problemática ambiental, quando não ocorre um controle na geração e nas emissões, bem como na



disposição inadequada. Dessa maneira, o estudo apresenta resultados de análises ambientais sob diferentes aspectos na indústria moveleira, abrangendo conceitos como ecoeficiência, resíduos sólidos, resíduos de processos de pintura, resíduos poliméricos, uso racional de energia elétrica, geração de créditos de carbono, custos ambientais, planejamento e controle da produção, *ecodesign*, marketing ambiental, responsabilidade jurídica e fundamentos legais a que estão submetidas as indústrias moveleiras. Os autores apontam, ainda, que o pólo moveleiro da serra gaúcha responde por 45% da produção estadual de móveis.

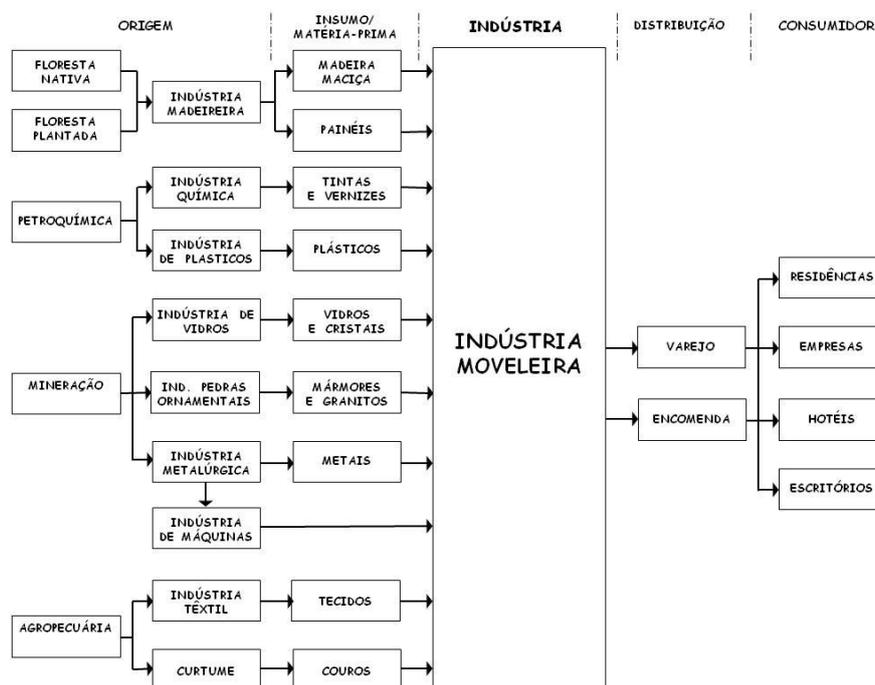


Figura 1 - Estrutura da Cadeia Moveleira no Brasil

Fonte: Associação das Indústrias de Móveis do Estado do Rio Grande do Sul - MOVERGS

Observa-se a existência de trabalhos já desenvolvidos nessa área. Contudo, os mesmos tendem para a conscientização ambiental, poucos abordando a avaliação dos referidos aspectos no ambiente empresarial. Os trabalhos que abordam avaliação ambiental realizam poucas análises no ambiente microeconômico das organizações, detendo-se principalmente nas externalidades observadas no campo macroeconômico. Nos trabalhos que abordam os aspectos ambientais internos das organizações, são observadas análises de ações pontuais e não integradas, constituindo-se em modelos de gestão ambiental amplos, com ênfase na avaliação dos aspectos ambientais isolados. Verifica-se, ainda, a existência de poucas ferramentas de avaliação efetiva do



desempenho ambiental no ambiente empresarial, sendo que as mesmas encontram-se de maneira dissociada com as ações ambientais externas apresentadas. Além disso, nenhum aborda de maneira integrada a economicidade dos elementos ambientais da organização.

Nos trabalhos anteriormente realizados, constatam-se lacunas que não foram solucionadas com os mesmos. Agüero (1996, p. 212) evidencia a existência de uma série de itens no mundo da economia dos recursos naturais sobre os quais abundam indagações teóricas e comprovações empíricas, como nos casos de como inventariar e contabilizar o patrimônio dos recursos naturais, na linha da contabilidade nacional, além de como considerar os recursos naturais quando incorporados nos diferentes projetos de investimento e outras ações. Lerípio (2001, p. 140) aponta a necessidade de concepção e elaboração de método para identificação dos custos ambientais. Kraemer (2002, p. 177) evidencia a necessidade de estudar, sistematizar e comparar os métodos de valoração ambiental existentes, já que foram encontradas referências bibliográficas, associadas aos mesmos, pouco detalhadas.

Entretanto, apesar da relevância de tais estudos, os mesmos não apresentam integração entre as ferramentas de análise, limitando-se a apresentar as técnicas de maneira isolada, o que dificulta a operacionalidade de um sistema de gestão ambiental.

1.1.2.1 Originalidade

Observa-se uma carência de trabalhos amplos, de cunho marcadamente científico na área da gestão ambiental no ambiente organizacional, a partir de uma visão global da organização e seus sistemas de avaliação de desempenho.

Destaca-se ainda a relevância de estudos abordando a gestão ambiental através de controles quantitativos, fator este que não é observado com frequência nos trabalhos elaborados nessa área. Nesse sentido, a integração de informações qualitativas e quantitativas no contexto econômico da gestão ambiental é fator essencial. Dado que um modelo econômico de gestão ambiental deve necessariamente, a partir de uma abordagem contingencial, incluir aspectos desse contexto, a originalidade deste trabalho fica evidenciada.

Assim, este trabalho aborda a relação existente entre os aspectos econômicos tangíveis da gestão ambiental no ambiente organizacional.



1.1.2.2 Não-Trivialidade

O esforço necessário para reunir em uma primeira proposta um modelo econômico de gestão ambiental, incorporando aspectos já conhecidos e sugerindo outros ainda a serem afirmados consistem de tarefa significativa e digna de um trabalho de doutoramento.

Também o trabalho de pesquisa aplicada com objetivos exploratórios e procedimentos técnicos de caráter bibliográfico, de levantamento de dados e de estudo de casos consiste de esforço científico significativo em entender, a partir de um modelo abrangente, diversos aspectos do que pode ser considerada gestão ambiental sob o enfoque econômico, de um ponto de vista amplo, além dos aspectos puramente qualitativos.

1.1.2.3 Contributividade

Este trabalho apresenta aspectos de contribuição ao campo de conhecimento da gestão ambiental com um enfoque econômico, no sentido de aprofundar estes conhecimentos e fornecer uma visão mais abrangente. Assim, o trabalho pretende fornecer aos gestores empresariais elementos que auxiliem o gerenciamento dos fatores ambientais que ocorrem no contexto empresarial sob o enfoque econômico.

Ao considerar que uma das principais funções da Engenharia de Produção seja contribuir para o entendimento dos fenômenos ocorridos no ambiente empresarial, acredita-se que esta proposta de implementação possa oferecer contribuições relevantes para a área, colaborando para o aprimoramento contínuo dos processos.

1.1.2.4 Questão de Pesquisa

Como parte da proposta desta tese, a explicitação da questão de pesquisa a ser tratada é fator relevante para a condução dos trabalhos. Nesse sentido, a questão de pesquisa é apresentada da seguinte forma: É possível abordar a gestão ambiental realizada no ambiente empresarial de maneira econômica?



1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Os objetivos do presente trabalho dividem-se em geral e específicos, os quais são apresentados na seqüência.

1.2.1 Objetivo Geral

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo de gestão ambiental que analise os impactos econômicos em empresas.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para a construção desse modelo, alguns outros objetivos serão buscados, como:

- analisar criticamente os modelos de avaliação ambiental atualmente existentes;
- apresentar elementos que propiciem a incorporação da análise econômica da gestão ambiental nas rotinas de decisão de empresas industriais;
- aplicar o modelo proposto em duas empresas, discutindo os principais aspectos inerentes às aplicações.

1.3 MÉTODO

Apresenta-se nesse trabalho o método de pesquisa utilizado, bem como o método de trabalho a ser empregado.

1.3.1 Método de Pesquisa

De acordo com Silva e Menezes (2001), existem várias formas de classificar as pesquisas. As formas tradicionais de classificação são do ponto de vista da sua natureza (básica ou aplicada), da forma de abordagem do problema (qualitativa ou quantitativa), de seus objetivos (exploratória, descritiva ou explicativa) e dos procedimentos técnicos (bibliográfica, documental, experimental, levantamento, estudo de caso, *expost-facto*, pesquisa-ação e participante). Na Figura 2, é apresentada a forma esquemática da metodologia de classificação das pesquisas.



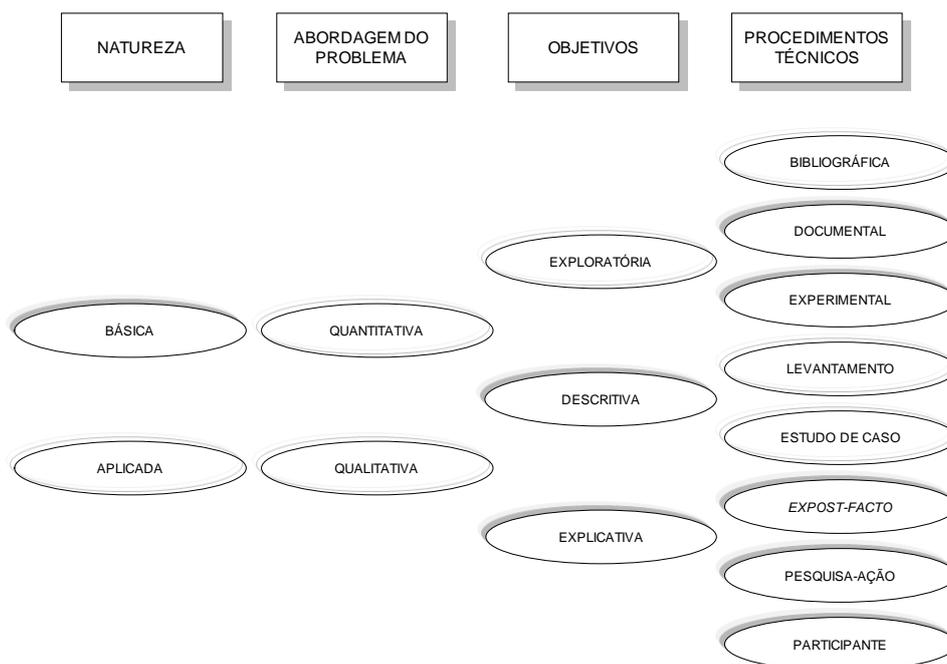


Figura 2 - Classificação das Pesquisas

Fonte: Silva e Menezes (2001)

Quanto à natureza do trabalho, o mesmo é classificado como pesquisa aplicada, uma vez que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática de um modelo de gestão ambiental para o ambiente industrial, enfatizando nos aspectos econômicos integrados de tal gestão, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. Já do ponto de vista da forma de abordagem do problema, esta tese apresenta características qualitativas, analisando práticas adotadas nas empresas, o tipo de resíduo apresentado e demais evidências desse tipo; e características quantitativas, interpretando fenômenos e atribuindo significado ao ambiente natural como fonte de dados, permitindo a análise e interpretação.

Em se tratando dos objetivos do trabalho, esta tese pode ser classificada como exploratória, visto que envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulam a compreensão. Isso se enquadra na definição de pesquisa exploratória de Gil (1991).

Quanto aos procedimentos técnicos, essa pesquisa se classifica como (i) bibliográfica, por ter sido baseada em material já publicado, constituído de livros, artigos de periódicos e materiais disponibilizados na Internet, (ii) levantamento, por



envolver a interrogação direta de pessoas durante o estudo de caso proposto para avaliar a implantação e manutenção das ferramentas estruturadas no modelo a ser apresentado nesta tese e (iii) estudo de caso, por realizar dois estudos de caso abordando a aplicação do modelo estruturado em duas empresas distintas. Dessa forma, a pesquisa a ser desenvolvida nesta tese pode ser classificada, de modo geral, segundo a Figura 3.

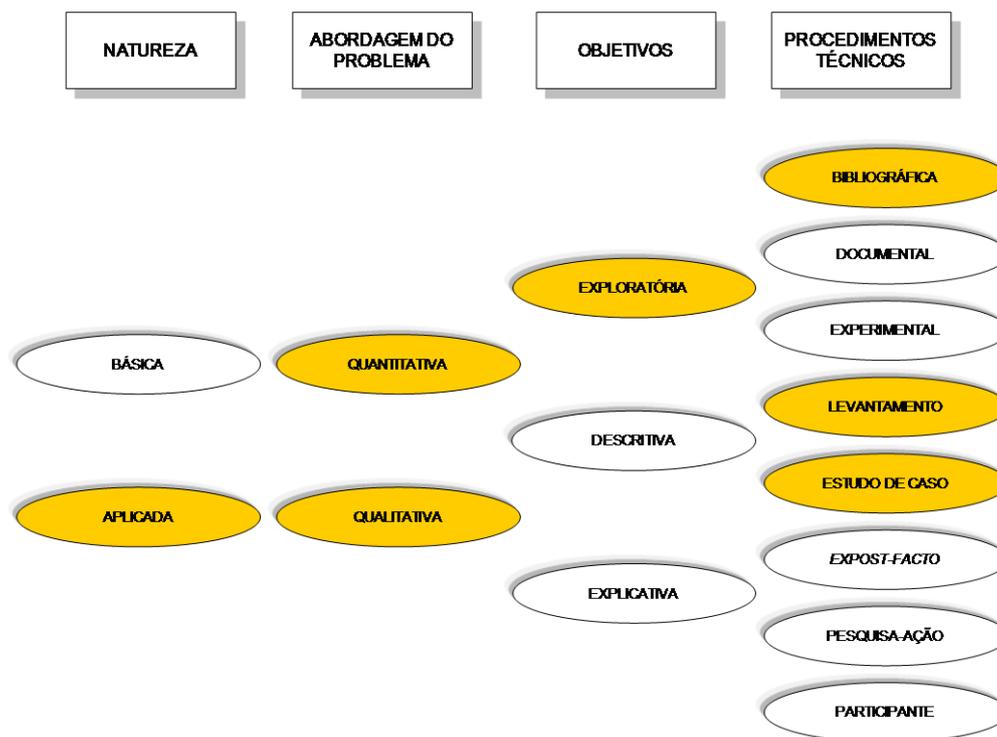


Figura 3 - Classificação da Presente Pesquisa

Fonte: Adaptado de Silva e Menezes (2001)

1.3.2 Método de Trabalho

Num primeiro momento, são abordadas as técnicas e requisitos relacionados às questões ambientais que impactam a operacionalidade das atividades empresariais. Tal análise considera questões relativas à contabilidade ambiental e seu inter-relacionamento com os aspectos ambientais do setor produtivo. A análise da qualidade é fator obrigatório nessa linha de trabalho, sendo analisada a evolução desses conceitos até chegar aos custos da qualidade ambiental. Nesse mesmo sentido, dentro do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) devem ser analisadas as relações custo-benefício dos investimentos em melhorias ambientais, bem como os indicadores de desempenho que podem ser obtidos nesse conjunto de atividades.



Posteriormente, foi desenvolvido um modelo de gestão dos custos ambientais na empresa, o qual irá envolver todos os aspectos abordados até então, possibilitando uma análise econômica da organização, o qual será capaz de contribuir para uma gestão mais eficiente das empresas.

Para concretizar esta tese, foi seguida a seguinte seqüência de passos:

- I. revisão na literatura sobre os assuntos a serem abordados, destacando os aspectos destes que apresentam relação com os custos ambientais;
- II. a partir de uma empresa real, identificar e entender na prática as técnicas utilizadas e os custos ambientais envolvidos, possibilitando a análise do funcionamento e interfaces dos mesmos;
- III. desenvolver uma primeira versão de um modelo econômico de gestão ambiental para empresas;
- IV. aplicação de um teste piloto em empresas moveleiras;
- V. ajustar o modelo inicialmente proposto, sistematizando-o.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho de tese está dividido em sete capítulos.

O primeiro capítulo apresenta o tema do trabalho, explicitando a delimitação do tema, a justificativa e a pergunta de pesquisa, ressaltando a originalidade, não-trivialidade e contributividade do mesmo. No mesmo sentido, os objetivos geral e específicos são apresentados, bem como os métodos de pesquisa e de trabalho. Ao final do capítulo, apresentam-se as delimitações apresentadas no trabalho.

O segundo capítulo do texto apresenta uma discussão acerca da gestão e controle ambiental. Em um primeiro momento são analisados aspectos referentes ao sistema de gestão ambiental. Posteriormente, temas como técnicas de gestão ambiental e contabilidade gerencial ambiental são analisados. Ao final, são abordados métodos de avaliação ambiental, com base em técnicas mono e multicriteriais.

Os métodos de valoração dos recursos ambientais são analisados no terceiro capítulo, onde são evidenciadas as características de cada um destes e sua aderência ao contexto proposto neste trabalho são apresentados os modelos de avaliação ambiental já propostos na literatura. Na oportunidade, são ainda identificadas as lacunas existentes



em tais modelos, de forma a proporcionar elementos para o modelo a ser proposto neste trabalho.

O capítulo quatro apresenta o modelo denominado MEGA - Modelo Econômico de Gestão Ambiental, contemplando todas as fases e etapas que envolvem o mesmo.

No quinto e no sexto capítulo são apresentados, respectivamente, dois estudos de caso de implementação do modelo apresentado, em duas empresas do setor moveleiro. Em cada caso, os dados são apresentados e análises são elaboradas com base nas premissas contidas no modelo.

Finalizando, o capítulo sete apresenta as considerações finais, as limitações contidas no trabalho e as recomendações para trabalhos futuros.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

A realização deste estudo implica no estabelecimento de alguns fatores delimitadores. O primeiro destes é o número de empresas onde o modelo terá sua aplicação testada. Em função do tempo para o estudo e da quantidade de informações necessárias para a análise de seu comportamento dentro do modelo, o número de empresas foi restringido a duas.

Outra delimitação que se torna necessária é o setor no qual o modelo foi aplicado. Nesse sentido, as empresas selecionadas fazem parte do setor moveleiro brasileiro.

Ainda nesse sentido, apesar da relevância dos elementos intangíveis na gestão ambiental, nas empresas selecionadas foram analisados somente os aspectos tangíveis referentes à gestão ambiental, em função de ainda não existir um modelo consolidado para a mensuração de tais variáveis.



2 SISTEMAS DE GESTÃO E DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Quando se abordam temas como a gestão e o controle ambiental no ambiente empresarial, diferentes abordagens são observadas. Conforme Barbieri (2004, p. 103-104), dependendo de como a empresa atua em relação aos problemas ambientais decorrentes das suas atividades, ela pode desenvolver três diferentes abordagens:

- Controle da poluição;
- Prevenção da poluição;
- Incorporação dessas questões à estratégia empresarial.

Essas abordagens também podem ser vistas como fases de um processo de implementação gradual de práticas de gestão ambiental em uma empresa. Assim, as abordagens da gestão ambiental na empresa podem ser dadas conforme a Figura 4.

CARACTERÍSTICA	ABORDAGENS		
	CONTROLE DA POLUIÇÃO	PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO	ESTRATÉGICA
Preocupação Básica	Cumprimento da legislação e respostas às pressões da comunidade	Uso eficiente dos insumos	Competitividade
Postura Típica	Reativa	Reativa e proativa	Reativa e proativa
Ações Típicas	Corretivas Tecnologias de remediação e controle estatístico do processo (<i>end-of-pipe</i>)	Corretivas e preventivas Conservação e substituição de insumos Uso de tecnologias limpas	Corretivas, preventivas e antecipatórias Captura de oportunidades utilizando soluções de médio e longo prazo Uso de tecnologias limpas
Percepção dos Administradores	Custo adicional	Redução de custo e aumento da produtividade	Vantagens competitivas
Envolvimento da Alta Administração	Esporádico	Periódico	Permanente e sistemático
Áreas Envolvidas	Ações ambientais confinadas nas áreas produtivas	Envolvimento de outras áreas além da produtiva	Atividades ambientais disseminadas pela organização, com ampliação para a cadeia produtiva

Figura 4 - Abordagens da Gestão Ambiental nas Empresas

Fonte: Barbieri (2004)



Para o entendimento das questões ambientais que se relacionam com o ambiente organizacional, deve-se trabalhar de maneira holística, analisando desde o mais genérico e chegando ao específico. Analisando o ambiente externo ou macroambiente, podem ser abordadas questões acerca do ambiente econômico, tecnológico, natural, demográfico, sociocultural, político-legal e competitivo. Em uma análise mais específica, se analisam no microambiente aspectos referentes aos fornecedores, concorrentes e *stakeholders*. Dessa maneira, ao chegar no ambiente interno, podem ser realizadas análises referentes ao marketing, pesquisa e desenvolvimento, produção, contabilidade, finanças, compras, recursos humanos e demais aspectos que apresentam relação com as políticas de proteção ambiental apresentadas pela empresa. Nas relações entre o microambiente e o ambiente interno, podem ser exploradas relações que envolvem a oferta e a demanda de produtos e serviços pelos diversos consumidores e clientes.

Segundo Penteadó (2004, p. 69), os recursos naturais podem ser classificados em renováveis e não-renováveis, além de finitos e não finitos. Consideram-se recursos renováveis aqueles que são continuamente disponíveis, mesmo após o seu uso, como o sol, o ar, a água e o solo. Por outro lado, os recursos finitos são aqueles que possuem uma dotação fixa disponível na terra e, portanto, todos os recursos não-renováveis são finitos por definição, como, por exemplo, as quantidades de ferro, urânio e petróleo.

Conforme Barbieri (2004, p. 104), a abordagem do controle da poluição se caracteriza pelo estabelecimento de práticas para impedir os efeitos decorrentes da poluição gerada por um dado processo produtivo. Esse controle pode ser realizado por meio de ações localizadas e pouco articuladas entre si. As soluções tecnológicas típicas dessa abordagem procuram controlar a poluição sem alterar significativamente os processos, podendo ser de dois tipos: tecnologias de remediação e tecnologias de controle no final do processo (*end-of-pipe*). Assim, do ponto de vista empresarial, essa abordagem significa elevação dos custos de produção que não agregam valor ao produto e que dificilmente podem ser reduzidos diante das exigências legais. Ao contrário, esses custos tendem a aumentar à medida que as exigências se tornarem mais rigorosas. Se os custos forem repassados aos preços dos produtos, esse tipo de solução também não é interessante para os consumidores.

A abordagem da prevenção da poluição ocorre quando a empresa procura atuar sobre os produtos e processos produtivos para prevenir a geração de poluição, empreendendo ações com vistas a uma produção mais eficiente e, portanto, poupadora de materiais e energia em diferentes fases do processo de produção e comercialização.



A prevenção da poluição aumenta a produtividade da empresa, pois a redução de poluentes na fonte significa recursos poupados, o que permite produzir mais bens e serviços com menos insumos. A prevenção da poluição combina duas preocupações ambientais básicas: uso sustentável dos recursos e controle da poluição.

Na abordagem estratégica, os problemas ambientais são tratados como uma das questões estratégicas da empresa e, portanto, relacionados com a busca de uma situação vantajosa para seu negócio atual e futuro. Além das práticas de controle e prevenção da poluição, a empresa procura aproveitar oportunidades mercadológicas e neutralizar ameaças decorrentes de questões ambientais existentes ou que poderão ocorrer no futuro. Nessa abordagem, os assuntos ambientais comuns são analisados e tratados em nível de cadeia produtiva, onde o relacionamento entre os elos da cadeia proporciona vantagens comuns ao longo desta.

Denota-se que as abordagens apresentadas consideram aspectos reativos, preventivos e estratégicos. Assim, as mesmas estão em uma escala crescente de proatividade estratégica no ambiente organizacional. Evidencia-se, assim, a relação de tais aspectos com a realidade encontrada nas empresas brasileiras onde, conforme Ben (2005), em um momento inicial, as mesmas se preocupam com o cumprimento da legislação para não incorrer em multas aplicadas pelos órgãos fiscalizadores (controle da poluição). Em outro estágio, tais empresas passam a se preocupar com a minimização dos resíduos, analisando os mesmos como recursos que não estão sendo convertidos em receitas (prevenção da poluição). Em um estágio ainda mais avançado, as questões ambientais são encaradas como questões estratégicas, transformando-se em um diferencial competitivo. Com base nessas abordagens, observa-se a atuação empresarial direcionada para a crescente atuação no sentido da estratégia. Além disso, constata-se que o controle ambiental é questão inicial e essencial para a competitividade das empresas. Contudo, tais análises pouco incorporam aspectos referentes à economicidade de tais práticas, a partir da análise dos custos ambientais, os quais são determinantes para o sucesso ou não da empresa no mercado.

Callembach et al. (1993, p. 47) evidenciam que em todas as práticas de cunho ecológico, e na auditoria em particular, há necessidade de um sistema confiável de informações para manter os dados ecológicos pertinentes, a começar por um registro dos impactos ou custos ambientais gerados pelas operações da empresa. E aqui se observa um problema fundamental para todos os métodos de análise de dados ecológicos. A maioria dos impactos ecológicos não é passível de quantificação exata,



visto que eles afetam a qualidade da vida – humana e não humana – que é basicamente determinada por juízos de valor, embora seja útil recorrer a mediações para avaliá-la.

Em função das pressões recebidas por diversos segmentos da sociedade, as empresas vêm investindo em equipamentos de minimização dos impactos ambientais e em rotinas de controle dos mesmos. Estudo do IBGE (2007) evidencia que o valor dos investimentos ambientais vem sendo incrementado nos últimos anos, conforme apresentado na Figura 5. Contudo, apesar de tais incrementos, destaca-se que tal pesquisa não evidencia tal evolução no segmento moveleiro brasileiro.

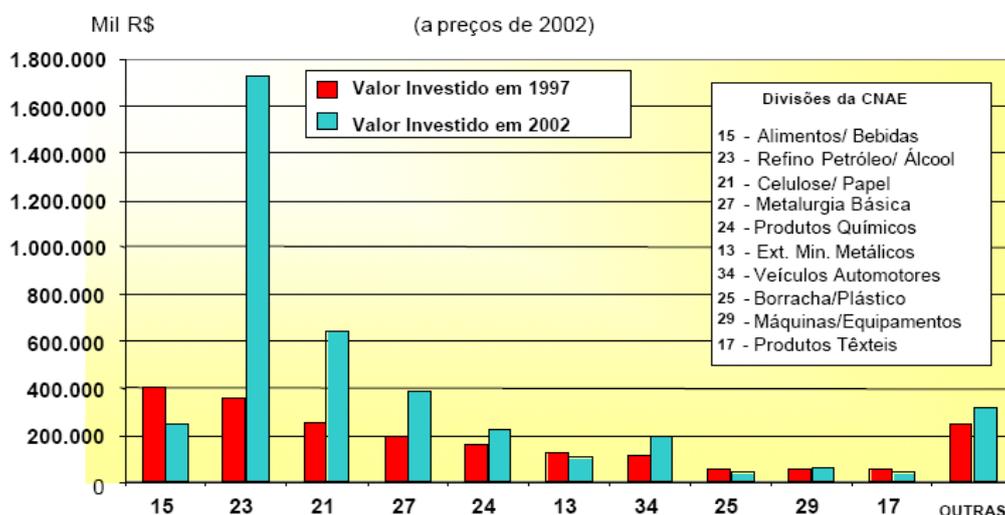


Figura 5 - Evolução do Investimento Ambiental na Indústria Brasileira

Fonte: IBGE (2007)

Ao abordar a relação entre o desempenho econômico-financeiro das organizações e o meio ambiente, estudo de Alberton (2003) investigou se a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental – SGA, de acordo com os padrões internacionais em empresa brasileiras e a posterior certificação ambiental segundo a NBR ISO 14001, tem impacto positivo no desempenho financeiro dessas empresas. O resultado do estudo apontou para a tendência de aumento nos indicadores de rentabilidade no período pós-certificação. Já os indicadores econômico-financeiros de mercado para análise dos preços das ações apresentaram reduções significativas de valor no período pós-certificação. Para qualquer dos modelos utilizados no trabalho, os retornos anormais não sustentaram a hipótese de maior retorno devido à certificação, mas, por outro lado, também não indicaram uma diminuição da rentabilidade associada à implantação de um SGA e à obtenção do certificado.



Apesar da relevância de tais procedimentos, não é observada na literatura existente uma associação entre as variáveis obrigatórias e voluntárias no ambiente empresarial, bem como não é identificada uma associação entre esses dois grupos de variáveis que permita realizar análises econômicas acerca da utilização de tais técnicas. Ademais, tais técnicas não realizam análise dos custos e benefícios envolvidos no gerenciamento ambiental.

Para o entendimento dos eventos ambientais em uma organização e, posteriormente, para o controle dos mesmos, é necessário estruturar um sistema de gestão ambiental. Na seqüência, são abordadas as características destes sistemas. Nesse sentido, inicialmente são realizadas análises inerentes ao sistema de gestão ambiental. Posteriormente, são discutidas técnicas de gestão ambiental, sendo as mesmas categorizadas para a análise. No momento seguinte, análises referentes à contabilidade ambiental, envolvendo tanto os elementos patrimoniais como as análises de custos gerenciais ambientais são apresentadas, culminando com a discussão acerca das técnicas de avaliação de viabilidade em projetos ambientais.

2.1 SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

Conforme Barbieri (2004, p. 137), entende-se por gestão ambiental empresarial as diferentes atividades administrativas e operacionais realizadas pela empresa para abordar problemas ambientais decorrentes de sua atuação, ou para evitar que eles ocorram no futuro. Sistema é um conjunto de partes inter-relacionadas e, como tal, um sistema de gestão ambiental (SGA) é um conjunto de atividades administrativas e operacionais inter-relacionadas para abordar os problemas ambientais atuais ou para evitar o seu surgimento. No mínimo, um SGA deve contribuir para que a empresa atue conforme a legislação em um primeiro momento, mas com o compromisso de promover melhorias que a levem gradualmente a atender as exigências.

A NBR ISO 14010 define um SGA como sendo a parte do sistema de gestão global que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental.

Para o entendimento de um sistema de gestão ambiental que dê ênfase aos aspectos econômicos de uma organização, torna-se necessário evidenciar a gestão dos



custos ambientais e o estabelecimento de indicadores ambientais, os quais propiciarão elementos de monitoramento e controle dos eventos ambientais.

Mariani (2002, p. 20) assevera que o SGA tem por meta a melhoria contínua, e visa o desempenho ambiental da empresa. A prevenção da poluição e o cumprimento da legislação aplicável à atividade é um ciclo contínuo, cujo sistema deve ser revisto e avaliado periodicamente com o objetivo de identificar oportunidades de melhoria. Dessa forma, a implantação de um SGA constitui-se em uma estratégia competitiva para que a empresa, em um processo contínuo, tenha sempre oportunidades de identificar as melhorias que possam reduzir os impactos das atividades de sua corporação sobre o meio ambiente, de forma integrada à conquista do mercado e da lucratividade.

Dessa forma, conclui-se que o sistema de gestão ambiental consiste em um conjunto de medidas e procedimentos definidos e adequadamente aplicados que visam reduzir e controlar os impactos produzidos por um empreendimento sobre o meio ambiente. Nesse sentido, a gestão eficiente dos custos envolvidos é fator fundamental tanto para o sucesso do sistema, como para a competitividade da empresa.

2.1.1 Gestão dos Custos Ambientais

Conforme o GTZ (1999), a gestão de custos ambientais (GCA) é um instrumento de gestão de custos com enfoque no uso eficiente dos fluxos de recursos naturais relevantes para o meio ambiente, tais como material, energia e água. Ela minimiza os custos e conduz a um aperfeiçoamento do desempenho ambiental da empresa através da redução das saídas de não-produto (NPO), ou seja, aqueles materiais, energia e água que são utilizados no processo de produção, mas que não fazem parte do produto final da empresa. A gestão de custos ambientais identifica não somente os custos de tratamento de depósito das NPOs, como também os custos ocultos, causados pela geração e pelo processamento das NPOs. São exemplos de NPOs os resíduos sólidos, águas efluentes e perdas de energia no processo de produção; remoção de matérias-primas ou bens acabados que não estão mais em uso ou que não podem mais ser vendidos; refugos devidos à má-qualidade e que tenham de ser eliminados ou vendidos a baixo preço; perda de calor na geração de eletricidade e de vapor; refugos sólidos e águas efluentes do processo produtivo e refugos sólidos da embalagem de materiais usados na produção.



Segundo Ben e Lima (2004), freqüentemente decisões ambientais são tomadas apenas para cumprir os regulamentos ambientais. Ainda conforme os autores, o surgimento de uma abordagem pró-ativa significa que a gestão dos custos ambientais está se tornando um assunto de alta prioridade e intenso interesse em função de alguns fatores, como o aumento significativo da regulamentação ambiental em diversos países. Além disso, o fato de entidades reguladoras e empresas estarem percebendo que pode ser menos oneroso prevenir a poluição do que remediá-la igualmente segue nessa abordagem. Nesse sentido, é observada a atuação de órgãos reguladores da área que fiscalizam as atividades com potencial de agressão ao meio ambiente e impõem multas como forma de conscientização para a preservação ambiental. Assim, fica evidenciada a necessidade de incorporar as variáveis ambientais no contexto operacional e estratégico das empresas. Para incorporar tais variáveis, a empresa pode utilizar-se de formas obrigatórias ou voluntárias. Conforme Kraemer (2002, p. 48), as formas obrigatórias estão relacionadas à correção e/ou prevenção dos impactos ambientais, freqüentemente associados a determinações legais ou judiciais. Para assegurar tais ações, as mesmas podem ser padronizadas com base em certificações específicas. Kraemer (2002, p. 49) apresenta as formas de inclusão das variáveis ambientais na empresa, conforme Figura 6.

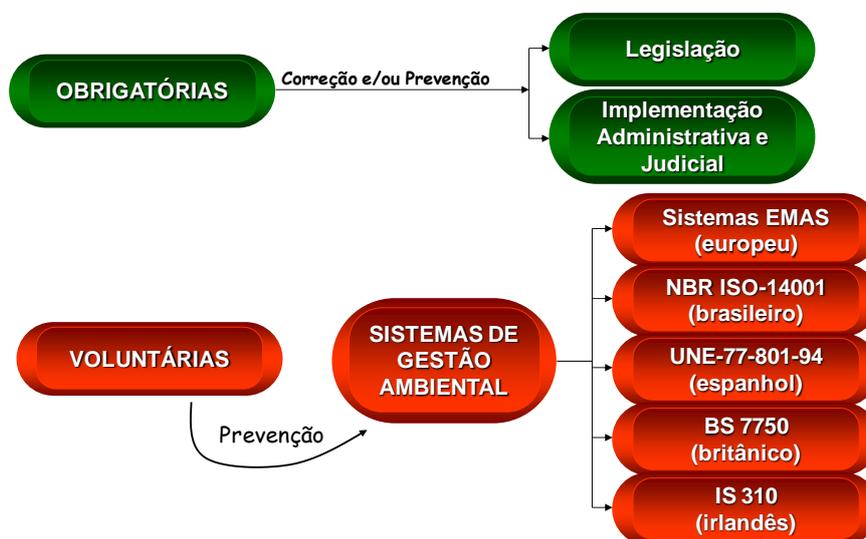


Figura 6 - Formas de Inclusão das Variáveis Ambientais na Empresa

Fonte: Kraemer (2002)

Quando se realiza a análise dos custos ambientais, são evidenciados os aspectos internos e externos à organização, bem como os elementos intangíveis precisam ser



considerados. Entretanto, quando analisados apenas os aspectos tangíveis da gestão ambiental que são observados no ambiente organizacional, denominam-se os mesmos de custos operacionais ambientais.

2.1.2 Estabelecimento de Indicadores Ambientais

Conforme Tachizawa (2004), os indicadores ambientais visam avaliar o impacto do empreendimento sobre o ambiente da região afetada, por meio da compreensão da ação impactante e do meio afetado, e da obtenção de dados, análise e interpretação de seus resultados. Os componentes ou fatores que entram em uma análise de impactos podem ser classificados em fixos (condições hidrológicas, topográficas, por exemplo) e variáveis (localização, escala, ações do homem, por exemplo) que, pelo contrário, sofrem alterações segundo as decisões tomadas ou reagindo às pressões causadas por elas.

Bellen (2005, p. 64) pondera que, quanto à dimensão econômica, sistemas de indicadores relacionados ao desenvolvimento sustentável têm surgido com mais força nos últimos tempos. No sentido de abordar a questão ambiental nos sistemas de mensuração econômica, a UNSD, que é a divisão de estatística da ONU desenvolveu um sistema paralelo para integrar mais do que modificar o sistema atualmente utilizado. Com isso, visando uma experimentação mais abrangente, a ONU lançou uma versão de seu modelo no manual de Contabilidade Integrada Ambiental e Econômica. De acordo com alguns estudos, um sistema de contas verdes não só é realizável como também pode fornecer – mesmo que inicialmente e de maneira indicativa apenas – informações valiosas em termos de desenvolvimento de políticas e planejamento.

Para mensurações dos efeitos da intervenção no meio ambiente, podem-se adotar métricas qualitativas e quantitativas. A forma qualitativa, em que se examina o ambiente e revisam-se as características do projeto relativo ao empreendimento a ser realizado, procura identificar as áreas sensíveis à ação prevista. É quando se qualificam os resultados da ação, tais como formação de locais de degradação ambiental, perdas de setores primitivos, interferências em sistemas urbanos e outros.

Já na forma quantitativa medem-se os valores e índices dos elementos que compõe o ambiente. Essas mensurações destinam-se a conhecer a escala dos impactos sobre os fatores antes qualificados e, dependendo das disponibilidades de informações em situações análogas, permitem antecipar quais os valores e em que medida sofrerá



alterações devido à implementação do empreendimento pretendido. Contudo, os indicadores ambientais ainda não conseguem mensurar os impactos das externalidades provocadas pelas atividades ambientais das organizações.

Outra análise que pode ser envolvida neste modelo é o proposto pelo *Global Reporting Initiative* (GRI). O mesmo é composto por indicadores do desenvolvimento sustentável, construídos por uma iniciativa independente da qual participam corporações, ONGs, governos e universidades do mundo todo. A GRI concretiza a tentativa de implementar um padrão internacional de sustentabilidade, pelo qual empresas e políticas públicas avaliam e prestam contas de suas atividades dos pontos de vista social, econômico e ambiental. Assim, uma corporação transnacional terá de avaliar seus negócios pelos mesmos padrões de sustentabilidade em qualquer país onde atue, seja ele altamente industrializado ou em desenvolvimento.

Robles Jr. e Bonelli (2006, p. 46) evidenciam que indicadores de desempenho ambientais confiáveis são medidas necessárias para conferir transparência aos negócios das empresas. Esses indicadores serão mais valiosos se forem transparentes no tempo, consistirem de indicadores relativos e se forem comparáveis com indicadores de outras empresas. Outras qualidades importantes requeridas para esse tipo de indicador serão sua padronização e sua aceitação pelos usuários. Os autores apresentam ainda que indicadores de processo, de sistemas e ecofinanceiros podem ser de dois tipos: absolutos, quando são itens simples, tais como o custo ambiental do período; e relativos, que consistem em uma razão existente entre dois ou mais itens por período (por exemplo, o custo ambiental apresentado como percentual do faturamento).

Melo (2006) realizou um trabalho com o objetivo de verificar o conjunto de indicadores de desempenho ambiental usados pelas empresas catarinenses certificadas pela NBR ISO 14001. Como resultado do trabalho, observou-se que as empresas utilizam com mais frequência indicadores de desempenho dos requisitos associados mais diretamente a exigências legais. Além disso, os setores que se destacaram por utilizar com uma maior frequência os indicadores de desempenho são considerados potenciais poluidores do meio ambiente. Foi verificado ainda que a principal vantagem para a empresa em utilizar indicadores de desempenho é a melhoria contínua do gerenciamento do seu sistema de gestão ambiental através da mensuração, controle e monitoramento, além de contribuir fortemente com a sociedade.



2.2 TÉCNICAS DE GESTÃO AMBIENTAL

Para um melhor entendimento das ações desenvolvidas no ambiente empresarial que apresentam relacionamento com as questões ambientais, busca-se a identificação dos instrumentos utilizados no ambiente fabril que apresentem tal vinculação.

Ao revisar a bibliografia pertinente, encontram-se várias técnicas ambientais que visam conciliar a produção das empresas com o meio ambiente. Dessa forma, identificaram-se técnicas que apresentam interface com a prevenção ambiental. Na seqüência, foi identificado outro grupo de técnicas que apresentam relação com a minimização do volume de resíduos, composto pela produção mais limpa, a emissão zero e a análise do ciclo de vida. Há também um grupo que evidencia as técnicas relacionadas com a gestão desses resíduos, analisando a logística reversa e a reciclagem. Finalmente, destaca-se particularmente uma técnica relativa ao estabelecimento de parâmetros de controle ambiental, a norma ISO 14000.

2.2.1 Técnicas de Prevenção Ambiental

Ao analisar na literatura as técnicas fabris que apresentam características de prevenção ambiental, observa-se a existência da ecoeficiência (ou eficiência ecológica) e do *ecodesign*, além da produção mais limpa. Cada uma destas técnicas apresenta características específicas que são abordadas na seqüência deste trabalho.

2.2.1.1 Ecoeficiência e *Ecodesign*

Conforme Ben, Müller e Kliemann Neto (2004), o problema dos resíduos sólidos na maioria dos países, e particularmente em determinadas regiões, vem se agravando em consequência do acelerado processo de industrialização e do elevado crescimento demográfico, especialmente nos países de base industrial.

O conceito de ecoeficiência se popularizou por ocasião do Rio-92. O setor produtivo lançou para o mundo a expressão ecoeficiência que, conceitualmente, significa o mecanismo de fornecer bens e serviços a preços competitivos que satisfaçam



as necessidades humanas e tragam qualidade de vida, ao mesmo tempo em que reduz, progressivamente, o impacto ambiental.

A ecoeficiência baseia-se na idéia de que a redução de materiais e energia por unidade de produto ou serviços aumenta a competitividade da empresa, ao mesmo tempo em que reduz as pressões sobre o meio ambiente, seja como fonte de recurso, seja como depósito de resíduos. Ecoeficiência, no sentido mais restrito, significa a competitividade na produção e colocação no mercado de bens ou serviços que satisfazem as necessidades humanas. Esta dinâmica traz resultados positivos, visto que melhora a qualidade de vida dos indivíduos e do meio ambiente. Reduz custos além de minimizar os impactos ambientais e o uso de recursos naturais.

O conceito de ecoeficiência elaborado pelo Conselho Empresarial em Desenvolvimento Sustentável (*Business Council on Sustainable Development – BCSD*), citado por Fiksel (1996), sugere uma importante ligação entre a eficiência dos recursos (que leva à produtividade e lucratividade) e responsabilidade ambiental.

Outra definição proposta por Fiksel (1996) é referente ao *ecodesign*, como sendo a consideração sistemática do desempenho do projeto, com relação aos objetivos ambientais, de saúde e segurança, analisando o produto ou processo ao longo de seu ciclo de vida, tornando-os ecoeficientes, ou seja, que haja uma ligação entre eficiência dos recursos e responsabilidade ambiental. Assim, inserido no conceito da ecoeficiência, o *ecodesign* tem também um sentido de melhoria econômica das empresas, pois eliminando resíduos e usando os recursos de forma mais coerente, empresas ecoeficientes podem reduzir custos e tornarem-se mais competitivas. Tal transformação pode ser alcançada utilizando práticas ambientalmente responsáveis, que devem ser concordantes com as políticas e estratégias da empresa, sem comprometer a qualidade e o tempo para a fabricação. Dessa forma, as empresas obtêm vantagens em novos mercados e aumentam sua participação nos mercados existentes, por conta de padrões de desempenho ambiental que se tornam cada vez mais comuns, principalmente em mercados europeus.

Observa-se que o *ecodesign* não apresenta instrumentos econômicos de avaliação ambiental, em função de o mesmo estar mais fortemente voltado para o projeto de produtos. No mesmo sentido, tal técnica não apresenta integração com outras ferramentas de gestão ambiental no contexto industrial.



2.2.2.2 Produção Mais Limpa (P+L)

Segundo Lerípio (2001, p. 24), a produção mais limpa está baseada na aplicação de uma estratégia ambiental preventiva integrada para aumentar a ecoeficiência e reduzir os riscos para os seres humanos e para o meio ambiente. Foi introduzida em 1989 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

A produção mais limpa focaliza a redução dos impactos ao longo de todo o ciclo de vida do produto, da extração da matéria-prima até a disposição final, e inclui a abordagem ambiental no design e na execução dos serviços. O conceito de tecnologia limpa (*clean technology*) deveria alcançar três propósitos distintos, porém complementares: lançar menos poluição ao meio ambiente; gerar menos resíduos; consumir menor quantidade de recursos naturais, principalmente os não-renováveis.

Na realidade, todos os resíduos que a empresa necessita tratar, armazenar ou dispor representam recursos que foram investidos em matérias-primas, mão-de-obra, energia e demais insumos utilizados no processo produtivo e que não foram convertidos em produto final. A partir desta constatação, estabelece-se o princípio básico da P+L: reduzir ou eliminar a poluição durante o processo de produção, não no seu final.

Conforme a NBR 1004:2004, são denominados resíduos sólidos industriais os resíduos em estado sólido e semi-sólido (pastoso) que resultam em atividade industrial, incluindo-se os lodos provenientes das estações de tratamento de efluentes, aqueles gerados em equipamentos de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos, ou exijam, para isso, soluções economicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível. Segundo a mesma norma, os resíduos são classificados como:

- Resíduos Classe I – Perigosos
- Resíduos Classe II – Não Perigosos
 - Classe II A – Não Inertes
 - Classe II B – Inertes

Os resíduos classificados como Classe I são aqueles que apresentam periculosidade ou uma das características descritas como de risco à saúde pública, risco ao meio ambiente, toxicidade, agente tóxico, toxicidade aguda, agente teratogênico,



agente mutagênico, agente carcinogênico ou agente ecotóxico. Além disso, tais resíduos podem apresentar características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.

Por sua vez, os resíduos Classe II A são os resíduos que não se enquadram na Classe I – Perigosos ou de Resíduos Classe II B – Inertes, nos termos da norma. Estes resíduos podem ter propriedades tais como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Além disso, os resíduos Classe II B são aqueles que, submetidos ao teste de solubilização (NBR 10006), não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Exemplos destes resíduos são rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são facilmente decompostos.

Produção mais limpa não é apenas um tema ambiental e econômico. A geração de resíduos em um processo produtivo, muitas vezes, está diretamente relacionada a problemas de saúde operacional e de segurança dos trabalhadores. Desenvolver Produção mais Limpa minimiza estes riscos, na medida em que são identificados matéria-prima, água, energia e auxiliares menos tóxicos, e significa uma opção ambiental e econômica definitiva. Por outro lado, diminuir os desperdícios implica em maior eficiência nos processos industriais e menores investimentos para soluções de problemas ambientais, contribuindo para a melhoria da relação custo-benefício da qualidade ambiental.

Através de programas de P+L, o Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL enfatiza a necessidade da busca de soluções definitivas para o problema da poluição ambiental. Este programa está voltado para as atividades de prevenção da poluição. Ele prevê a instalação de vários centros de Produção mais Limpa em países em desenvolvimento, os quais formarão uma rede de informações em Produção mais Limpa. No Brasil, desde 1995, o CNTL está sediado na Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS), junto ao Departamento Regional do Rio Grande do Sul do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI-RS). Esta posição é altamente privilegiada, pois a principal preocupação do CNTL é comprometer os empresários, principalmente da indústria, com a Produção Mais Limpa. Além disso, o SENAI-RS, além de ser uma instituição nacional voltada para formação de recursos humanos para a indústria, conta com uma estrutura de apoio tecnológico que atende todos os setores industriais brasileiros.



É pertinente destacar que a expressão Produção Limpa foi proposta pela organização ambientalista não-governamental *Greenpeace* para representar um sistema de produção industrial que proporcione:

- A auto-sustentabilidade de fontes renováveis de matérias-primas;
- A redução do consumo de água e energia;
- A prevenção da geração de resíduos tóxicos e perigosos na fonte de produção;
- A reutilização e reaproveitamento de materiais por reciclagem de maneira atóxica e energia-eficiente (consumo energético eficiente e eficaz);
- A geração de produtos de vida útil longa, seguros e atóxicos, para o homem e o ambiente, cujos resíduos (inclusive as embalagens) tenham reaproveitamento atóxico e energia-eficiente;
- A reciclagem (na planta industrial ou fora dela) de maneira atóxica e eficiente, como substitutivo para as opções de manejo ambiental representadas por incinerações e despejos em aterros.

2.2.2 Técnicas de Minimização dos Resíduos

Com referência às técnicas industriais que apresentam interface com a minimização dos resíduos, observa-se a produção mais limpa, a emissão zero e a análise do ciclo de vida.

2.2.2.1 Zero Emissions Research Initiative (ZERI)

Conforme Frosch (1997), resíduo é qualquer material não aproveitado que será posteriormente recolhido e disposto como lixo. Não obstante, a ótica da ecologia industrial é a de que materiais anteriormente residuais, ao invés de serem automaticamente enviados para o lixo, deveriam ser percebidos como suprimento de matéria-prima, sendo fontes úteis de material e energia para outros processos e produtos industriais. Assim, os resíduos deveriam ser percebidos mais como subprodutos do que como sobras ou perdas indesejáveis.

Carvalho (2001, p. 31), apresenta que a questão dos desperdícios em processos produtivos é abordada por Pauli (1996) quando advoga que, na busca pela manutenção



de suas posições no mercado e consolidação de sua imagem junto ao seu público, as organizações deverão adotar programas que tenham como objetivo a redução de desperdícios. Nesse sentido, Pauli (1996) lançou o programa chamado ZERI.

Segundo Kraemer (2002, p. 55), por princípio fundamental o ZERI procura imitar a natureza, com a harmonização entre as atividades econômicas e os ciclos biológicos; respeitar as leis da vida quanto a crescimento e sobrevivência, sem prejuízo do processo material e bem-estar social, e proporcionar às gerações presentes o que necessitam, sem comprometer a possibilidade de que as futuras gerações tenham o mesmo. Nesse sentido, o ZERI propõe uma grande cadeia de reaproveitamento dos resíduos, onde o resíduo de uma empresa é matéria-prima ou insumo para outra. Para tanto, é necessário que sejam repensados processos e tecnologias aceitas como acabadas, a fim de conceberem-se outras similares ao que ocorre nos processos dinâmicos da natureza. Lerípio (2001, p. 28) afirma que o ZERI tem enorme potencial de aplicabilidade no Brasil. Parece uma conclusão lógica diante do imenso volume de biomassa, recursos minerais, florestas, água, biodiversidade, todos sob pressão crescente gerada pelas atividades humanas, seja pela intensa industrialização, seja pelas grandes expansões agrícolas, ambas seguindo modelos considerados agressivos ao meio ambiente. Segundo Bello (1998), com a utilização do ZERI a questão ambiental se integra ao conceito mais amplo do desenvolvimento sustentável. É nessa linha que as práticas de gestão adotadas pelos setores produtivos, como a qualidade total e outras, podem e devem se prestar para gerir a questão ambiental, com devidas adaptações.

2.2.2.2 Análise do Ciclo de Vida (ACV)

Outra técnica classificada neste grupo é a análise do ciclo de vida (ACV). Conforme Chehebe (2002, p. 10), a análise do ciclo de vida é uma técnica para avaliação dos aspectos ambientais e dos aspectos potenciais associados a um produto, compreendendo etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo (berço) à disposição do produto final (túmulo). Nesse sentido, a ACV é, na realidade, uma técnica que pode ser utilizada com uma grande variedade de propósitos. As informações coletadas na ACV e os resultados de suas análises e interpretações podem ser úteis à tomada de decisão, na seleção de indicadores ambientais relevantes para avaliação da performance de projetos ou



reprojetos de produtos ou processos e/ou planejamento estratégico. Destaca-se que as normas ISO apresentam normatizações específicas para as questões da ACV. Nesse sentido, destaca-se a ISO 14040 – Princípios e estrutura, a ISO 14041 – Objetivos, definição do escopo e análise do inventário; a ISO 14042 – Análise dos impactos do ciclo de vida; e a ISO 14043 – Interpretação do ciclo de vida.

Dentro dessa mesma ideologia, Manzini e Vezzoli (2002) ponderam que é muito mais eficaz agir preventivamente já no projeto, do que buscar soluções, de recuperação ou paliativas, para os danos já causados (soluções *end-of-pipe*). Em termos de projeto, é muito mais interessante, e ecoeficiente, intervir diretamente no produto em questão, do que projetar e produzir (a *posteriori*) soluções e produtos com o propósito de gerir os impactos ambientais. Assim, aplicando uma estratégia ambiental consciente, desde as fases iniciais do projeto, é possível evitar, ou melhor, limitar, os problemas, para não ter de perder tempo (saúde e dinheiro) para reparar os danos já causados. Nessa linha, os autores apresentam o conceito de *Life Cycle Design*, que apresenta como objetivo reduzir a carga ambiental associada a todo o ciclo de vida de um produto.

Comparando as técnicas apresentadas neste grupo, constata-se que a produção mais limpa realiza uma avaliação parcial da gestão ambiental, focalizando essencialmente nos processos e produtos utilizados e na minimização dos resíduos. Em contrapartida, o ZERI e a ACV não realizam avaliação econômica do resultado da aplicação no ambiente industrial. Das três técnicas analisadas, destaca-se a integração existente entre a produção mais limpa e a emissão zero.

2.2.3 Técnicas de Gestão dos Resíduos

Dentre as técnicas de produção que apresentam interface com a gestão ambiental, analisando a gestão dos resíduos depois de os mesmos já terem sido gerados, destacam-se a logística reversa e a reciclagem.

2.2.3.1 Logística Reversa

Conforme Leite (2003), a partir das últimas décadas do século XX, o incremento na disponibilidade de equipamentos e ferramentas para o gerenciamento dos negócios e a troca de informações entre as empresas permitiram um incremento substancial na logística. Dessa forma, o CLM discute que, submetendo a logística aos novos conceitos



de gerenciamento da cadeia de abastecimento, a mesma é definida como sendo o planejamento, implementação e controle eficiente e econômico do fluxo direto e reverso e do armazenamento de bens, serviços e informações associadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, satisfazendo as exigências dos clientes. O CLM classifica a logística reversa como sendo um amplo termo relacionado às habilidades e atividades envolvidas no gerenciamento de redução, movimentação e disposição de resíduos de produtos e embalagens.

A logística reversa é um ramo da logística que gradativamente está conquistando o interesse das empresas. Conforme Leite (2003, p. 16-17), ela é a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo de informações logísticas correspondentes, ao retorno dos bens de pós-venda 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.

Leite (2003, p. 18) denomina de logística reversa pós-venda à área de atuação que se ocupa do equacionamento e operacionalização do fluxo físico e das informações logísticas correspondentes de bens de pós-venda, sem ou com pouco uso. Tais bens, por diferentes motivos, retornam aos diferentes elos da cadeia de distribuição direta, que se constituem de uma parte dos canais reversos pelos quais fluem esses produtos.

No mesmo sentido, a logística reversa pós-consumo é a área de atuação da logística reversa que equaciona e operacionaliza igualmente o fluxo físico e as informações correspondentes de bens de pós-consumo descartados pela sociedade em geral que retornam ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo por meio dos canais de distribuição reversos específicos. Constituem bens de pós-consumo os produtos em fim de vida útil ou usados com possibilidade de reutilização, além dos resíduos industriais em geral. No caso de bens de pós-consumo descartáveis, havendo condições logísticas, tecnológicas e econômicas, os produtos de pós-consumo retornam por meio do canal reverso de reciclagem industrial. Através do mesmo, os materiais constituintes são reaproveitados e se constituem em matérias-primas secundárias, que voltam ao ciclo produtivo pelo mercado correspondente ou, no caso de não haver as condições mencionadas, encontram-se a disposição final: os aterros sanitários, os lixões e a incineração com recuperação energética.

Gonçalves-Dias e Teodósio (2006, p. 431) evidenciam a busca de informações acerca da logística reversa na prática, destacando os atores e os processos envolvidos na



recuperação de valor do produto. Os atores podem ser diferenciados em quem devolve, recebe, coleta e processa o material. Qualquer parte da cadeia pode ser responsável pela devolução, incluindo os consumidores. Os receptores podem ser encontrados ao longo da cadeia de suprimentos (fornecedores, fabricantes, atacadistas ou varejistas). Em seguida há o grupo que coleta, e que podem ser intermediários independentes, tais como: companhias específicas de recuperação, fornecedores de serviços de logística reversa, empresas coletoras de resíduos municipais, fundações públicas e privadas criadas para ajudar na recuperação. Ainda segundo os autores, no geral, surgem estruturas diferentes para as várias opções de recuperação, pois cada ator tem diferentes objetivos.

2.2.3.2 Reciclagem

Outra técnica pertencente a este grupo é a reciclagem. Leite (2003, p. 7) apresenta reciclagem como sendo o canal reverso de revalorização, e que os materiais constituintes dos produtos descartados são extraídos industrialmente, transformando-se em matérias-primas secundárias ou recicladas que serão reincorporadas à fabricação de novos produtos. A reciclagem permite, portanto, que o rejeito ou lixo seja transformado em produto com valor de uso ou troca, com características novas ou iguais aos materiais que lhe deram origem.

Conforme Leite (2003), o Brasil é o país que apresenta os maiores índices de reciclagem no mundo, sem contar a coleta promovida pelas indústrias. No Brasil, esta discussão da minimização de resíduos tomou impulso com a Agenda 21, documento que representa o acordo entre as nações no sentido de melhorar a qualidade de vida no planeta, elaborado durante a Conferência Rio-92.

Conforme Leite (2003, p. 15), a tecnologia do processo de reciclagem industrial de um produto ou material é definida como aquela que garante a extração e a revalorização do material usado do produto de pós-consumo, em condições econômicas e de acordo com as especificações de qualidade necessárias para substituir as matérias-primas novas nos processos industriais. No Brasil, existem canais reversos bem definidos que possibilitam a reciclagem de diversos materiais, como é o caso do alumínio, das garrafas plásticas, dos óleos lubrificantes, do ferro e aço, do papel e papelão, e outros,



que são reincorporados ao ciclo dos negócios através da reciclagem de seus componentes.

Segundo Gonçalves-Dias e Teodósio (2006, p. 432), a reciclagem pode, por exemplo, ser feita por parceria público-privada sendo uma fundação a responsável pela organização do processo. As entidades públicas são envolvidas geralmente no primeiro estágio da coleta, sendo redirecionadas por aspectos éticos e legais, enquanto empresas privadas têm como principais motivadores os aspectos econômicos e legais. Pode-se, caracterizar quatro processos logísticos reversos envolvendo a reciclagem: a coleta, o processo combinado de inspeção, seleção e triagem; o reprocessamento e a rede de distribuição.

Observa-se que a logística reversa pode apresentar vantagens para a empresa, quando compreendida a verdadeira abrangência que a mesma representa no ambiente organizacional. A logística reversa e a reciclagem apresentam integração com a produção mais limpa e a emissão zero. Entretanto, tal integração é observada apenas no nível técnico, não existindo uma ferramenta que realize uma avaliação econômica de tal integração.

2.2.4 Técnica de Parametrização do Controle Ambiental – Série ISO 14000

Com relação ao estabelecimento de padrões, destaca-se a utilização da série de normas ISO 14000, que correspondem a um documento que contém especializações técnicas ou outros critérios precisos a serem utilizadas uniformemente como uma regra, diretriz ou definição de características com o objetivo maior de assegurar que os materiais, produtos, processos e serviços sejam adequados a sua finalidade.

Dessa forma, a ISO tem o objetivo de propor normas que traduzam consenso entre os associados. É uma Federação Mundial (não governamental), fundada em 1947, com sede em Genebra, composta por mais de 100 países associados, que forma comitês para elaborar normas. No Brasil, a ISO é representada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A série de normas ISO 14000 é um meio para se conhecer as necessidades do mercado, indústria, governos e sociedade, no campo ambiental, e pode ser aplicada em qualquer tipo de organização, buscando verificar se a empresa atende a normas legais relativas ao meio ambiente, e se seus produtos podem ser considerados limpos.



A implantação da série de normas ISO 14000, além de assegurar o cumprimento da legislação, traz uma visão global do impacto ambiental causado pela empresa. Além disso, reduz custos do gerenciamento de resíduos; economiza consumo de energia e matéria-prima; diminui custos de distribuição e melhora a imagem da empresa.

Conforme Kraemer (2004, p. 50), a série ISO 14000 consiste em dois tipos de padrão:

- Padrões Organizacionais, que podem ser usados para executar e avaliar o Sistema de Gerência Ambiental (EMS) dentro de uma organização, incluindo a ISO 14010 (séries de padrões de auditorias ambientais); e a ISO 14030 (série de padrões para a avaliação de desempenho ambiental);
- Padrões de Produtos, que podem ser usados para avaliar os impactos ambientais dos produtos e processos. Faz parte deste grupo a ISO 14020 (série de padrões e rotulagens), a ISO 14040 (série de padrões da análise do ciclo de vida) e a ISO 14060 (série de padrões de produto).

Apesar desta técnica se constituir em um estabelecimento de padrões, a mesma não se preocupa em realizar uma avaliação econômica na empresa em que está implantada, bem como não apresenta uma relação direta com outras ferramentas. Destaca-se que o estabelecimento de padrões procura regular a gestão ambiental através dos padrões estabelecidos.

2.2.5 Comparativo Entre as Técnicas de Gestão Ambiental

Foram apresentadas nos itens anteriores algumas técnicas aplicáveis em empresas industriais e que possuem interface com a proteção ambiental. Conforme apresentado, cada grupo de técnicas apresenta seus méritos individuais. Entretanto, o relacionamento entre as mesmas não acontece de maneira intensa, em função das características de cada ferramenta.

Com a finalidade de realização de um comparativo entre as técnicas de gestão ambiental apresentadas, elaborou-se a Figura 7. Como pode ser observado, nenhuma dessas técnicas estudadas é suficiente isoladamente, tendo em vista que nenhuma possui a abrangência necessária para uma gestão ambiental completa. Tal afirmativa pode ser realizada com base nos dados apresentados, uma vez que, apesar de todos serem



tangíveis, existem diferenças de enfoque e falta de interação entre os mesmos. Conforme apresentado, as mesmas não apresentam uma visão integrada e não realizam uma avaliação econômica dos resultados apresentados pela sua implantação.

Posicionamento Estratégico	Técnicas	Objetivos Estratégicos
Prevenção	Ecoeficiência e <i>Ecodesign</i>	Início do Ciclo Projetos Estruturados
	Produção Mais Limpa	Minimização dos Resíduos Integração com a Qualidade Ambiental
Minimização de Resíduos	Emissão Zero (ZERI)	Promover Ações Complementares Para e Eliminação dos Resíduos na Cadeia
	Análise Ciclo Vida	Entendimento do Sistema Ambiental Minimização do Impacto Ambiental
Gestão de Resíduos	Logística Reversa	Recuperar Material Descartado Otimização Custos Ambientais
	Reciclagem	Proporcionar Valor ao Material Utilizado Inserir Novamente no Ciclo de Produção
Parametrização	Série de Normas ISO 14000	Estabelecimento de Padrões Ambientais Melhoria no Sistema Ambiental

Figura 7 - Comparação Entre as Técnicas de Gestão Ambiental Analisadas

2.3 CONTABILIDADE GERENCIAL AMBIENTAL

Segundo Paiva (2003, p. 21), em função de ser de âmbito interno, a contabilidade gerencial ambiental destina-se ao uso dos gestores para a tomada de decisão, não tendo a obrigação de seguir as formas legais de confecção e divulgação. De acordo com o SMA nº 1, a contabilidade gerencial é o processo de identificação, mensuração, acumulação, análise, preparação, interpretação e comunicação das informações financeiras utilizadas pelos gestores para planejamento, avaliação e controle dentro de uma organização. Com base nessa norma, a EPA entende que se refere ao uso de dados sobre custos ambientais e desempenho nas decisões e operação dos negócios. É utilizada no gerenciamento das atividades empresariais, podendo ter seus registros da maneira que melhor satisfizer aos gestores na consecução dos objetivos.

Em suma, todas as decisões internas da empresa que abrangem as atividades inerentes ao processo produtivo e que se classifiquem como potenciais causadores de problemas ambientais serão registrados pela contabilidade gerencial ambiental.



Destaca-se que não é o suficiente inserir dentro da contabilidade gerencial clássica as discussões da contabilidade ambiental. Tal afirmativa é verdadeira quando se constata que as restrições legais impõem determinadas práticas às empresas que não são suficientes para as análises da contabilidade ambiental.

Com base neste contexto, são analisados inicialmente os elementos de custos ambientais, onde são discutidos os conceitos de ativo e passivo ambiental. Na seqüência, são evidenciados os custos gerenciais ambientais, oportunidade em que seus itens componentes, os custos da qualidade ambiental, os métodos de acumulação dos custos gerenciais ambientais e os custos intangíveis serão analisados.

2.3.1 Elementos de Custos Ambientais

Como contraponto à existência de técnicas que objetivem a minimização dos resíduos e a utilização dos recursos naturais na empresa, devem existir parâmetros de medição e controle para o gerenciamento adequado desses eventos. Segundo Alves (2001, p. 13), nas últimas décadas as organizações não atuaram com foco no desenvolvimento sustentável, mas sim nos lucros e no desenvolvimento presente. Logo, para superarem esse impasse no limiar do desenvolvimento presente, deverão adotar medidas de melhoria no desempenho ambiental. Desse modo, o gerenciamento ambiental passa a ser um fator estratégico que a alta administração das organizações deve analisar.

Atualmente, a contabilidade é considerada um sistema de informações que tem como objetivo auxiliar o gerenciamento das entidades para que estas possam garantir sua continuidade. Ferreira (2003, p. 11) diz que, se o uso dos recursos naturais não afetasse as relações econômicas e, principalmente, o patrimônio das entidades, não haveria necessidade de registrar os fatos pertinentes ao seu uso. A utilização dos recursos naturais e sua degradação afetam todos os seres vivos.

Para Marion e Iudícibus (2000), o objetivo da contabilidade pode ser estabelecido como sendo o de fornecer informação estruturada de natureza econômica, financeira e, subsidiariamente, física, de produtividade e social, aos usuários internos e externos à entidade objeto da Contabilidade. A partir deste contexto, pode-se definir contabilidade ambiental como o estudo do patrimônio ambiental (bens, direitos e obrigações ambientais) das entidades. Seu objetivo é fornecer aos seus usuários,



internos e externos, informações sobre os eventos ambientais que causam modificações na situação patrimonial, bem como realizar sua identificação, mensuração e evidenciação.

Na avaliação de Martins e De Luca (1994), as informações a serem divulgadas pela contabilidade vão desde os investimentos realizados, seja em nível de aquisição de bens permanentes de proteção a danos ecológicos, de despesas de manutenção ou correção de efeitos ambientais do exercício em curso, de obrigações contraídas em prol do meio ambiente, e até de medidas físicas, quantitativas e qualitativas, empreendidas para sua recuperação e preservação. Teoricamente parece ser fácil seu entendimento e sua aplicação, mas na prática são encontradas várias dificuldades que impedem o seu uso. A principal delas é a segregação das informações de natureza ambiental das demais informações gerais da empresa, bem como sua correta classificação e avaliação.

A preocupação com o meio ambiente vem alterando profundamente o estilo de administrar. As empresas estão incorporando procedimentos para a redução de emissão de afluentes, reciclagem de materiais, atendimento a situações de emergência e, até mesmo, análises do ciclo de vida dos produtos e de seu impacto sobre a natureza. A necessidade de se preservar o meio ambiente deixou de ser preocupação isolada de grupos ambientalistas e de organizações não governamentais. A humanidade já se conscientizou de que a sobrevivência de todos depende da preservação do meio ambiente. O maior desafio quando se trata de discutir sobre a questão ambiental é o de conciliar o crescimento econômico com a preservação ambiental, visto que o crescimento de uma economia provoca normalmente perdas ambientais. Em função da evolução dos controles produtivos em decorrência do mundo globalizado, nasce a necessidade de introduzir no sistema econômico a Contabilidade Ambiental. Sob este escopo, a contabilidade passa a se adequar a um modelo ambiental, integrada e competitiva, que compreenda movimentos econômicos, operativos e ambientais.

Bergamini Júnior (1999) enumera outros fatores que dificultam o processo de implementação da contabilidade ambiental:

- ausência de definição clara de custos ambientais;
- dificuldade em calcular um passivo ambiental efetivo;
- problema em determinar a existência de uma obrigação no futuro por conta de custos passados;



- falta de clareza no tratamento a ser dado aos ativos de vida longa, como por exemplo no caso de uma usina nuclear;
- reduzida transparência com relação aos danos provocados pela empresa em seus ativos próprios, dentre outros.

A necessidade do melhor entendimento das variáveis ambientais empresariais na contabilidade das organizações ficou acentuada pela publicação da Norma Brasileira de Contabilidade NBC T 15, a qual exige que as empresas evidenciem seu desempenho social e ambiental. Conforme Ben (2006, p. 73-74), as empresas devem divulgar em seus demonstrativos contábeis informações inerentes ao impacto ambiental provocado pela atividade operacional. Dessa maneira, a norma enfatiza que devem ser evidenciados:

- a) investimentos e gastos com manutenção nos processos operacionais para a melhoria do meio ambiente;
- b) investimentos e gastos com a preservação e/ou recuperação de ambientes degradados;
- c) investimentos e gastos com a educação ambiental para empregados, terceirizados, autônomos e administradores da entidade;
- d) investimentos e gastos com educação ambiental para a comunidade;
- e) investimentos e gastos com outros projetos ambientais;
- f) quantidade de processos ambientais, administrativos e judiciais movidos contra a entidade;
- g) valor das multas e indenizações relativas à matéria ambiental, determinada administrativa e/ou judicialmente;
- h) passivos e contingências ambientais.

Entretanto, conforme Ben (2005), as empresas gaúchas ainda não estão evidenciando adequadamente as informações ambientais que possuem reflexo no desempenho da organização.

2.3.1.1 Ativo Ambiental

Ribeiro (2005, p. 61) conceitua o ativo ambiental como sendo todos os bens e direitos possuídos pelas empresas que tenham capacidade de geração de benefício



econômico em períodos futuros e que visem à preservação, proteção e recuperação ambiental.

Segundo Tinoco e Kraemer (2004, p. 175-176), ativos ambientais são os bens adquiridos pela companhia que têm como finalidade controle, preservação e recuperação do meio ambiente. Esse tipo de gasto deve ser contabilizado na forma de imobilizado ou diferido.

Os ativos ambientais representam:

- os estoques de insumos, peças, acessórios etc., utilizados no processo de eliminação ou redução dos níveis de poluição e de geração de resíduos;
- os investimentos em máquinas, equipamentos, instalações etc., adquiridos ou produzidos com intenção de amenizar os impactos causados ao meio ambiente;
- os gastos com pesquisas, visando ao desenvolvimento de tecnologias modernas, de médio e longo prazos, desde que constituam benefícios ou ações que irão refletir nos exercícios seguintes.

2.3.1.2 Passivo Ambiental

Passivo ambiental representa toda e qualquer obrigação de médio e longo prazos, destinada exclusivamente a promover investimentos em prol de ações relacionadas à extinção ou amenização dos danos causados ao meio ambiente. Representa, inclusive, percentual do lucro do exercício, com destinação compulsória, direcionado a investimentos na área ambiental.

Ribeiro (2005, p. 75-76) apresenta que o passivo ambiental quer se referir aos benefícios econômicos ou aos resultados que serão sacrificados em razão da necessidade de preservar, proteger e recuperar o meio ambiente, de modo a permitir a compatibilidade entre este e o desenvolvimento econômico, ou em decorrência de uma conduta inadequada em relação a essas questões.

Os passivos ambientais normalmente são contingências formadas em longo período, sendo despercebidos às vezes pela administração da própria empresa. Normalmente surgem da posse e do uso de uma mina, uma siderúrgica, ou um lago, rio, mar e de uma série de espaços que compõem o meio ambiente, e que de alguma forma estão sendo prejudicados, ou ainda pelo processo de geração de resíduos ou lixo industriais, de difícil eliminação.



O passivo ambiental deve ser reconhecido nos relatórios financeiros, por ser de ocorrência provável e poder ser razoavelmente estimado, existindo vários padrões de contingências que devem ser usadas para caracterizar o que seria um evento de ocorrência provável. Se existirem dificuldades para estimar seu valor, deverá ser provisionado um valor estimável.

Ressalta-se que os conceitos de ativo e passivo ambiental apresentados na literatura não estão claramente vinculados à idéia desta tese, em função de associarem-se ao patrimônio afetado pelo meio ambiente direto da empresa. Tais conceitos, em função de se tratarem de temas recentes no conceito brasileiro, ainda carecem de instrumentos de caráter qualitativo para sua mensuração. Em uma lógica de gestão econômica dos recursos naturais que são observados no ambiente empresarial, é imprescindível a utilização de técnicas de valoração dos fenômenos observados.

Além dos elementos de ativo e passivo ambiental, torna-se necessário evidenciar os custos ambientais da organização, visando compreender o contexto global dos mesmos. Na seqüência, serão abordados os aspectos inerentes a esses custos, seus métodos de acumulação e as análises de custo da qualidade que podem ser realizadas.

2.3.2 Custos Operacionais Ambientais

Segundo Ben, Müller e Kliemann Neto (2004), a exigência de uma nova postura das empresas na sua relação com o meio ambiente provocou o surgimento de uma consciência de que a proteção do meio ambiente não é somente de responsabilidade dos órgãos competentes, mas sim de toda a sociedade. O reconhecimento dos custos ambientais permite a obtenção de resultados mais próximos da realidade, espelha o efetivo desempenho da empresa em cada período, bem como reflete a atuação dos gestores.

Conforme Merico apud Kraemer (2002, p. 92), a questão ambiental tem sido tratada pela microeconomia, a qual procura internalizar no preço dos produtos os custos dos efeitos ambientais externos da produção – as externalidades, buscando refletir assim a degradação ambiental. Nos livros que abordam a macroeconomia, não há nenhum comentário sobre o meio ambiente, recursos naturais, poluição e esgotamento, referindo-se apenas ao trabalho e ao capital, os quais, aliados à eficiência, impulsionam o crescimento. Nesse aspecto, estudiosos têm direcionado esforços para construir



modelos de identificação e análise dos custos ambientais. Segundo Kraemer (2002, p. 65), a partir da década de 90 iniciou-se a fase chamada Economia Ecológica, que permanece até os dias atuais. Nesta fase se encara a questão da economia do meio ambiente de forma mais sistêmica e abrangente, englobando além da problemática do uso dos recursos naturais, as externalidades do processo produtivo na busca de processos econômicos sustentáveis.

Conforme Ferreira (2003, p. 22), quando se propõe que os custos de poluição sejam abordados, os mesmos deveriam integrar os preços dos produtos. Por sua vez, há de se imaginar que maiores preços resultem em vendas menores e menores lucros. Entretanto, deve-se também raciocinar que, ao não contemplar esses custos na apuração do período, os acionistas ou sócios da empresa estariam sendo beneficiados com a distribuição do lucro (quando couber), enquanto os custos da despoluição ou recuperação estariam sendo socializados. Dessa maneira, tais aspectos possuem relação com todos os segmentos atuantes nos mercados nacional e internacional, interferindo na competitividade das empresas em relação aos seus concorrentes.

Segundo Ben e Lima (2004), aspectos referentes à economicidade do projeto costumam influenciar nas decisões relativas aos aspectos ambientais. Decisões empresariais como tratar os resíduos de cromagem ou dispor os mesmos no meio ambiente são frequentes, onde a consciência ecológica e aos aspectos financeiros são conflitantes e decisivos para a preservação ambiental.

Ribeiro (2005, p. 52) evidencia que os custos ambientais compreendem todos os gastos relacionados direta e indiretamente com a proteção do meio ambiente e que serão ativados em função de sua vida útil, ou seja:

- amortização, exaustão e depreciação;
- aquisição de insumos para controle, redução ou eliminação de poluentes;
- tratamentos de resíduos dos produtos;
- disposição dos resíduos poluentes;
- tratamento, recuperação e restauração de áreas contaminadas;
- mão-de-obra utilizada nas atividades de controle, prevenção e recuperação do meio ambiente.

De acordo com Campos (1996), mensurar custos relacionados ao meio ambiente é uma tarefa difícil, pois eles são compostos por uma grande parcela de intangíveis, isto é, custos de difícil percepção e relacionados indiretamente com aspectos ambientais,



como por exemplo, a perda de mercado devido à imagem ambiental negativa da empresa. Outro aspecto salientado pela autora é o fato de muitas empresas tratarem esses custos como externalidades, ou seja, custos que devem ser pagos pela sociedade.

Quando analisados tais custos no ambiente empresarial, os custos tangíveis são mais facilmente identificáveis. Assim, a identificação dos custos operacionais ambientais, considerando estes como sendo os gastos que a empresa emprega para a minimização dos impactos da atividade operacional sobre o meio ambiente, torna-se um elemento relevante para a gestão das empresas. Para a apuração dos custos operacionais ambientais, os mesmos são divididos em três categorias conforme evidenciado na Figura 8, os quais, em conjunto, compõem o custo gerencial ambiental de uma organização industrial.

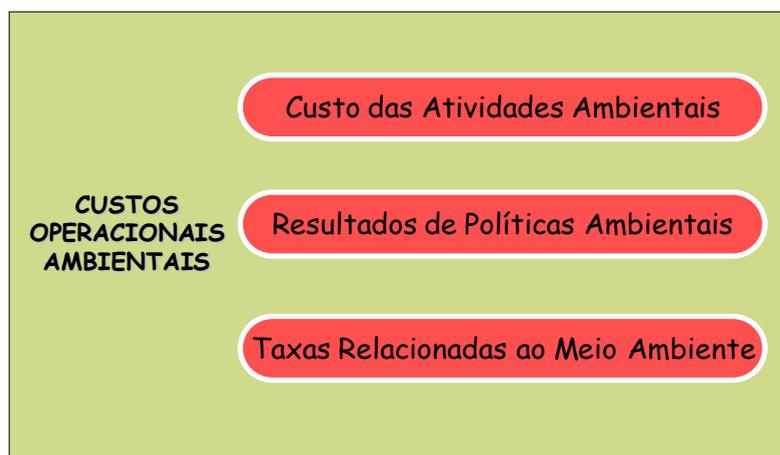


Figura 8 - Estrutura Geral dos Custos Operacionais Ambientais

Fonte: Adaptado de Schneider, Nehme e Ben (2006)

Para um correto gerenciamento dos custos ambientais, torna-se necessário coletar as informações (através dos itens de custos gerenciais ambientais) e, posteriormente, as mesmas podem ser agrupadas por tipo de utilização na organização (custos gerenciais da qualidade ambiental). Ressalta-se, ainda, que as informações devem ser levantadas através de um método de custo. Nesse sentido, tais perspectivas são abordadas na seqüência.



2.3.2.1 Itens de Custos Operacionais Ambientais

Os custos operacionais ambientais, freqüentemente, estão divididos ao longo de diversas funções desempenhadas pelas organizações, fator este que dificulta sua identificação através dos métodos tradicionais de custeio.

Conforme apresentado na Figura 9, constata-se que as informações de custos ambientais, bem como dos ativos e passivos inerentes, existem em sua maioria nas demonstrações contábeis, mas não da maneira necessária à gestão ambiental.

LOCALIZAÇÃO DOS ITENS DE CUSTOS GERENCIAIS AMBIENTAIS		CPV	Despesas	Receitas	Ativo	Passivo	Intangível
Atividades Ambientais	Segregação de resíduos						
	Eliminação de resíduos						
	Tratamento de efluentes						
	Análises de efluentes						
	Gastos com insumos						
	Gastos com mão de obra em tais atividades						
	Ativo imobilizado relacionado à questão ambiental						
	Estoques de produtos para prevenção ambiental						
	Financiamento de equipamentos de minimização de impactos						
	Outras atividades ambientais						
Resultados de Políticas Ambientais	Receitas venda de materiais reciclados						
	Receita venda de subprodutos						
	Não-necessidade de realização de custos						
	Disposição de resíduos em ARIP						
	Armazenamento resíduos na empresa						
	Resultado técnicas ambientais no ambiente fabril						
	Perda de receitas devido à má reputação ambiental						
Outros gastos ou receitas relacionadas							
Taxas Relacionadas ao Meio Ambiente	Taxas órgãos fiscalizadores federais						
	Taxas órgãos fiscalizadores estaduais						
	Taxas órgãos fiscalizadores municipais						
	Taxas fiscalizações específicas da atividade						
	Certificado de registro em órgãos específicos						
	Alvarás de funcionamento						
	Multas e indenizações ambientais						
Outras taxas ambientais							

Figura 9 - Localização dos Itens de Custos Operacionais Ambientais na Estrutura Contábil Tradicional

Uma grande dificuldade para a visibilidade dos custos operacionais ambientais em uma organização é que os custos gerados em decorrências das práticas necessárias ao gerenciamento ambiental encontram-se diluídos em diversas rubricas nas demonstrações contábeis, fator este que dificulta sua identificação. Outra grande dificuldade na evidenciação de tais custos é que os mesmos são agrupados em uma série de contas de mesma natureza, ao invés de atividades ou funções, ou segregados por processos. As contas de mesma natureza são acumuladas por grupos de custos, e apresentadas de forma sintética nos relatórios contábeis.



2.3.2.2 Custos Operacionais da Qualidade Ambiental

De acordo com Wernke e Bornia (2000, p. 77-88), a terminologia custos diz respeito aos investimentos feitos para a obtenção de um produto ou serviço, ou seja, está relacionada às aplicações realizadas para a execução de uma atividade, de maneira direta ou indireta. Os custos estão relacionados à fabricação dos produtos e normalmente agrupam-se em matéria-prima, mão-de-obra direta e custos indiretos de fabricação. Por sua vez, conceituar qualidade não constitui uma tarefa das mais fáceis, uma vez que este termo sofreu constantes evoluções no decorrer da história, acompanhando o próprio desenvolvimento humano.

Diante do exposto, Campos (1996) desenvolveu um estudo para definição e identificação dos custos da qualidade ambiental, onde argumenta que os conceitos de custos da qualidade ambiental estão fundamentados na lógica de cadeia produtiva, dos processos produtivos, onde as atividades é que são consumidoras de recursos e não os centros de custos.

No mesmo sentido, Moura (2000) apresenta uma estruturação onde classifica os custos da qualidade ambiental em custos do controle (prevenção e avaliação) e custos de falhas no controle (falhas internas e externas), além dos custos intangíveis. Por meio dos custos da qualidade, torna-se possível analisar a dimensão do problema da qualidade vivenciado pela empresa, convertendo-a em linguagem do dinheiro, com o propósito de que seja de fácil compreensão para a sua administração. É possível, também, detectar em que departamento da empresa há a incidência dos custos da má qualidade, podendo-se, desta forma, traçar ações voltadas à sua redução. Determinados custos da má qualidade estão relacionados às falhas detectadas pelos clientes, quando do recebimento do produto/serviço, fator este que pode ocasionar a redução das vendas e, até mesmo, denegrir a imagem da empresa perante o mercado. Por outro lado, a empresa experimenta custos relacionados com despesas de garantia, reclamações, dentre outros.

Segundo Robles Jr. (2003, p. 103), inicialmente com o levantamento dos custos da qualidade, nota-se uma grande participação no volume total dos custos de avaliação e falhas. Em um segundo estágio, quando já implementadas as ações de melhoria na organização e o sistema de custos da qualidade estiver implantado, há um aumento nos custos de prevenção e uma diminuição nos custos de avaliação e falhas, resultando em consideráveis ganhos para a empresa.



Campos (1996) evidencia que a nova abordagem de custo da qualidade ambiental parte do seguinte princípio: para as empresas se adequarem à nova postura de preservação ambiental e buscarem uma política de qualidade ambiental na gestão da sua organização deverão se preocupar também com os custos da relação meio ambiente e meio empresarial, portanto deverão destacar estes custos dos demais. Sendo assim, o meio empresarial deverá se preocupar com dois aspectos relacionados aos seus custos da qualidade ambiental: o primeiro, e mais complexo, buscar formas de considerar os custos tratados até então como externalidades, ou seja, internalizá-los; o segundo, identificar e obter, para em seguida avaliar, os custos ambientais, sejam tanto os relacionados aos processos empresariais, quanto os relacionados aos processos produtivos. Assim, é apresentada a estrutura proposta pela autora na Figura 10, a qual evidencia a estrutura analítica de tais custos.

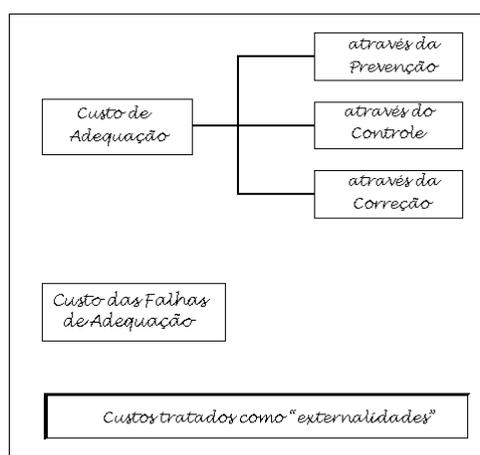


Figura 10 - Classificação dos Custos da Qualidade Ambiental

Fonte: Campos (1996)

Segundo Lerípio (2001, p. 14), a soma dos diferentes conceitos de poluição leva a crer que o problema ambiental gerado por um determinado processo deve ser evitado não na saída da indústria, mas investigando o próprio processo industrial, detectando ineficiências e falhas, de acordo com a filosofia da qualidade total. Enquanto isso, são buscadas novas aplicações para os materiais residuais gerados no processo e novas possibilidades de matérias primas. Assim, a poluição industrial é na verdade uma forma de desperdício e ineficiência dos processos produtivos e os resíduos industriais representam, na maioria dos casos, perdas de matérias-primas e insumos.



Moura (2003, p. 75) evidencia que a administração da qualidade ambiental deve envolver todo o ciclo de vida do produto, desde a matéria-prima, passando pelas fases de fabricação, uso e descarte final. Todos esses custos, incluindo o das medidas de minimização de resíduos, custos da reciclagem e outros, devem ser computados, pois tende-se a analisar esses custos após o descarte como sendo um custo social fora da responsabilidade da empresa. Com isso, Moura (2003) apresenta uma forma de classificação dos custos da qualidade ambiental, a qual foi baseada na metodologia de análise dos custos da qualidade.

2.3.2.3 Métodos de Acumulação dos Custos Operacionais Ambientais

Silva, I. (2003) pondera que, no final da década de 70 e início dos anos 80, os gerentes de empresa que desejavam automatizar seus processos enfrentavam sérias dificuldades para justificar os investimentos necessários, com base na análise de custos utilizados na época. Isso ocorria porque a análise tradicional não considerava fatores intangíveis, tais como o aumento da qualidade devido à padronização e o aumento de flexibilidade produtiva. Entre os anos de 1984 e 1994 ocorreu uma revolução nas teorias e nas práticas de gestão contábil. A origem dessas mudanças foi a identificação de falhas e obsolescência dos sistemas de custeio e de medição de desempenho até então empregados.

Para a obtenção das informações de custos, observa-se na literatura a existência de métodos de custeio distintos. Entre tais métodos, destacam-se o custo-padrão, o centro de custos, o custeio baseado em atividades (ABC) e as unidades de esforço de produção (UEP), que principalmente se diferenciam entre si pela forma de como os mesmos explicam o comportamento dos custos indiretos em uma empresa. Diante da diversidade de métodos existentes, torna-se necessário estabelecer qual destes é o mais indicado para a análise dos custos ambientais. Nesse sentido, Silva, I. (2003, p.107) realizou um comparativo entre os métodos de custeio existentes na análise dos custos ambientais, conforme evidenciado na Figura 11. Destaca-se que, para a realização da referida análise, os dados foram categorizados em conformidade com o apresentado quando da discussão dos custos da qualidade ambiental, apresentados no item anterior.



		Obtenção das Informações				
		Categoria de gastos	Custo Padrão	Centro de Custo	ABC	UEP
Acumulação das Informações	Custos de Prevenção	Materiais diretos e indiretos, MOI, depreciação, energia	Bom para materiais diretos e regular para os demais custos	Não faz custeio de materiais diretos, bom para custos indiretos	Não faz custeio de materiais diretos, bom para custos indiretos	Não faz custeio de materiais diretos, bom para custos indiretos
	Custos de Avaliação	MOI, Materiais Indiretos	Regular	Bom	Bom	Bom
	Custos de Falhas Internas	Desperdício de materiais, energia, água	Ruim	Ruim	Bom	Bom
	Custos de Falhas Externas	Gastos correção e recuperação, pagamento multa	Ruim	Ruim	Bom	Ruim
	Custos Intangíveis	Gastos associados à recuperação da imagem	Ruim	Ruim	Regular	Ruim

Figura 11 - Tratamento dos Custos Ambientais Pelos Métodos de Custeio

Fonte: Adaptado de Silva, I. (2003)

Silva, Gasparetto e Kliemann Neto (2003) apontaram que o ABC vale-se da visão horizontal da empresa, conhecida como visão de processos. Dessa maneira, através da hierarquia dos processos, podem ser identificados os macroprocessos, desmembrando os mesmos em sub-processos, os quais podem ser divididos em atividade e estas em tarefas. O método ABC pode proporcionar informações valiosas para a gestão econômica da empresa, e com ele a empresa terá uma real dimensão dos esforços despendidos referentes aos custos ambientais. A seqüência de operacionalização do ABC para a mensuração dos custos ambientais conforme Silva, Gasparetto e Kliemann Neto (2003) é apresentada na Figura 12.

Nessa mesma linha, Ribeiro (2005) justifica que o custeio por atividades pode proporcionar informações valiosas para a gestão econômica da empresa, visto que custeia a menor unidade de consumo de recursos: as atividades. Estas consomem recursos, portanto o custo desses recursos deve ser apropriado às atividades que os exigiram. A idéia básica do ABC é tornar os custos das várias atividades da empresa e entender seu comportamento, encontrando bases que representam as relações entre os produtos e essas atividades. O método ABC visa solucionar o problema crônico dos sistemas de custeio tradicional que distribuem custos indiretos aos produtos através de bases de rateio arbitrário.



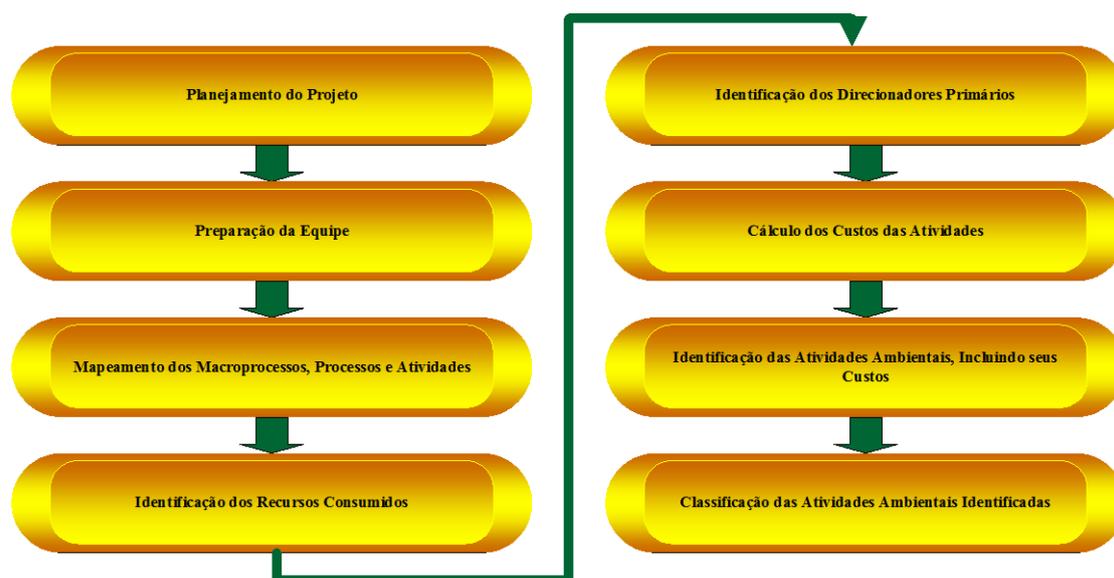


Figura 12 - Sistemática Para Apuração dos Custos Ambientais Pela Utilização do Método ABC

Fonte: Silva, Gasparetto e Kliemann Neto (2003)

No mesmo sentido, Carvalho (2001, p. 48) argumenta que as principais recomendações para a utilização do ABC são que a empresa utilize grande quantidade de recursos indiretos em seu processo de produção, ou tenha significativa diversidade em seus produtos, processos e clientes. Com base em tais premissas, Carvalho (2001) elaborou estudo identificando os custos ambientais na cadeia produtiva de papel e celulose. Por sua vez, Kraemer (2002) construiu um modelo econômico de controle e avaliação de impactos ambientais em um curtume, ponderando que o método ABC procura tornar o cálculo do custo dos produtos mais preciso, superando problemas crônicos dos métodos.

Assim, constata-se que a contabilidade gerencial, ao incluir em seus relatórios informações acerca do desempenho ambiental da organização, transforma-se em um poderoso instrumento de gestão. Além disso, tais rotinas não estão relacionadas com as técnicas abordadas como instrumentos sustentáveis de produção, estando estas variáveis atuando na organização de maneira desconexa. Constatam-se algumas lacunas nos instrumentos analisados, como a inadequada formalização das informações, fator este que determina a baixa qualificação das respostas buscadas sobre o assunto. Dessa forma, nota-se que as soluções propostas até o momento são parciais, não existindo



ainda um modelo que aglutine tais informações e possibilite as análises correspondentes.

2.3.2.4 Custos Intangíveis

Diehl (1999, p.8-9) apresenta que se pode definir custo intangível como a parcela de sacrifício financeiro absorvida na formação e/ou manutenção de um fator intangível. Exemplos de fatores e custos intangíveis são patentes e os custos de desenvolvimento, marcas registradas e custos de propaganda e registro, imagem mercadológica e custo de treinamento, moral de RH e custos da política de pessoal, entre outros. Pode haver algum tipo de confusão entre as definições comuns de custos intangíveis e custos indiretos. Os primeiros estão associados com fatores intangíveis, o que gera uma dificuldade de mensuração. Os últimos estão relacionados com a dificuldade de atribuição. Muitas vezes o que leva a esta confusão é que a maioria dos custos intangíveis são indiretos. Assim, um custo intangível pode ser um custo direto se for facilmente atribuível a um fator intangível; ou um custo indireto se for dificilmente atribuível a um fator intangível. Por exemplo: no desenvolvimento de uma patente industrial X, pelo departamento técnico de uma organização, o custo de um equipamento comprado especificamente para o desenvolvimento desta patente será um custo direto. Por outro lado, o custo de mão de obra dos técnicos, que também trabalham em outras atividades, será um custo indireto. Assim, é de fundamental importância o conhecimento da composição dos gastos associados aos recursos intangíveis, tanto para permitir uma avaliação correta do retorno gerado, como para tornar possível o gerenciamento do processo.

Uma das questões que mais intrigam os usuários de informações que contém algum viés ambiental consiste no fato de que existem inseridas em tais análises inúmeras questões intangíveis, as quais são de difícil mensuração. Conforme Schmidt e Santos (2002, p. 12), existe uma grande divergência de entendimentos na classificação de tais valores. Ainda conforme os autores, uma das definições mais adequada é apresentada por Iudícibus (1997), que define intangível como ativos de capital que não têm existência física, e cujo valor é limitado pelos direitos e benefícios que, antecipadamente, sua posse confere ao proprietário.



Ao analisar aspectos referentes a questões ambientais inseridos no contexto industrial, parte das análises que se fazem necessárias remete a valores intangíveis. Um exemplo disso é analisado pela discussão acerca do ganho potencial que a empresa apresenta em função de a mesma apresentar uma lógica de prevenção aos impactos ambientais, os quais são de difícil mensuração em função de se tratar de valores imateriais. No mesmo sentido, valores referentes à imagem ou a não-existência de um acidente são valores intangíveis.

Toda a problemática dos custos intangíveis leva a uma análise de benefício-custo, o que requer uma técnica de quantificação de intangíveis, onde existe uma parte de caráter mais mecânico, representada pelo método em si, e outra parte mais qualitativa, representada pela geração do dado que é inserido. O entendimento dos ativos, dos passivos e dos custos ambientais são técnicas que proporcionam o levantamento das informações em uma organização. Contudo, depois de registradas, as informações necessitam de avaliação. Para possibilitar tal avaliação, é necessário analisar o impacto, a relevância e a adequação das variáveis ambientais em uma organização. Para realizar esta avaliação, serão analisadas ferramentas tanto de caráter monocriterial como multicriterial.

2.4 TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE EM PROJETOS

Segundo Faminow in Clemente (1998, p. 209), uma das questões mais surpreendentes no Brasil e no mundo, nas últimas décadas, tem sido o crescente interesse pelo meio ambiente. Em vários setores e indústrias, pessoas responsáveis por decisões tanto na área pública como privada estão incluindo considerações ecológicas como componentes cruciais do processo decisório. Nesse sentido, custos ambientais excessivos em relação ao total dos benefícios financeiros são um sinal de que, talvez, o projeto de investimento não deva ser levado adiante. Assim, para a análise da viabilidade de projetos relacionados a questões ambientais, são apresentadas técnicas monocriteriais, técnicas multicriteriais e análises de benefício-custo.

2.4.1 Análise Monocriterial

Quando da realização de investimentos por parte da empresa, torna-se necessário o estabelecimento de critérios para decisão acerca da viabilidade ou não da realização



do mesmo. Ao realizar tais investimentos em questões ambientais, igualmente tal análise é necessária. Assim, através de técnicas específicas, pode-se determinar o benefício que a empresa terá ou a viabilidade de realização de tal investimento. Dentre as técnicas de análise monocriterial existentes na literatura, são analisados o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o *payback*, buscando em todas as mesmas, sua relação com o processo decisório com questões ambientais empresariais.

2.4.1.1 Método do Valor Presente Líquido (VPL)

O conceito do VPL é, segundo Moura (2003, p. 141), uma das formas mais empregadas para a realização de análise sobre a viabilidade de empreendimentos. É feito um cálculo para trazer todos os valores dos fluxos de caixa futuros para o presente considerando a uma dada taxa de desconto (taxa mínima de atratividade – TMA¹). Assim, considera-se o valor inicial do investimento (com sinal negativo), outras parcelas de investimento a serem pagas no futuro e receitas e despesas (considerando gastos com manutenção, vida útil, valor residual, entre outros), trazendo tudo para o presente, considerando o tempo e a taxa de juros. Como critério de investimento, se o VPL de um investimento resultar em um número positivo, valerá a pena realizar esse investimento. Se houver duas ou mais opções, será mais vantajoso realizar o investimento na opção com VPL mais elevado.

Gitman (1997, p. 330) mostra que, quando o VPL é usado para tomar decisões do tipo aceitar-rejeitar, aceita-se o projeto quando o VPL for maior do que zero, e rejeita-se se ele for negativo (sempre a uma dada TMA). Se o VPL for maior que zero, a empresa está obtendo um retorno maior do que seu custo de capital.

Um aprimoramento do VPL visando sua integração com as questões ambientais foi proposto por Agüero (1996, p. 83), argumentando que o método da renda capitalizada indica que o valor de um recurso natural qualquer é igual à soma de todo o fluxo de rendas futuras, devidamente descontadas ao valor presente. No caso de recursos não renováveis, até seu esgotamento total, e no caso dos renováveis, desde que adequadamente explorados, até a perpetuidade. O autor evidencia que a primeira referência implícita sobre este conceito encontra-se em Karl Marx, quando este assinala

¹ Determinada em função da remuneração do capital investido e do risco inerente ao projeto.



que a renda capitalizada do aluguel pago pelo uso de uma queda d'água com os juros médios do mercado aparece como o valor-capital deste recurso. Igualmente, Agüero (1996, p. 83) indica que o valor atual de um terreno agrícola deve ser igual à somatória de todos os pagamentos do arrendamento futuro desse terreno, devidamente descontados ao valor presente.

O autor pondera ainda que o método, em sua versão mais simples, estabelece que o valor de um recurso natural qualquer (V_0) é igual à somatória de todas as rendas ou retornos futuros (R_t) que a extração do recurso tem condições de fornecer, devidamente descontados ao valor presente, por uma taxa apropriada, conforme evidenciado na Equação 1.

$$V_0 = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

onde:

V_0 = valor do recurso natural

R_t = valor das rendas ou rendas futuras

r = taxa de desconto

A renda (R_t) pode ser entendida como renda residual, como *royalties* ou como aluguel líquido. O conceito de renda como resíduo vem desde Agüero (1996, p. 84), quando este afirma que a renda da terra é igual ao benefício bruto da exploração agrícola menos a remuneração dos fatores capital e trabalho. Ao considerar a renda como aluguel líquido, o método consiste em utilizar os montantes fixados nos contratos de aluguel da terra ou de um recurso natural qualquer e assumir que ele continuará indefinidamente no futuro. Por exemplo, Alston (1986) aplicou o modelo econométrico para a agricultura nos EUA com resultados significativos ($R^2 = 0,95$) com a Equação 2.

$$V_t = \int_0^{\infty} B_{t+n}^* \cdot e^{-p \cdot n} dn \quad (2)$$

onde:

V_t = preço da terra no tempo t

B_{t+n}^* = benefício esperado líquido (aluguel) da propriedade da terra no tempo $t+n$

p = taxa de desconto (custo de oportunidade da terra)



Nesse contexto, o benefício esperado é determinado pela Equação 3.

$$B^* = \frac{\text{Renda de aluguel bruto}}{\text{Custo de manutenção}} + \text{depreciação} + \frac{\text{Impostos (propriedade, renda, ganhos de capital)}}{\text{Impostos (propriedade, renda, ganhos de capital)}} \quad (3)$$

Sobre a taxa de desconto, conforme Agüero (1996, p. 87), existem posições no sentido de que ela deveria ser a taxa de mercado. As previsões do comportamento de R_t ao longo do tempo dependem, por sua vez, do comportamento das outras variáveis onde eles se originam. A análise do comportamento destas outras variáveis exige a construção de um fluxo de caixa, em que se devem observar alguns critérios:

1. Assume-se que os preços finais dos bens em que participam os recursos naturais permanecem constantes ao longo do tempo, salvo se existirem evidências de significativas mudanças na oferta e na procura de alguns bens;
2. Sobre a quantidade extraída, devem ser consideradas particularidades do recurso, como seu estoque atual, o tempo de vida provável ou o prazo de regeneração e a taxa de extração apropriada;
3. As apurações de receitas e despesas geralmente são feitas ano a ano, porém é possível considerar maiores ou menores períodos de tempo em função da natureza do recurso. No período definido, apuram-se os lucros normais e os impostos e taxas correspondentes, registrando-se estes dois últimos como saídas nas datas efetivas de pagamento. A diferença receita menos despesa dá o lucro líquido anual, que passa a ser descontado a valor presente;
4. Sobre a taxa de desconto r , existem posições no sentido de que ela é decrescente ao longo do tempo, que é constante ou que varia proporcionalmente aos ciclos econômicos. Conforme Agüero (1996, p. 87), o aconselhável seria assumir uma taxa constante ao longo do tempo, salva evidência contrária.

Ainda sobre a taxa de desconto, ela deve ser definida em função das características da empresa (tomadora ou aplicadora de recursos), da necessidade de remuneração do capital investido (com maior ou menor intensidade), entre outros. Contudo, destaca-se que a definição da TMA deve ser realizada respeitando as características individuais da empresa, devendo a mesma refletir a realidade intrínseca



desta. Outra característica relevante do VPL é a necessidade de previsão do fluxo de caixa para sua determinação. Assim, os dados devem ser oriundos da contabilidade da empresa, sendo relevante, dessa forma, a estruturação da contabilidade ambiental para decisões desse tipo.

Em função das características apresentadas por este método, o mesmo pode ser adequado para estimar o benefício esperado dos fatores internos de produção em uma empresa industrial, como uma estação de tratamento de efluentes e demais equipamentos existentes para a minimização dos impactos da atividade operacional no meio ambiente.

2.4.1.2 Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)

Conforme Moura (2003, p. 142), a TIR é a taxa que é obtida quando o VPL é igual a zero. Ela identifica qual a taxa a ser aplicada ao fluxo de investimentos de modo que, trazidos aos valores atuais, os investimentos, custos e despesas se igualem ao valor das receitas (também trazidas ao valor atual). Nesse sentido, quanto maior a TIR, melhor o investimento em termos de rentabilidade.

O problema da avaliação econômica é transformar o orçamento de custos e receitas do projeto, de seus valores privados (da empresa) em valores e preços, em custos econômicos (orçamento da coletividade e não da empresa). Segundo Gitman (1997, p. 330), se a TIR for maior que o custo de capital, aceita-se o projeto; se for menor, rejeita-se o projeto. Esse critério garante que a empresa esteja obtendo, pelo menos, sua taxa requerida de retorno.

Da mesma maneira que no VPL, a determinação da TIR depende da estruturação de um fluxo de caixa com as informações inerentes ao projeto. Assim, novamente é relevante a dependência da contabilidade ambiental para o fornecimento das informações necessárias à ferramenta.

2.4.1.3 Método do Prazo de Retorno do Investimento (*payback*)

O *payback* é uma das técnicas mais utilizadas quando da avaliação da viabilidade de um investimento. Esse fato se deve em função de a mesma ser de fácil



entendimento por parte do tomador de decisão. Na sua essência, o *payback* avalia o tempo necessário para que o somatório das parcelas da receita decorrente de um projeto cubra os investimentos iniciais deste mesmo projeto, e popularmente conhecido como o tempo de retorno do investimento.

Como aspecto positivo desta técnica de análise, destaca-se que o *payback* minimiza os riscos da empresa em situações de instabilidade econômica, de alto risco ou sujeitos a constantes e fortes modificações. Como contraponto, esta técnica apresenta aspectos negativos por não considerar os fluxos de caixa posteriores ao período de *payback*, além de não considerar o valor do dinheiro no tempo (no caso do *payback* sem atualização). Entretanto, destaca-se que o *payback* sempre deve ser encarado como um método complementar de análise.

Conforme Gitman (1997, p. 327), como critério de decisão, se o período de *payback* for menor que o período de *payback* mínimo aceitável, aceita-se o projeto; se o período de *payback* for maior que o período de *payback* máximo aceitável, rejeita-se o projeto.

Destaca-se, ainda, que o *payback* pode ser com ou sem atualização. A principal diferença entre os dois métodos é que o *payback* com atualização considera o valor temporal do dinheiro, ou seja, atualiza os fluxos futuros de caixa a uma taxa de aplicação no mercado financeiro (TMA), trazendo posteriormente os fluxos a valor presente, para depois calcular o período de recuperação.

2.4.1.4 Complementaridade Entre os Métodos

A TIR é uma base de avaliação que realiza uma relação entre a rentabilidade e o tempo de um projeto, sob a ótica econômica. Devido a esse pressuposto, a TIR mede a lucratividade de um investimento. Baseado nisso, um projeto será vantajoso quando a TIR apresentada for maior do que a TMA da empresa. Assim, ela propicia a seleção de projetos de investimentos com base na comparação entre as taxas que eles apresentam, através da hierarquização desses projetos. A TIR apresenta dois problemas distintos. O primeiro, de ordem matemática, onde pode-se encontrar múltiplas TIR, tantas quantas forem as inversões de fluxo no projeto, e nenhuma delas significar nada. O segundo, de ordem econômica, pressupõe que todos os fluxos são reinvestidos na própria TIR.



No método do VPL, todos os fluxos de caixa são trazidos para a data inicial do investimento (momento zero), mediante a aplicação de uma TMA. Assim, o VPL realiza suas análises igualmente com base na rentabilidade e no tempo de um projeto. Sob esta ótica, a melhor alternativa será aquela que apresentar o maior VPL. No mesmo sentido, considera-se atraente um projeto que apresente um VPL maior ou igual a zero.

Como um contraponto, o *payback* é um método que, diferentemente dos métodos anteriormente abordados, analisa somente o tempo do retorno do investimento. Assim, o *payback* é definido como sendo o prazo para a recuperação do investimento em um projeto, onde este investimento será recuperado quando o lucro gerado pelo projeto igualar o valor do investimento realizado. É encontrado somando-se os valores dos fluxos de caixa negativos com os valores de fluxo de caixa positivos, até o momento que essa soma resultar em zero. Sob essa ótica, o melhor projeto sob a ótica do *payback* será aquele que apresentar um menor tempo de recuperação do investimento. Uma análise isolada dessa técnica pode ser perigosa, uma vez que o *payback* não analisa a rentabilidade dos projetos envolvidos.

Análises combinadas entre essas técnicas costumam apresentar resultados satisfatórios. Assim, pode-se decidir sobre projetos distintos, analisando conjuntamente aspectos como o desejo de obtenção de um retorno menor em um tempo curto, ou obter uma taxa maior em um prazo maior. O VPL e a TIR priorizam rentabilidade, enquanto o *payback* prioriza o prazo.

Os métodos apresentados não podem ser utilizados de maneira isolada, uma vez que cada qual apresenta limitações sendo, apesar disso, complementares entre si. Assim, na análise de projetos de caráter ambiental, os mesmos devem ser analisados conjuntamente.

2.4.2 Análise Multicriterial

Nem sempre as decisões de caráter ambiental podem ser resolvidas através de decisões monocriteriais. Tal afirmativa é verdadeira na medida em que diversas variáveis podem interferir ao mesmo tempo em uma decisão, sendo as mesmas muitas vezes contraditórias entre si, cada uma delas contendo, entretanto, vantagens e desvantagens específicas. Assim, torna-se necessária a utilização de ferramentas multicriteriais para o suporte à decisão.



Conforme Gomes, Gomes e Almeida (2006), os problemas multicritérios envolvem seis componentes: a) objetivo; b) decisor(es); c) conjunto de critérios de decisão; d) conjunto de alternativas; e) conjunto de estados da natureza; f) conseqüências das decisões. Com isso, nas decisões em grupo, as preferências individuais podem ser combinadas de modo a resultar em uma decisão do grupo. As variáveis de decisão são as ações detalhadas, que devem ser decididas e comunicadas. A decisão do grupo é, assim, conseqüência de um intercâmbio de decisões entre os membros do grupo do qual emana a negociação das propostas aceitáveis. Se o compromisso é obtido, elas são automaticamente acordadas.

Com base nesse escopo, são analisados três métodos multicriteriais de decisão, sendo estes o MAUT, o AHP e o Electre.

2.4.2.1 - *Multi Attribute Utility Technology* - MAUT

O método da tecnologia de utilidade multi-atributos foi desenvolvido nos Estados Unidos na década de 80 por Edwards e Newmann. Aplica-se a todos os processos de avaliação e análise: curiosidade, acompanhamento, ajuste fino e escolha programática. Destina-se à comparação de alguma coisa com alguma outra coisa, quando estes processos de avaliação possuem múltiplos objetivos.

O MAUT apresenta sete passos distintos para sua operacionalização, conforme segue:

- Passo 1 - Identificação dos objetivos da avaliação e da função final que a análise deve atender;
- Passo 2 - Identificação de todas as pessoas afetadas e envolvidas no processo em questão (*Stakeholders*);
- Passo 3 - Eleger, por consulta aos *Stakeholders*, os atributos ou características relevantes da decisão e organizá-los em uma estrutura hierárquica denominada árvore de valores (*value tree*).
- Passo 4 - Cada grupo de *Stakeholders* deve fornecer a importância relativa de cada um dos atributos identificados no passo 3.
- Passo 5 - Verificar quanto cada objeto de avaliação atende a cada atributo da árvore de valores.



- Passo 6 - Agregar, através da árvore de valores, as utilidades com importância relativa, obtendo a utilidade agregada da alternativa.
- Passo 7 - Realizar a análise de sensibilidade.

Com referência à operacionalização do modelo, algumas considerações podem ser realizadas. Os pesos constituem os graus de importância relativos de cada atributo de análise com relação aos demais da árvore. As medidas locais (utilidades unitárias de cada atributo) são apropriadas por consultas aos *Stakeholders*. As utilidades indicam quão bem uma alternativa ou opção atende um atributo particular da árvore de valores. A utilidade agregada de cada uma das opções ou alternativas é obtida pelo somatório dos pesos de cada atributo multiplicados pelos respectivos valores de utilidade. A análise de sensibilidade é realizada através da avaliação da influência da alteração dos pesos relativos dos atributos sobre os resultados finais alcançados. Finalmente, a análise de sensibilidade deve restringir-se a um número reduzido de atributos, aqueles de maior peso.

2.4.2.2 - *Analytic Hierarchy Process* - AHP

O Processo Hierárquico de Análise - AHP é um método de análise multicriterial baseado em um processo de ponderação ativa, no qual os diversos atributos relevantes são representados através de sua importância relativa. Este método tem sido extensivamente aplicado por acadêmicos e profissionais, principalmente em aplicações que envolvem decisões financeiras associadas a atributos não-financeiros (SAATY, 1996).

Além disso, o AHP é um método de avaliação hierárquica de atributos com aplicações diversas em áreas das ciências sociais, principalmente por possibilitar que análises qualitativas e subjetivas sejam operacionalizadas através de características numéricas. No caso específico de análises ambientais, o AHP permite a hierarquização das opiniões subjetivas sobre categorias de direcionadores de valor, permitindo um tratamento quantitativo que conduza a uma estimativa numérica da importância relativa de cada um dos direcionadores.

A aplicação deste processo reduz o estudo de sistemas extremamente intrincados a uma seqüência de comparações aos pares de componentes adequadamente



identificados. A teoria econômica e as demais metodologias existentes estão atreladas aos valores econômicos, tendo dificuldades para lidar com valores que não possuem implicações monetárias. Dessa forma, o tomador de decisão, mesmo que esteja motivado pela necessidade de prever ou controlar, geralmente enfrenta um complexo sistema de componentes correlacionados, e quanto melhor ele entender este sistema, melhor será sua previsão ou decisão.

Saaty (1996) observa que, apesar das diferenças entre os estímulos seguirem uma escala geométrica, a percepção destes pelo indivíduo obedece a uma escala linear. Conforme Gomes, Araya e Carigano (2004, p. 48), existe também o denominado limite psicológico, segundo o qual o ser humano pode, no máximo, julgar corretamente 7 ± 2 pontos, ou seja, nove pontos para distinguir essas diferenças. Pelos motivos expostos, Saaty (1996) definiu a escala fundamental conforme apresentado na Tabela 1.

Gomes, Araya e Carigano (2004, p. 49) apresentam ainda que o AHP, após a divisão do problema em níveis hierárquicos, determina de forma clara e por meio da síntese dos valores dos agentes de decisão, uma medida global para cada uma das alternativas, priorizando-as ou classificando-as ao finalizar o método.

Tabela 1 - Escala Fundamental do Método AHP

1	Igual importância entre as variáveis
3	Importância pequena de uma sobre a outra
5	Importância grande ou essencial
7	Importância muito grande ou demonstrada
9	Importância absoluta de uma sobre a outra
2, 4, 6, 8	Valores intermediários de importância

Fonte: Saaty (1996)

Depois de construir a hierarquia, cada decisor deve fazer uma comparação par a par de cada elemento em um nível hierárquico dado, criando-se uma matriz de decisão quadrada. Nessa matriz, o decisor representará, a partir de uma escala predefinida, sua preferência entre os elementos comparados, sob o enfoque de um elemento do nível imediatamente superior. Assim, o decisor responderá às seguintes perguntas: qual dos dois critérios contribui mais para a maximização do critério desempenho? Quantas vezes um critério contribui mais que outro?

Com base no exposto, fica evidente a relevância da acuracidade no levantamento das informações, etapa que é base para a avaliação das mesmas, seja esta de caráter econômico ou não. Na seqüência deste trabalho, analisam-se os modelos de valoração



ambiental existentes na literatura, buscando uma evidenciação de quais realizam uma avaliação econômica da gestão ambiental organizacional.

Ao selecionar os projetos a serem analisados, os mesmos devem ser comparados entre si com base nos pesos apresentados na Tabela 1. Posteriormente, a matriz obtida deve ser normalizada, onde a média das normalizações de cada critério ω_i indica a estimativa de peso a ser utilizada para cada critério, quando confrontados com os projetos oferecidos e estabelecida uma decisão de investimento. Um fator imprescindível quando da determinação da matriz de critérios é a verificação da consistência da matriz determinada. A matriz de critérios, quando multiplicada pelos pesos (ω_i) determinados na etapa anterior, evidencia o vetor de pesos considerados para cada variável, definindo os critérios mais relevantes na escolha a ser realizada nos projetos selecionados.

A consistência da matriz encontrada é um fator importante para que a mesma esteja adequada para a seleção dos projetos. Nesse sentido, Saaty (1996) observou que pequenas variações em a_{ij} implicam pequenas variações em $\lambda_{máx}$, em que o desvio do autovetor em relação a n (número de ordem da matriz) é considerado uma medida de consistência. Portanto, é possível afirmar que $\lambda_{máx}$ permite avaliar a proximidade da escala desenvolvida por Saaty (1980) com a escala de razões ou coeficientes que seria usada se a matriz A fosse totalmente consistente. Assim, o Índice de Consistência (IC) é determinado por $(\lambda_{máx} - n)/(n-1)$. Quando o IC é confrontado com o Índice Randômico (máxima inconsistência), é apresentado o grau de consistência da matriz encontrada. Quando, por exemplo, encontra-se um IR de 0,9, o grau de consistência foi de 0,02. Este índice evidencia que, em 2% das vezes, o tomador de decisão não conseguiu nenhum raciocínio lógico sobre o tema analisado. Tendo em vista este indicador, considerado consistente quando apresentado menor ou igual a 0,1, evidencia que a matriz encontrada está suficientemente ajustada para a realização das análises desejadas.

Um fator imprescindível quando da determinação da matriz de critérios é a verificação da consistência da matriz determinada. Saaty (1996) demonstrou que o melhor processo para obter o vetor de prioridades de uma matriz inconsistente é o método do autovetor direto, que permite estimar o vetor de prioridades com bastante consistência.

Saaty apud Gomes, Araya e Carignano (2004) observou que pequenas variações em a_{ij} implicam pequenas variações em $\lambda_{máx}$, em que o desvio do autovetor em relação a



n (número de ordem da matriz) é considerado uma medida de consistência. Portanto, é possível afirmar que $\lambda_{máx}$ permite avaliar a proximidade da escala desenvolvida por Saaty com a escala de razões ou coeficientes que seria usada se a matriz A fosse totalmente consistente.

Quando o IC é confrontado com o Índice Randômico (máxima inconsistência), é apresentado o grau de consistência da matriz encontrada. Tendo em vista este indicador, considerado consistente quando apresentado menor ou igual a 0,1, evidencia se a matriz encontrada está suficientemente ajustada para a realização das análises desejadas. Em função de ter sido determinada uma matriz considerada consistente, a análise poderá ser realizada com base na mesma. Caso tal fato não ocorra, devem ser revisados os critérios de ponderações dos pesos dos critérios utilizados até a determinação de uma matriz considerada consistente.

Para a seqüência da metodologia, necessita-se determinar o quão bem cada projeto satisfaz ou impacta em cada critério. Para tanto, é necessário construir uma matriz de comparação aos pares, contendo todas as alternativas, para cada um dos critérios.

Depois de definidos os pesos (ω_i) nas alternativas de projetos existentes, é possível definir a matriz de priorização de tais projetos com base nos dados obtidos na análise pelo método AHP. Para tanto, é realizada uma relação entre o peso dos critérios com o peso dos atributos analisados em cada projeto. Assim, determina-se qual dos projetos selecionados atende com um maior grau aos critérios estabelecidos pela empresa, escolhendo aquele que apresenta o escore mais alto dentre os projetos apresentados. Tal evidenciação indica que este projeto apresenta uma maior quantidade de requisitos julgados importantes pela empresa, com base na matriz de priorização definida.

Saaty apud Gomes, Araya e Carignano (2004) admite que a inconsistência pode ser inerente ao comportamento humano. Assim, ao aperfeiçoar o aprendizado e a compreensão nesse campo, deve-se trabalhar juntas a hierarquia e as medidas de relatividade. É importante notar que a inconsistência em uma matriz de decisão deve servir, em tal contexto, mais como um fator de alerta para o decisor do que um fator necessariamente não desejável. Dessa forma, deve-se ter muito cuidado com a utilização de processos matemáticos que fornecem a obtenção da consistência, já que podem alterar significativamente o resultado do problema. Conforme essa advertência, o decisor deve ser alertado para que seja ele, e somente ele, quem altere o juízo realizado.



2.4.2.3 - Electre

O método Electre foi desenvolvido na França na década de 70, a partir dos estudos de B. Roy. Tem sido utilizado com sucesso no auxílio à tomada de decisão em situações que apresentam múltiplos objetivos. Os mesmos buscam estabelecer relações de superação entre as alternativas analisadas. Em tais relações, são observadas possíveis as situações de indiferença, preferência ou incomparabilidade. O método apresenta sete passos, conforme segue:

- Passo 1 - Identificar as alternativas a serem analisadas;
- Passo 2 - Identificar os critérios que serão usados na avaliação;
- Passo 3 - Estabelecer a mensuração (valoração) absoluta das alternativas segundo todos os critérios;
- Passo 4 - Comparar, par a par, todas as alternativas segundo todos os critérios.
- Passo 5 - Verificar as relações de superação dos pares de alternativas para todos os critérios.
- Passo 6 - Estabelecer os índices de concordâncias para todos os pares de alternativas.
- Passo 7 - Identificar a alternativa com maior número de índices de concordância nas relações de superação.

Assim, observa-se a busca de estabelecimento de relações de superação de uma das alternativas na medição par a par, para identificação da melhor alternativa. Dessa forma, o mesmo pode ser considerado como um método de característica normativa.

2.4.2.4 Análise Comparativa Entre os Métodos de Análise Multicriterial Apresentados

Nos itens anteriormente apresentados, foram discutidos os métodos multicriteriais de análise existentes na literatura, ocasião em que foram apresentados os elementos essenciais para a operacionalização de cada um dos métodos de análise econômica multicriteriais analisados. Com base nos elementos apresentados, a Figura 13 apresenta uma análise comparativa entre os três métodos de análise multicriterial



apresentados, comparando os métodos de análise econômica multicriterial com base em elementos comuns.

	MAUT	AHP	Electre
Quanto à forma de comparação entre as alternativas	Individual, comparando todas as alternativas entre si em todos os critérios	Par-a-par, com dominâncias relativa a cada critério	Duas a duas, segundo todos os critérios (superação)
Quanto ao número de alternativas	Analisada frente aos critérios, após comparada às demais	Informação adicional de dominância possibilitando reversão	Todo o processo é reavaliado
Quanto à forma de priorização	Utiliza escala intervalar	Escala relacional (1 a 9)	Sem escala (superação)
Quanto à análise e estruturação	Árvore por grupos de interesse	Objetivos, critérios, subcritérios e alternativas hierarquizadas	Não hierarquizada
Quanto à análise dos aspectos econômicos	Desde o início	Realizada ao final	Incluso desde o início
Quanto à consideração do risco	Não pressupõe	Não estima risco envolvido	Estima risco através de níveis de significância
Quanto à relativização	Desde o princípio	Magnitudes relativas desde o início	Ao final, nas relações de superação
Quanto à análise de sensibilidade	Passo fundamental	Não pressupõe como integrante	Não pressupõe como necessário

Figura 13- Comparação Entre os Métodos de Análise Multicriterial

Conforme os elementos apresentados para cada um dos métodos de análise multicriterial, observa-se que o método AHP apresentar os elementos necessários para a análise multicriterial no ambiente organizacional, analisando os atributos entre si de maneira pareada, conduzindo a uma decisão estruturada com base nos critérios definidos como prioritários pela empresa.

2.4.3 Análise Benefício-Custo

Conforme Moura (2003, p. 29), uma das análises mais comuns para identificar a validade de um empreendimento é feita por meio das curvas de custo-benefício, sobretudo para definir a quantidade ótima a produzir, condição em que se obtém a melhor relação de custo-benefício. Nas quantidades próximas a zero, os benefícios totais (ganhos) superam os custos totais, até um ponto em que, pelas características do próprio empreendimento, os custos totais se igualam aos benefícios.

Para aplicar os conceitos de custo-benefício em problemas ambientais, Moura (2003, p. 31) considera que:



- Os custos referem-se a todas as despesas decorrentes da poluição provocada pelo empreendimento. Assim, tem-se a necessidade de identificar todos os gastos com os tratamentos de recuperação de áreas degradadas, tratamento de água, custos com tratamentos médicos de pessoas afetadas, perda de valor de locais turísticos, uso recreacional do meio contaminado, etc.
- Os benefícios referem-se ao valor de mercado dos produtos ou serviços gerados naquela instalação ou empreendimento ou, em última análise, quanto a empresa ou a sociedade ganhou por existir aquela produção. A visão que se tem aqui é que todo o empreendimento beneficia a sociedade (e não apenas os empresários), pois a comunidade passa a ter a possibilidade de dispor dos bens e serviços produzidos, geração de empregos, impostos pagos, etc.

A avaliação ambiental é constituída tipicamente por análises de benefício-custo. Conforme Kraemer (2002, p. 101), a análise custo-benefício foi o primeiro método formal de avaliação ambiental conhecido, sendo ainda o mais aceito. Inicialmente foi desenvolvida para projetos de engenharia, principalmente estruturas hidráulicas. Hoje em dia, está sendo aplicado em outros campos, como a ordenação e a gestão dos recursos, os programas educativos, os projetos de construção, entre outros. Quanto a seu objetivo, a análise custo-benefício visa determinar a eficiência econômica global de projetos de investimento públicos ou privados em obras infra-estruturais. Para tanto, atribui valor econômico a todos os efeitos dos projetos em estudo. Os efeitos negativos são encarados como custos e os positivos são tratados como benefícios. Assim, escolhe-se entre os vários projetos aquele que apresente a maior diferença positiva entre benefícios (econômicos ou sociais) e custos globais. De forma simplificada, este é o processo norteador das tomadas de decisão das empresas, que procuram maximizar o lucro no intuito de continuarem expandindo os negócios.

Moura (2003, p. 138) assevera que medir os custos de uma determinada tarefa é relativamente fácil, somando-se os custos do projeto, da compra de equipamentos e sistemas, de obras civis, de montagens, testes, manutenções, gerenciamento, etc. Contudo, medir benefícios é uma tarefa bastante mais difícil, onde se avaliam quais os prejuízos que seriam resultantes da não implantação da instalação em questão como, por exemplo, gastos com recuperação da saúde das pessoas e gastos com a recuperação de água contaminada para a reutilização.



Concluída esta etapa, passa-se agora a analisar os métodos de gestão e avaliação ambiental existentes na literatura, evidenciando os métodos estruturados e não estruturados existentes, bem como a interface dos mesmos com a avaliação das questões ambientais no ambiente organizacional.



3 MÉTODOS DE GESTÃO E AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Conforme Maia (2002, p. 5), um dos objetivos dos métodos de avaliação é estimar os valores econômicos para os recursos naturais, simulando um mercado hipotético para estes bens sem um preço definido. Embora a amplitude do resultado empírico da valoração seja limitada, é útil para o processo de tomada de decisão, necessária em várias análises, como a de custo-benefício. Segundo Pearce (1993), projetos e programas de avaliação ambiental não estariam completos sem uma valoração econômica.

Com base nessa realidade, são observados conceitos, métodos e técnicas que são propostas para mensurar os recursos naturais. Maia (2002, p.5) argumenta que o fato de grande parte dos recursos ambientais serem de natureza pública, de livre acesso às pessoas e sem preço definido no mercado, faz com que muitas vezes sejam condenados a um uso abusivo, inconsciente e descontrolado. Isto permite que os agentes não internalizem em suas obrigações os custos sociais ambientais, possibilitando o surgimento de externalidades negativas para a população.

São observadas diferentes correntes conceituais que buscam quantificar os impactos da atividade humana e industrial sobre o meio ambiente. Segundo Maia (2002, p. 5), não existe um padrão universalmente aceito para a classificação dos métodos existentes. Alguns procuram obter o valor do recurso diretamente sobre as preferências das pessoas, utilizando-se de mercados hipotéticos de bens complementares para obter a disposição a pagar (DAP) dos indivíduos, e podem ser classificados como métodos diretos. Por sua vez, os métodos indiretos procuram obter o valor do recurso através de uma função de produção relacionando o impacto das alterações ambientais a produtos com preços no mercado. Assim, cada método de valoração apresenta suas limitações na captação dos diferentes tipos de valor do recurso ambiental.

Observa-se a existência na literatura de modelos estruturados e não-estruturados de avaliação dos recursos naturais. Inicialmente, serão abordados os modelos não-estruturados de gestão e avaliação ambiental, considerando aspectos diretos e indiretos de valoração. Na seqüência, os modelos estruturados de mensuração de tais recursos são analisados, buscando os mecanismos através dos quais os mesmos procuram preencher as lacunas existentes em tal mensuração.



3.1 MÉTODOS NÃO-ESTRUTURADOS DE GESTÃO E AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Os métodos não-estruturados de gestão e avaliação ambiental são aqueles que foram desenvolvidos com premissas genéricas, não sendo aplicados para um segmento específico da economia. Dessa maneira, os métodos não-estruturados de gestão e avaliação ambiental são apresentados na seqüência.

3.1.1 Métodos Não-Estruturados Diretos de Avaliação Ambiental

Conforme Maia (2002, p. 8), os métodos diretos de avaliação estimam o valor econômico do recurso ambiental a partir da própria disposição a pagar da população para bens e serviços ambientais. Estes métodos partem do pressuposto que a variação da quantidade ou da qualidade do recurso ambiental irá afetar os padrões de bem-estar das pessoas. Com a variação de bem-estar, é possível estimar a disposição a pagar das pessoas para evitar, ou a disposição a receber para aceitar as alterações do ambiente.

3.1.1.1 Disposição a Pagar Direta

Maia (2002, p. 9) assevera que a maior limitação dos métodos de valoração se encontra na ineficiência para estimação de valores que não se relacionam ao uso dos recursos ambientais, pois não há um mercado que englobe todos estes tipos de valores. Para a estimação econômica destes valores de não uso, acredita-se que o método de DAP direta possa trazer as informações significantes, através de questionamento individual dos valores que a população atribui àquele uso.

Conforme Silva, J. (2003, p. 67), o Método de Avaliação Contingente (MAC) é um método direto de valoração econômica aplicado a bens e serviços não existentes no mercado. As pessoas são interrogadas sobre sua disposição a pagar (DAP) para evitar e/ou corrigir, ou a receber (DAR) para aceitar a alteração no fornecimento de um bem ou serviço ambiental, mesmo que nunca tenha sido utilizado antes. Maia (2002, p. 9) pondera que, embora seja criticado por muitos autores, em muitos casos é o único



método capaz de captar valores de existência de bens e serviços ambientais, e é adaptável à maioria dos problemas ambientais. O método MAC apresenta sua atuação centrada nos aspectos externos à empresa, focalizando o mercado de bens não existentes no mercado. Em função de suas características intrínsecas, não é o mais adequado para ser inserido no modelo a ser proposto neste trabalho.

3.1.1.2 Disposição a Pagar Indireta

Maia (2002, p. 9) evidencia que, neste caso, os métodos obtêm indiretamente a disposição a pagar das pessoas para bens e serviços ambientais recorrendo a um mercado de bens complementares. Como exemplos de bens complementares, podem-se citar a qualidade da água do mar que determina o número de visitas a uma praia, ou a poluição sonora que influencia no preço das residências em uma região.

a. Método dos Preços Hedônicos

Conforme Silva, J. (2003, p. 55), este método estabelece uma relação entre os atributos de um produto e seu preço de mercado. Pode ser aplicado a qualquer tipo de mercadoria, embora seu uso seja mais freqüente em preços de propriedades. A teoria econômica reconhece que as características ambientais, tais como qualidade do ar e da água afetam a produtividade da terra, e conseqüentemente os benefícios dos produtores e consumidores. A produtividade marginal impacta diretamente no preço das terras produtivas. Com base nesse escopo, Maia (2002, p. 10) apresenta que este método utiliza uma regressão de quadrados mínimos para ajustar o preço da residência às diversas características que possam inferir no seu valor. Tal metodologia pode ser empregada em empresas de diversos segmentos, em virtude das características inerentes ao modelo. Conforme apresentado, este método é indicado para avaliação de externalidades, o que não é o objetivo deste trabalho. Assim, este método não é adequado para ser incorporado no modelo deste trabalho.

b. Método do Custo de Viagem

Silva, J. (2003, p. 55) evidencia que esta é uma das metodologias mais antigas de valoração econômica. Ela é utilizada para valoração de sítios naturais de visitação



pública. Maia (2002, p. 13) justifica que este método estabelece uma função relacionando a taxa de visitação às variáveis de custo de viagem, tempo, taxa de entrada, características sócio-econômicas dos visitantes e outras variáveis que possam explicar a visita ao sítio natural. Os dados serão obtidos através de questionários aplicados a uma amostra da população no local de visitação.

Em função das características deste método, o qual não aborda aspectos internos ao ambiente fabril, tal limitação dificulta sua utilização no modelo deste trabalho.

c. Método do Comportamento Preventivo

Segundo Silva, J. (2003, p. 56), o método do comportamento preventivo permite avaliar a qualidade ambiental tomando como base os gastos feitos para evitar ou amenizar os efeitos adversos da poluição. Por exemplo, os gastos realizados na aquisição de protetores solares, chapéus, óculos e outros acessórios adequados para a proteção devido à diminuição da camada de ozônio. Para a implantação desse método, é assumido que os indivíduos podem perceber e são informados das mudanças nos seus níveis ambientais, e que realizam gastos para se protegerem, os quais correspondem a uma redução do nível de qualidade ambiental experimentado.

Observa-se que este método é aplicável nas situações em que a empresa necessita determinar o montante de recursos empregados na prevenção à degradação ao meio ambiente. Conforme apresentado, dentre os métodos diretos de valoração ambiental, os métodos da avaliação contingente (MAC), dos preços hedônicos e do custo da viagem estão estruturados para a avaliação de aspectos externos à organização. Assim, somente o método do comportamento preventivo avalia os impactos do meio ambiente dentro do setor empresarial.

3.1.1.3 Análise Crítica dos Métodos Não-Estruturados Diretos de Gestão Ambiental

Com base nos elementos apresentados acerca dos métodos não-estruturados diretos de gestão ambiental, restou evidente a preocupação dos métodos de avaliação contingente, dos preços hedônicos e do custo da viagem com a avaliação dos aspectos externos à organização. Entretanto, apesar da relevância do tema, tal abordagem não



está inserida no objetivo deste trabalho. A Figura 14 apresenta uma comparação entre os métodos não-estruturados diretos de gestão e avaliação ambiental.

Método	Características
Método de Avaliação Contingente	Aplicado a bens e serviços existentes no mercado Avaliação de externalidades
Método dos Preços Hedônicos	Estabelece relação entre os atributos de um produto e seu preço de mercado Avaliação de externalidades
Método do Custo de Viagem	Relaciona custo, tempo, taxa de entrada e outras características para explicar a visita a um sítio natural Avaliação de externalidades
Método do Comportamento Preventivo	Avalia a qualidade ambiental com base nos gastos feitos para evitar ou amenizar os efeitos da poluição. Avaliação de aspectos internos à organização

Figura 14 - Comparação Entre os Métodos Não Estruturados Diretos de Avaliação Ambiental

Assim, com base nos elementos apresentados, observa-se o método do comportamento preventivo como o método não-estruturado direto mais adequado para a avaliação das variáveis ambientais que ocorrem no ambiente industrial.

3.1.2 Métodos Não-Estruturados Indiretos de Gestão e Avaliação Ambiental

Conforme Maia (2002, p. 17), os métodos indiretos de avaliação estimam o valor de um recurso ambiental indiretamente através de uma função de produção. O objetivo é calcular o impacto de uma alteração marginal do recurso ambiental na atividade econômica, utilizando como referência produtos no mercado que sejam afetados pela modificação na provisão do recurso ambiental. O impacto econômico sofrido na produção deste produto será uma estimativa dos benefícios embutidos no recurso ambiental. Esses métodos exigem o conhecimento da relação entre a alteração ambiental e o impacto econômico na produção, que pode ser calculado diretamente no preço de mercado do produto afetado ou num mercado de bens substitutos.

3.1.2.1 Método da Produtividade Marginal

Silva, J. (2003, p. 57) pondera que o método da produtividade marginal atribui um valor ao uso da biodiversidade relacionando a quantidade ou a qualidade de um



recurso ambiental diretamente à produção de outro com preço definido pelo mercado. O papel do recurso ambiental no processo produtivo será representado por uma função dose-resposta, que relaciona o nível de fornecimento do recurso ambiental ao nível de produção respectivo do produto no mercado. Esta função irá mensurar o impacto no sistema produtivo, dada uma variação marginal no fornecimento do bem ou serviço e, a partir desta variação, estimar o valor econômico de uso do recurso ambiental. Como exemplo de função dose-resposta, pode ser citado o nível de contaminação da água representando a dose de poluição e a queda da qualidade dos rios e a conseqüente diminuição da produção pesqueira representando a resposta.

Como base no exposto, considera-se este método como sendo o mais indicado para a avaliação de externalidades, tendo em vista as características intrínsecas do método evidenciarem a avaliação de aspectos externos ao processo produtivo.

3.1.2.2 Mercado de Bens Substitutos

Silva, J. (2003, p. 57) apresenta que a metodologia de mercado de bens substitutos parte do princípio de que a perda de qualidade ou escassez do bem ou serviço ambiental aumentará a procura por bens substitutos na tentativa de manter o mesmo nível de bem-estar da população. Entretanto, é muito difícil encontrar na natureza um recurso que substitua com perfeição os benefícios gerados por outro recurso natural. Maia (2002, p. 19) pondera ainda que as estimativas em geral são subdimensionadas, pois tendem a considerar apenas o valor dos recursos naturais. Valores de existência, como o da preservação das espécies afetadas pelos danos, não entrarão no cálculo dos benefícios gerados pelo recurso ambiental, pois não fazem parte do mercado.

3.1.2.3 Custos Evitados

Segundo Maia (2002, p. 19), os custos evitados são muito utilizados em estudos de mortalidade e morbidade humana. O método estima o valor de um recurso ambiental através dos gastos com atividades defensivas substitutas ou complementares, que podem ser consideradas por uma aproximação monetária sobre as mudanças destes atributos



ambientais. Silva, J. (2003, p. 58) apresenta que os investimentos feitos pela indústria automobilística em acessórios para aumentar a segurança dos automóveis, como a utilização de *airbags*, reflete a preocupação dos compradores com a diminuição do risco de morte em acidentes de trânsito, e podem gerar uma estimativa do valor dado à vida humana.

3.1.2.4 Custos de Controle

Maia (2002, p. 20) pondera que o custo de controle representa os gastos necessários para evitar a variação do bem ambiental e manter a qualidade dos benefícios gerados à população. É o caso do tratamento de esgoto para evitar a poluição dos rios e um sistema de controle de emissão de poluentes de uma indústria para evitar a contaminação da atmosfera. Embora o controle da degradação limite o consumo presente do capital natural, ele mantém um nível sustentável de exploração e aumenta os benefícios da população a longo prazo, possibilitando o aproveitamento dos recursos naturais. As maiores dificuldades deste método estão relacionadas à estimação dos custos marginais de controle ambiental e dos benefícios gerados pela preservação. Os investimentos de controle ambiental tendem a gerar diversos benefícios, sendo necessário um estudo muito rigoroso para identificação de todos eles. O autor pondera ainda que, como também não há um consenso sobre o nível adequado de sustentabilidade, as pessoas encontram sérias dificuldades para ajustar os custos aos benefícios marginais e determinar o nível ótimo de provisão do recurso natural.

Em função dos pressupostos contidos neste método, observa-se que o mesmo é adequado para valoração dos aspectos fabris que impactam no meio ambiente, em função de o mesmo considerar os aspectos internos da organização. Além disso, a evidenciação do montante de recursos e de esforços que a empresa emprega para a gestão de tais atividades congrega o interesse das empresas e o objetivo deste trabalho.

Observa-se que, em função das características intrínsecas deste método, o mesmo se preocupa com os aspectos internos ao setor fabril que afetam o meio ambiente.



3.1.2.5 Custos de Reposição

Silva, J. (2003, p. 59) evidencia que, neste método, a estimativa dos benefícios gerados por um recurso ambiental será calculada pelos gastos necessários para reposição ou reparação após o mesmo ser danificado. É o caso do reflorestamento em áreas desmatadas e da fertilização para manutenção da produtividade agrícola em áreas onde o solo foi degradado. Suas estimativas baseiam-se em preços de mercado para repor ou reparar o bem ou serviço danificado, partindo do pressuposto que o recurso ambiental possa ser devidamente substituído.

Contudo, tal método se atém mais especificamente a externalidades que ocorrem com o meio ambiente, não abordando questões internas do ambiente fabril que impactam no meio ambiente.

3.1.3 Análise Crítica dos Métodos Não-Estruturados de Gestão e Avaliação Ambiental

Em função dos motivos abordados e explorados acerca de cada método de avaliação ambiental, restou evidente a preocupação do método da produtividade marginal, de bens substitutos e dos custos de reposição na avaliação das externalidades. Entretanto, apesar da relevância do tema, tal abordagem não está inserida no objetivo deste trabalho. A Figura 15 apresenta uma comparação entre tais métodos.

Com base nos elementos apresentados, considerando-se a ênfase na avaliação dos aspectos internos à organização, três modelos foram detectados como passíveis de utilização. O primeiro deles é o método do comportamento preventivo, o qual é indicado para a mensuração dos recursos empregados na prevenção ao impacto ambiental no ambiente fabril. No mesmo sentido, o método dos custos evitados e o método dos custos de controle, na ótica de um modelo econômico de gestão ambiental, podem ser utilizados para avaliar os gastos de estrutura empregados em estações de tratamento de efluentes, exaustores e demais equipamentos empregados no controle de emissões ao meio ambiente.



Método	Características
Método da Produtividade Marginal	Atribui valor a um recurso natural relacionando a quantidade com o preço definido pelo mercado Avaliação de externalidades
Mercado de Bens Substitutos	A escassez de um recurso aumentará a procura por bens substitutos Avaliação de externalidades
Custos Evitados	Estima o valor de um recurso ambiental através dos gastos com atividades defensivas Avaliação de aspectos internos à organização
Custos de Controle	Avalia os gastos necessários para manter a atividade operacional em níveis ambientalmente permitidos e aceitáveis Avaliação de aspectos internos à organização
Custos de Reposição	Benefícios calculados pelos gastos necessários para a reposição ou reparação de um recurso natural Avaliação de externalidades

Figura 15 - Comparação Entre os Métodos Não Estruturados Indiretos de Gestão e Avaliação Ambiental

3.2 MÉTODOS ESTRUTURADOS DE GESTÃO E AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Para Shillito (1995), a integração de sistemas de gestão com enfoques na qualidade, saúde e segurança do trabalho e meio ambiente é mais complicado do que possa parecer. Apesar da atração óbvia pela integração, já que todos estes interesses devem ser dirigidos por razões legais ou contratuais, existe apenas uma (pelo menos oficialmente) gestão na organização. Para o autor, os princípios básicos para a integração são:

- Unidade de propósitos: toda a organização deve estar unida num projeto, e isto requer um sistema para prover esta união;
- O sistema deve ser equipado para melhoria contínua, e isto requer a avaliação de qual performance é pretendida;
- Boa engenharia, processo, produto e projeto são essenciais;
- Ciência de que pequenos incidentes, defeitos e não conformidades são sintomas de problemas tanto no sistema de gestão como de oportunidades de melhoria;
- Enquanto a quantificação habilita o controle, ela pode também habilitar o *breakthrough*;
- Idéias e inovações devem ser encorajadas em todos os níveis da força de trabalho. A inovação deve ser contínua, e não deixada para a revisão anual;
- O sistema de gestão deve ser próprio para a organização e seus membros e vice-versa.



Quando se considera um modelo de gestão ambiental que apresente interfaces econômicas em função das ações desenvolvidas no contexto organizacional, alguns aspectos se tornam críticos para seu sucesso. Dessa forma, o modelo deve ser estruturado a partir de aspectos internos da organização. Assim sendo, as análises dos sistemas existentes para a mensuração econômica dos eventos ocorridos na área fabril e que apresentam interfaces com as questões ambientais são realizadas considerando a existência em cada um destes de características como a realização de análises de qualidade que conduzam ao custo da qualidade ambiental, o envolvimento do modelo com as técnicas realizadas no ambiente fabril que apresentam características de proteção ambiental, a realização de quantificação de custos ambientais para a análise da estrutura utilizada para a determinação das atividades mais onerosas e dos recursos que são utilizados com maior intensidade, a avaliação de lucros ambientais, considerando os aspectos econômicos da gestão ambiental, a integração com a contabilidade ambiental, o monitoramento de indicadores ambientais e a análise de custo-benefício para avaliar as ações desenvolvidas e monitoradas pelo modelo.

Especificamente na literatura existente acerca da área ambiental, são identificados alguns modelos que procuram quantificar os impactos ao meio ambiente, conforme segue.

3.2.1 Modelo de Ferreira - Gestão Econômica do Meio Ambiente

Ferreira (1998) desenvolveu um modelo que incorpora as questões ambientais no sistema de informações da empresa. Este modelo deu ênfase especial ao fluxo de informações ambientais no ambiente empresarial, bem como à relação das mesmas no sistema de informação. Para tanto, foi oferecida ênfase especial aos aspectos contábeis de apuração do resultado, evidenciando procedimentos de registro e análise das informações. Na realização de tal integração, foi utilizado o sistema Gecon². Contudo, o modelo não contempla aspectos inerentes à qualidade ambiental. No mesmo sentido, o tratamento dos custos ambientais não foi aprofundado, bem como as técnicas de produção relacionadas com a proteção ambiental não foram abordadas. Finalmente, apesar da relevância do modelo, análises envolvendo estudos de benefício-custo não são observadas no mesmo.

² Gestão Econômica, metodologia desenvolvida por pesquisadores da Universidade de São Paulo.



3.2.2 Método de Gerenciamento de Impactos Ambientais (GAIA)

A incorporação de conceitos de gestão ambiental no âmbito industrial tem sido observada com frequência cada vez mais crescente nas organizações. Conforme Lerípio (2001, p. 11), empresários de todo o mundo estão sob grande pressão para adotar políticas ambientalistas e incorporá-las ao seu planejamento estratégico como uma matéria de rotina. Clientes tornam-se mais exigentes a cada dia, buscando produtos que agridam menos o meio ambiente. Por sua vez, as restrições legais tornam-se mais rigorosas. As questões globais como exaustão dos recursos naturais passam a ser mais discutidas. Dessa forma, inicia-se a disseminação da idéia de que a questão ambiental é uma questão multidisciplinar e que, para ser solucionada, necessita de ajuda coletiva. Com o objetivo de desenvolver um método para sensibilizar os administradores e colaboradores e proporcionar que os mesmos, conscientizados, realizem a avaliação de desempenho e o planejamento ambiental das organizações produtivas baseados na filosofia da prevenção da poluição, Lerípio (2001) estruturou o GAIA – Método de Gerenciamento de Aspectos e Impactos Ambientais. Entretanto, este método somente se localizou na questão fabril das organizações, sendo analisados os aspectos operacionais e seu encadeamento com a gestão ambiental e a contabilidade ambiental.

Com este escopo, o modelo foi aplicado em quatro empresas, sendo uma de plásticos de pequeno porte, uma de papel e celulose de grande porte, uma de construção civil e uma central de análises de universidade. Como resultados do modelo, ficou ressaltada a sistematização do gerenciamento ambiental em organizações produtivas, com óbvios benefícios para micro, pequenas e médias organizações que ainda não iniciaram esforços nesse sentido. Entretanto, o método não disponibiliza nenhuma ferramenta para análise dos custos ambientais, apenas gera a demanda por tais informações. O modelo apresentado evidenciou os aspectos econômicos da gestão ambiental e envolveu as técnicas de proteção ambiental no ambiente empresarial. Entretanto, apesar da relevância do modelo apresentado, o mesmo ficou centrado na questão estratégica da empresa, não realizando análises de cunho econômico nem quantificando os custos e benefícios ambientais envolvidos.



3.2.3 Sistema de Gestão e Avaliação de Desempenho Ambiental (SGADA)

Segundo Campos (2001, p. 34), o termo desenvolvimento sustentável, por si só, não traz respostas ou soluções ao conflito existente entre a necessidade de crescimento e a sustentabilidade dos recursos naturais que ainda restam. É fato que a produção dos bens consumidos pelas sociedades gera poluição ao meio ambiente, danos que acabam atingindo direta ou indiretamente a própria humanidade. Por outro lado, a mesma sociedade não parece querer abrir mão do conforto e comodidade proporcionados por alguns desses bens. Para contribuir com tais aspectos, Campos (2001) desenvolveu um modelo de gestão denominado SGADA – Sistema de Gestão e Avaliação de Desempenho Ambiental, o qual relaciona objetivos, metas e indicadores ambientais aos operacionais. Tal modelo foi aplicado em uma empresa de grande porte do setor de serviços, tendo sido evidenciado que o modelo procura relacionar a missão e a visão da empresa com itens de importância para o sucesso da implementação, tais como a definição da política integrada e definição das perspectivas do *Balanced Scorecard*. Contudo, tal estudo não contemplou a análise dos custos ambientais nem realizou uma análise econômica da gestão ambiental na organização.

O modelo apresentado evidenciou contribuições importantes para a gestão ambiental no contexto organizacional, principalmente pela vinculação do *Balanced Scorecard* com o meio ambiente no âmbito empresarial do segmento de serviços. Contudo, o mesmo não contemplou as análises econômicas envolvidas neste tipo de gestão, bem como não foram consideradas as interfaces de integração de tais informações com a contabilidade.

3.2.4 Método de Alves para Apuração e Controle de Custos da Qualidade Ambiental

Alves (2001) propôs um método para a implementação de um sistema de custos da qualidade ambiental, abrangendo desde conceitos envolvidos em sua definição até sua efetiva utilização pela empresa. Foram apresentados os pontos principais que devem ser considerados para os esforços de melhoria e implementação de controles focalizados na proteção ambiental, sem perda da competitividade. Tal metodologia foi aplicada no segmento de transformação de plásticos onde, com a utilização dos custos da qualidade,



foram realizados levantamentos dos custos da qualidade ambiental, proporcionando oportunidades de melhoria.

Em que pese os méritos do modelo, o mesmo ficou centrado nos conceitos de qualidade, não tendo sido realizadas análises das técnicas fabris que causaram os referidos custos nem a avaliação dos resultados de tais políticas comparando com os benefícios esperados.

3.2.5 Modelo de Durairaj et. al., de Análise de Custos do Ciclo de Vida (LCECA)

Desenvolvido por Durairaj et al. (2002), o LCECA teve como objetivo a inclusão dos custos ambientais no custo dos produtos. As categorias analisadas neste modelo são os custos de controle, tratamento e disposição de efluentes, custos de implementação de sistema de gestão ambiental, taxas ambientais e custos de energia. O objetivo do LCECA é definir relações entre o custo total do produto e as categorias observadas ao longo de todo o ciclo de vida do produto. Conforme os autores, o modelo é mais adequado para avaliar os custos ambientais de produtos, não de processos industriais.

No modelo desenvolvido, foram considerados aspectos estritamente internos da empresa. Entretanto, não foram abordados aspectos econômicos envolvidos na gestão, bem como não foram considerados os aspectos de registro pertinentes. No mesmo sentido, não foram realizadas análises de benefício-custo nem discutida a gestão dos custos ambientais no ambiente organizacional.

3.2.6 Modelo de Regatschnig e Schnitzer

Regatschnig e Schnitzer (1998) desenvolveram uma metodologia baseada em atividades capaz de apurar, alocar e avaliar os custos ambientais. Os passos fundamentais da metodologia consistem em:

- Classificar os custos em categorias de tratamento e disposição de rejeitos, mão-de-obra, serviços externos, licenças ambientais, depreciação e manutenção de equipamentos, financiamento de investimentos ambientais e cálculos de riscos;



- Identificar as atividades, os custos e os lucros ambientais associados das áreas de rejeitos, de energia, de ar ou ruído e de água. O objetivo desta etapa é medir o desempenho ambiental em tais áreas e identificar oportunidades de melhoria;
- Compilar os custos ambientais por atividades e por áreas de análise;
- Integrar os custos e lucros ambientais no sistema contábil da organização. Somente aqueles que se mostraram relevantes deverão fazer parte do sistema de alocação regular dos custos na empresa.

Apesar dos méritos do estudo, o mesmo não realizou abordagens de qualidade ambiental, bem como não envolveu as técnicas fabris que geram os custos apontados no estudo.

3.2.7 Método de Carvalho para Identificação dos Custos Ambientais na Cadeia Produtiva de Papel e Celulose

Carvalho (2001) realizou trabalho onde foi concebido um método auxiliar para a identificação de custos ambientais internos e externos ao longo de uma cadeia produtiva, particularmente a de papel e celulose. Para tanto, foram ampliados os conceitos de direcionadores de custos, próprios do custeio baseado em atividades, sendo utilizado conceitos como análise do ciclo de vida de produtos e avaliação de impactos ambientais. Como resultado do estudo-piloto, ficou ressaltada a existência de uma complexidade inerente a elementos fundamentais do método, tal como a utilização de conceitos abrangentes como o ciclo de vida de um produto. A identificação dos custos ao longo das várias etapas envolvidas desde o nascimento, morte ou ressurgimento de determinado produto leva à necessidade de efetuar-se várias delimitações pontuais depois de consolidá-las, o que pode levar a um desligamento do pensamento do todo ao longo do estudo, prejudicando a análise de resultados obtidos.

O modelo desenvolvido apresentou o mérito de estender a análise de custos para o contexto de uma cadeia produtiva. Contudo, o mesmo não evidenciou os aspectos de economicidade de tais custos, bem como não realizou análises de custo-benefício.



3.2.8 Modelo Econômico de Controle e Avaliação de Impactos Ambientais (MECAIA)

Kraemer (2002, p. 92) assevera que, apesar de a economia do meio ambiente ter evoluído filosoficamente, ela ainda tem sido tratado no campo da microeconomia, devido à dificuldade de mensuração dos custos ambientais em nível global, ou seja, pela macroeconomia. Como regra, analisa-se o custo-benefício de uma atividade localizada definindo-se, assim, sua escala ótima de produção, já que a partir do ponto ótimo de produção qualquer aumento nos custos marginais provoca a diminuição dos benefícios. Com essa problemática apresentada, Kraemer (2002) apresentou um modelo denominado MECAIA – Modelo Econômico de Controle e Avaliação de Impactos Ambientais, que é um modelo microeconômico de controle e avaliação dos impactos ambientais gerados pela indústria, relacionando tais fatores com aspectos operacionais e estratégicos, como a aplicação do Custeio Baseado em Atividades, o *Balanced Scorecard* e indicadores ambientais.

Este modelo foi aplicado em uma empresa de beneficiamento de couro, atividade esta que apresenta grande geração de efluentes e resíduos sólidos. Entretanto, tal estudo foi concentrado na gestão de custos ambientais, não envolvendo seu relacionamento com a qualidade ambiental e com os instrumentos sustentáveis de produção.

3.2.9 Modelo de Velani: A Ciência Contábil e a Eco-Eficiência dos Negócios

Conforme Velani (2007), a eco-eficiência pode ser utilizada para integrar desempenho econômico e ecológico. Segundo o autor, há no mercado divulgação de empresas que mantêm ações que visam a proteção ambiental. No entanto, para contribuir para a sustentabilidade do negócio, essas atividades devem convergir para a eco-eficiência. Para isso, a ação ecológica empresarial deve atuar sobre os resíduos emitidos pelas operações da própria empresa e os gastos nelas incorridos devem resultar em benefícios econômico-financeiros ao negócio.

Com base nessa realidade, o estudo apresenta a categorização de ações ecológicas empresariais para fornecer informações sobre eventos relacionados com a eco-eficiência do negócio. O trabalho identificou 608 exemplos de ações ecológicas mantidas por empresas, das quais 450 atuam sobre elementos não relacionados com os próprios detritos por meio de programas de desenvolvimento sustentável, educação



ambiental, reciclagem, preservação e recuperação; e 158 sobre os resíduos emitidos pela própria companhia durante o processamento de seus produtos e serviços.

3.2.10 Análise Crítica dos Métodos Estruturados de Gestão e Avaliação Ambiental

Observa-se que os modelos existentes de gestão e avaliação ambiental em ambiente industrial, apesar de apresentarem méritos individuais, foram desenvolvidos evidenciando características pontuais nas organizações. Para identificar as características de cada modelo apresentado, foram comparados os modelos conforme apresentado na Figura 16.

Variável / Autor	Gestão Econômica do Meio Ambiente (Ferreira (1998))	Gestão Econômica do Meio Ambiente (Lerípio (2001))	Gestão Econômica do Meio Ambiente (Campos (2001))	Gestão Econômica do Meio Ambiente (Alves (2001))	Gestão Econômica do Meio Ambiente (Durairaj et al (2002))	Gestão Econômica do Meio Ambiente (Regatschnig e Schnitzer (1998))	Gestão Econômica do Meio Ambiente (Carvalho (2001))	Gestão Econômica do Meio Ambiente (Kraemer (2002))	Gestão Econômica do Meio Ambiente (Vellani (2007))
Abordagem de Qualidade									
Quantificação Custos Ambientais									
Inserir Custos Ambientais no Sistema de Avaliação da Empresa									
Avalia Lucros Ambientais									
Considera aspectos econômicos da gestão ambiental									
Apresenta integração com a contabilidade									
Envolve técnicas de produção relacionadas ao meio ambiente									
Realiza análises custo-benefício									
Monitora indicadores ambientais									

Figura 16 - Comparação Entre os Modelos Estruturados de Gestão e Avaliação Ambiental

Na análise dos modelos apresentados na Figura 16, observa-se a existência de variáveis que são abordadas pelos vários modelos analisados, sem ter, entretanto, um destes modelos que aborde de maneira abrangente as mesmas.

Foram comparados nesta etapa somente os métodos estruturados de gestão e avaliação ambiental, tendo em vista terem sido julgados com base no levantamento de informações. Conforme pode ser observado na análise comparativa entre os modelos existentes na literatura acerca dos modelos de mensuração dos eventos ambientais no



ambiente empresarial, constata-se que nenhum deles atende aos requisitos de um modelo para mensuração econômica com todos os elementos apresentados. Como já apresentado, apesar de cada um destes serem relevantes para o objetivo que foi proposto, os mesmos não contemplam o escopo pretendido pelo MEGA, motivo pelo qual, mais uma vez, se justifica a proposição de um novo modelo. Nesse sentido, restou evidenciada a relevância na utilização de modelos não-estruturados, como o método do comportamento preventivo, os custos evitados e os custos de controle; além de características existentes nos modelos estruturados, como relevantes para o monitoramento das variáveis ambientais que são observadas no ambiente empresarial. Nesse sentido, imperioso se torna a apresentação de um modelo econômico de gestão ambiental para avaliar tais questões.



4 PROPOSIÇÃO DO MODELO ECONÔMICO DE GESTÃO AMBIENTAL (MEGA)

A estruturação de um modelo econômico de gestão ambiental é o objetivo central deste trabalho. Foram analisados os modelos existentes para a avaliação dos aspectos ambientais, identificando as lacunas existentes em cada um destes. Assim, com base no referencial teórico explanado, é apresentado na seqüência o MEGA, com o intuito de conduzir à mensuração, análise e gestão ambiental no ambiente fabril, desde a preparação da equipe, a obtenção dos dados e as análises necessárias para conduzir à análise multidimensional da gestão ambiental em empresas, de forma a fomentar decisões estratégicas acerca de tais aspectos.

O modelo está estruturado inicialmente para ser aplicado em empresas industriais do setor moveleiro. Contudo, respeitadas as características de cada segmento, o mesmo poderá ser replicado em empresas de segmentos diversos da economia. O modelo está estruturado em cinco etapas, cada qual contemplando aspectos específicos para o mesmo, conforme apresentado na Figura 17.

Nesse sentido, é proposta uma etapa inicial contemplando a preparação da equipe para a realização dos trabalhos e a estruturação de um diagnóstico inicial da empresa. A literatura mostrou ser relevante a análise dos custos ambientais e a estruturação das informações na forma da contabilidade ambiental. Assim, a segunda etapa do MEGA aborda aspectos referentes ao levantamento das informações ambientais, estruturando informações acerca dos elementos apresentados nesse sentido.

As análises da literatura conduziram à necessidade de avaliar as informações ambientais que são observadas no ambiente empresarial. Nesse sentido, a etapa 3 deste modelo apresenta análises acerca da avaliação das informações ambientais. Para tanto, são realizadas análises que envolvem os custos da qualidade ambiental, análises mono e multicriterial, além de análises de benefício-custo. A literatura indicou ainda a relevância da análise dos impactos ambientais observados nas empresas, em função dos diversos trabalhos já realizados nesse sentido. Dessa forma, a quarta etapa do MEGA apresenta análises referentes aos impactos ambientais apresentados pelas empresas que estruturarem as rotinas evidenciadas pelo modelo, compreendendo as fases dos indicadores ambientais e do *benchmarking* ambiental.



A última etapa do MEGA apresenta considerações acerca da estruturação de planos de melhoria em função das informações obtidas com o modelo. Assim, são apresentadas as fases dos grupos de melhoria e do *feedback*, onde o modelo é retroalimentado para uma nova análise.

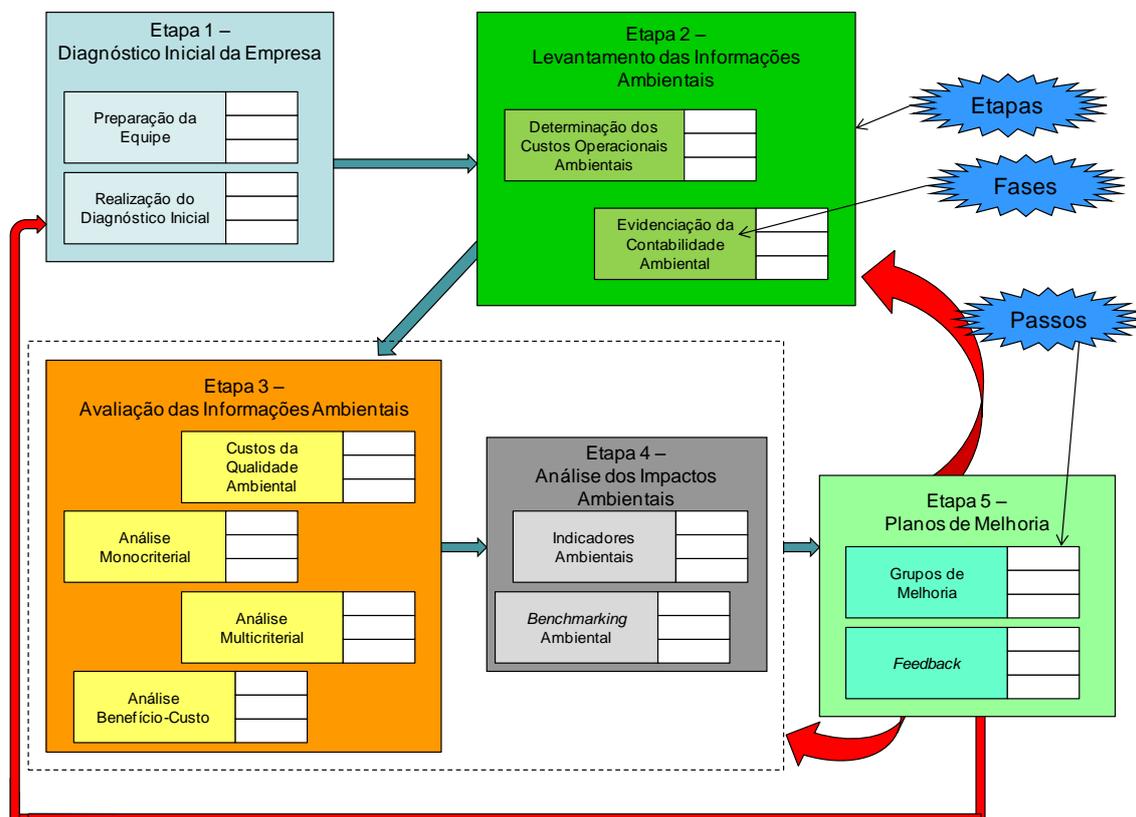


Figura 17 - Estrutura Geral do MEGA

Para propiciar o melhor entendimento do modelo, o mesmo foi dividido em etapas, fases e passos, conforme apresentado na Figura 18. Cada etapa apresentada apresenta fases específicas, onde cada uma destas propicia o entendimento de variáveis ambientais específicas que são observadas no contexto empresarial. Por sua vez, para a operacionalização de cada fase, é necessária a execução de passos específicos, os quais, quando analisados em conjunto, formam a totalidade das rotinas apresentadas para a elaboração do modelo apresentado.



MODELO ECONÔMICO DE GESTÃO AMBIENTAL – MEGA	DIAGNÓSTICO INICIAL DA EMPRESA	Preparação da Equipe	Mobilização da Equipe (<i>empowerment</i>)	
		Realização do Diagnóstico Inicial	Histórico e Processos Operacionais Identificação dos Resíduos Gerados no Processo Produtivo Identificação das Práticas Ambientais Desenvolvidas	
	LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS	Determinação dos Custos Operacionais Ambientais	Cálculo do Custo das Atividades Ambientais Determinação do Resultado das Ações Internas Determinação das Taxas Relacionadas ao Meio Ambiente	
		Evidenciação da Contabilidade Ambiental	Identificação dos Ativos Ambientais Identificação dos Passivos Ambientais Evidenciação do Resultado Ambiental	
	AVALIAÇÃO DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS	Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental	Evidenciação dos Custos de Prevenção Evidenciação dos Custos de Avaliação Evidenciação dos Custos das Falhas Internas Evidenciação dos Custos das Falhas Externas	
		Análise Econômica Monocriterial	Cálculo do VPL Cálculo do TIR Cálculo do <i>Payback</i>	
		Análise Econômica Multicriterial	Estruturação do Processo Hierárquico de Análise (AHP)	
		Análise Benefício-Custo	Determinação do Benefício Ambiental Confrontação com os Custos Ambientais Obtenção do Índice Benefício-Custo	
	ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	Definição de Indicadores Ambientais	Identificação dos Pontos Críticos Definição de Critérios para Mensuração Estruturação dos Indicadores Ambientais Manutenção dos Indicadores	
		Estabelecimento de <i>Benchmarking</i> Ambiental	Identificação das <i>Best-Practices</i> Ambientais	
	PLANOS DE MELHORIA	Organização de Grupos de Melhoria	Identificação das Oportunidades de Melhoria	
		<i>Feedback</i>	Retroalimentação do Modelo	
		Etapas	Fases	Passos

Figura 18 - Estrutura Detalhada do MEGA



Destaca-se que o MEGA realiza a avaliação dos aspectos tangíveis da gestão ambiental observadas no ambiente organizacional. Ressalta-se que, apesar de existentes e relevantes, as questões de caráter intangível inerentes à gestão ambiental não estão contempladas neste modelo, tendo em vista não existir, até o momento, um modelo aceito para o registro monetário de tais fatores.

A seguir, todas as etapas integrantes do MEGA – Modelo Econômico de Gestão Ambiental são apresentadas, evidenciando-se, em cada uma delas, os dados a serem analisados e os procedimentos necessários para esta finalidade.

4.1 ETAPA 1 – DIAGNÓSTICO INICIAL DA EMPRESA

Para que se possa implementar o MEGA em uma organização, se torna necessário realizar um diagnóstico inicial da organização. Em tal diagnóstico, realiza-se a preparação da equipe para a operacionalização do modelo, conforme apresentado na seqüência.

4.1.1 Preparação da Equipe

Para o sucesso na implantação do modelo proposto, a participação de pessoas que operacionalizarão o mesmo é uma variável fundamental.

Com isso, para implantação do MEGA, é necessário definir a equipe que irá se envolver com a metodologia apresentada no ambiente organizacional. Assim, a equipe formará um ecotime, o qual analisará as questões ambientais que envolvem o modelo.

Definido o ecotime, é necessário que o mesmo tenha de forma bastante clara os parâmetros de estratégia definidos pela empresa, com base nos quais as rotinas do modelo serão lastreadas. Em outras palavras, é necessário que o ecotime tenha condições de avaliar o que está acontecendo na empresa e qual a interface das ações desenvolvidas com o meio ambiente.

Uma variável fundamental para o sucesso do modelo proposto é a mobilização da equipe. Para tanto, pode ser utilizada a técnica do *empowerment*, onde os colaboradores são estimulados (ou energizados) para que se envolvam com a atividade proposta, apresentando contribuições que possam auxiliar no objetivo global da empresa.



Outra variável que deve ser avaliada é a situação do ambiente interno da empresa, analisando a satisfação dos colaboradores com o ambiente de trabalho e as propostas de melhoria que eles podem apresentar, tanto em seus respectivos postos de trabalho, como no contexto da empresa em geral. Ainda nesse ponto, é necessário que todos os colaboradores da empresa estejam cientes de que as melhorias avaliadas e implementadas no ambiente fabril que apresentam relação com o meio ambiente trarão benefícios a todos os envolvidos, direta ou indiretamente.

Dessa forma, de maneira mais específica, a equipe de implantação deve ser preparada para a operacionalização do modelo, entendendo suas interfaces e relacionando o mesmo com o ambiente organizacional em que se encontra.

4.1.2 Realização do Diagnóstico Inicial

Como parte fundamental desta fase, deve ser realizado na empresa a ser analisada pelo MEGA um diagnóstico abordando os aspectos ambientais evidenciados na empresa. Esta fase consiste inicialmente na realização de um histórico da empresa, onde são identificados os processos operacionais realizados, evidenciando especialmente aqueles que apresentam relação com o meio ambiente. Na seqüência, devem ser identificados os resíduos gerados ao longo do processo produtivo, apontando volumes gerados e a destinação oferecida aos mesmos. Posteriormente, outro passo necessário é a avaliação das práticas introduzidas no ambiente organizacional que possuem vinculação com a proteção do meio ambiente. Tais práticas já foram descritas na Figura 7 deste trabalho, as quais podem apresentar características de prevenção, otimização, minimização ou eliminação dos resíduos apresentados em decorrência do processo produtivo.

Conforme discutido, cada técnica pode apresentar vantagens específicas entre si. Entretanto, a identificação das mesmas e do resultado que as mesmas apresentam para a gestão ambiental da empresa é relevante quando realizada a análise econômica da gestão ambiental. Esta etapa é de fundamental importância para o modelo, tendo em vista tal identificação possibilitar uma ordenação de variáveis a serem analisadas no modelo.



Ao final desta etapa, a empresa terá um diagnóstico que, além de relevante para o conhecimento da situação apresentada, servirá como base para as análises do MEGA a serem realizadas nas etapas subsequentes.

Destaca-se que, para a obtenção das informações necessárias para esta fase, o conhecimento e a sensibilidade dos integrantes do ecotime é fundamental, tendo em vista a mesma necessitar de conhecimentos multidisciplinares e específicos em cada área.

4.2 ETAPA 2 – LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

Para o entendimento dos efeitos dos fenômenos ambientais em uma ambiente organizacional, torna-se necessário estruturar o levantamento das informações inerentes a tais aspectos. Assim, são apresentadas na seqüência as rotinas para a determinação dos custos ambientais e a evidenciação desta e de outras informações relevantes na contabilidade ambiental.

No desenvolvimento desta etapa são necessárias duas fases, as quais são apresentadas na seqüência.

4.2.1 Determinação dos Custos Operacionais Ambientais

Os custos operacionais ambientais da empresa se caracterizam pelas ações desenvolvidas no ambiente organizacional que apresentam relação com a proteção ambiental. Para a determinação desses custos na empresa, são realizados três passos distintos, os quais, em seu conjunto, evidenciam o custo ambiental da organização.

Inicialmente, com base nas práticas ambientais identificadas na fase anterior, é realizado o cálculo do custo das atividades ambientais. No mesmo sentido, são determinados os resultados de ações internas e as taxas relacionadas ao meio ambiente, chegando ao custo ambiental da empresa.

Depois de determinados os valores, o custo ambiental pode ser confrontado com o custo total da empresa, determinando a representatividade (em %) do custo ambiental. Procedimento idêntico pode ser efetuado relacionando o custo ambiental com os custos indiretos da organização. A Figura 19 apresenta a seqüência de determinação dos custos ambientais no MEGA.



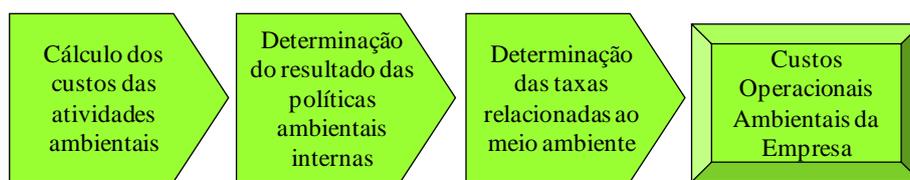


Figura 19 - Seqüência Para Determinação dos Custos Operacionais Ambientais da Empresa

4.2.1.1 Cálculo do Custo das Atividades Ambientais

A determinação dos custos das atividades ambientais é necessária para identificar a estrutura que a empresa coloca à disposição da gestão ambiental, bem como os custos envolvidos com tal gerenciamento. Tal cálculo é realizado com base na apuração realizada referente às práticas ambientais identificadas na empresa. Conforme apresentado no item 2.3.2.3, é utilizado o método do *Activity-Based Costing* para a determinação do custo das atividades ambientais. Assim, a Figura 20 apresenta a seqüência necessária para tal evidênciação.

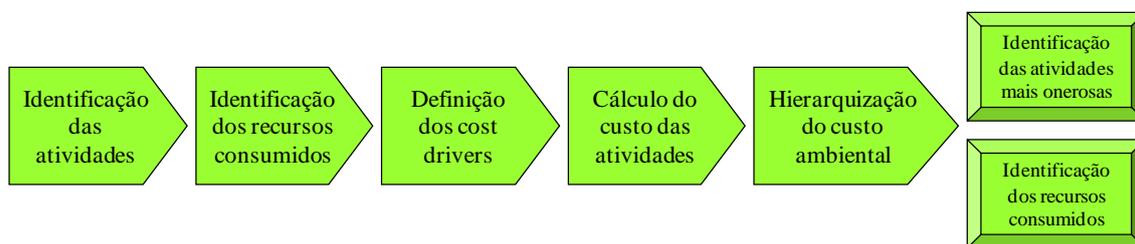


Figura 20 - Seqüência Para Cálculo do Custo das Atividades Ambientais

A primeira ação a ser executada neste passo é a identificação das atividades que a empresa executa e que apresenta relação com a proteção, minimização, eliminação ou correção dos impactos da atividade produtiva sobre o meio ambiente. Posteriormente, devem ser identificados a tais atividades os recursos consumidos para a operacionalização das mesmas, através dos *cost drivers* definidos para cada identificação. Com isso, é determinado o custo das atividades ambientais realizadas. Elas podem ser hierarquizadas através de classificação por ordem decrescente de valor. Através dessa determinação, podem ser evidenciadas as atividades ambientais que mais oneram a atividade operacional, bem como quais os recursos que são gastos com maior intensidade para a execução de tais atividades. Assim, através de uma análise sobre a



estrutura despendida para a execução das atividades ambientais, ações de melhoria podem ser identificadas e ações corretivas podem ser estabelecidas, visando otimizar a realização das atividades ou a minimização dos recursos gastos com as mesmas.

4.2.1.2 Determinação do Resultado de Ações Internas

Nesse passo, são identificados os resultados decorrentes de ações internas que apresentam interface ambiental, onde são confrontadas as receitas ambientais com os custos ambientais e com as despesas ambientais.

Consideram-se receitas ambientais aquelas decorrentes de ações que resultem em ingresso de numerário para a empresa ou a não-necessidade de realização de despesas. A venda de produtos oriundos da reciclagem interna é um exemplo a ser considerado como uma receita ambiental sob o ponto de vista da gestão econômica. Por conseqüência, as despesas ambientais são aquelas necessárias ao tratamento *end-of-pipe*, ou seja, após já ter acontecido o evento ambiental sem que se tivesse realizada alguma atividade para impedir sua realização. A disposição de resíduos em aterros de resíduos industriais é um exemplo de despesa a integrar esse item. Dessa forma, através da confrontação entre receitas ambientais e as despesas ambientais de uma organização evidencia-se o resultado em decorrência de ações internas. A Figura 21 apresenta a seqüência lógica de operacionalização da obtenção das informações.

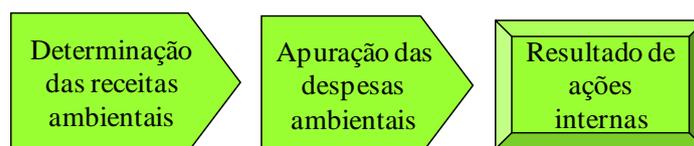


Figura 21 - Seqüência Para Determinação do Resultado de Ações Internas

4.2.1.3 Determinação das Taxas Relacionadas ao Meio Ambiente

São considerados neste passo todos os valores desembolsados em função de legislações e regulamentações existentes referentes à atuação de órgãos fiscalizadores inerentes a questões ambientais de esferas federal, estadual ou municipal. Consideram-se igualmente nessa etapa os valores despendidos para o monitoramento de partes do processo produtivo ligado a órgãos de controle. Para efeito de comparação desses



Através da confrontação entre as receitas e os custos ambientais, determina-se o resultado ambiental da organização (lucro ou prejuízo) evidenciado no período de análise. No mesmo sentido, a evidenciação dos eventos ambientais nos demonstrativos contábeis contribui para a evidenciação da real situação da empresa aos *stakeholders*, finalidade esta que é intrínseca da contabilidade.

Ao final desta etapa, a empresa terá o dimensionamento das estruturas empregadas no tratamento das questões ambientais que ocorrem no ambiente organizacional, realizada tal estruturação em termos econômicos. Este dimensionamento é realizado pelo estabelecimento da representatividade dos custos ambientais e pela composição da contabilidade ambiental, fatores estes que, aliados a outros dados, serão relevantes para a avaliação das informações realizadas na etapa a seguir.

4.3 ETAPA 3 - AVALIAÇÃO DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

Depois de levantadas as informações relevantes para a gestão econômica dos eventos ambientais em um ambiente organizacional, imprescindível se torna estruturar rotinas para a avaliação dos dados coletados e o conseqüente fornecimento de informações relevantes para a gestão econômica dos eventos ambientais. Inicialmente é feita a identificação dos custos da qualidade ambiental. A seguir deve ser realizada uma análise econômica dos eventos ambientais, através de rotinas de análise monocritérial, como o valor presente líquido, a taxa interna de retorno e o tempo de recuperação do investimento, bem como o processo hierárquico de análise, o qual se configura como um critério multicritérial de decisão. Ainda como parte da etapa de avaliação das informações, apresenta-se a análise benefício-custo.

4.3.1 Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental

Nesta etapa, devem ser separados os custos da qualidade de acordo com a classificação apresentada por Campos (1996) na Figura 10. Dessa maneira, são identificados os custos de adequação (através da prevenção, do controle e da correção) e das falhas de adequação. Para tanto, é necessária a estruturação conforme apresentado na Figura 24.



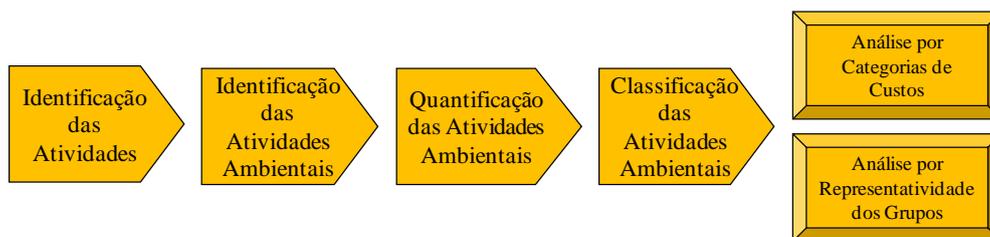


Figura 24 - Seqüência de Determinação dos Custos da Qualidade Ambiental

Conforme indicado, depois de categorizados os custos da qualidade ambiental, podem ser realizadas análises com base nos valores obtidos em cada categoria de custo. No mesmo sentido, podem mais facilmente evidenciados os valores envolvidos em cada categoria através de análise através de um gráfico, o qual deve ressaltar o grupo de custo da qualidade ambiental e o percentual respectivo.

4.3.2 Análise Econômica Monocriterial

Para a realização de análises de investimento ambiental, são necessárias utilizações de técnicas monocriteriais oriundas da engenharia econômica que possibilitem decidir pela realização ou não do investimento analisado com base no critério analisado. Dessa forma, o grupo de técnicas monocriteriais abrangidas nesta fase é dado conforme apresentado na Figura 25.

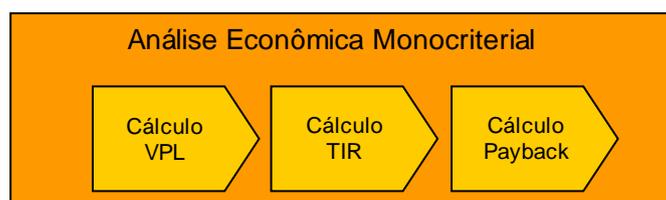


Figura 25 - Técnicas de Análise Econômica Monocriterial Utilizadas no MEGA

4.3.2.1 Cálculo do VPL

O valor presente líquido (VPL) deve ser calculado para determinar o valor de um investimento, considerando eventuais financiamentos obtidos cujas prestações se realizam ao longo de um período de tempo determinado, trazido a valor presente. Para



tanto, deve ser considerada uma taxa mínima de atratividade (TMA), considerando a realidade da empresa analisada. Caso a empresa seja tomadora de recursos, a TMA deve ser equivalente à taxa de captação dos recursos. Do mesmo modo, caso a empresa seja aplicadora de recursos, a TMA é definida em função da taxa obtida na aplicação dos recursos, caso não houvesse sido realizado o investimento em questão. Para tanto, a fórmula de cálculo do VPL é dada conforme a Equação 4.

$$VPL(i) = \sum_{j=1}^n \left[\frac{FC_j}{(1+i)^j} \right] \quad (4)$$

Onde:

- i é a taxa de desconto;
- j é o período considerado; e
- FC_j é um fluxo de caixa qualquer, genérico, para $j=[0 ; n]$.

Em todo o investimento, o que inclui aqueles de caráter ambiental deste modelo, o critério de aceitação do VPL é que ele seja apresentado com valores positivos.

4.3.2.2 Cálculo da TIR

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é definida como sendo a taxa que é obtida quando o VPL é igual a zero. Ela identifica qual a taxa a ser aplicada ao fluxo de investimentos de modo que, trazidos aos valores atuais, investimentos, custos e despesas se igualem ao valor das receitas (também trazidas ao valor atual). Um investimento será considerado vantajoso quando a TIR resultar maior que a TMA da empresa. Nesse sentido, quanto maior for a TIR, melhor será o investimento em termos de rentabilidade.

4.3.2.3 Cálculo do *Payback*

O *payback* define o tempo de retorno do investimento, o qual, nesse modelo, evidencia em quanto tempo o investimento de caráter ambiental terá o seu retorno. De maneira geral, quanto menor o período de *payback* obtido, melhor.

Conforme apresentado no item 2.4.1.3, neste modelo é utilizado o *payback* com atualização, utilizando a própria TMA para tanto.



4.3.3 Análise Econômica Multicriterial

No caso do MEGA, o modelo utiliza o AHP como o método multicriterial de análise uma vez que o mesmo permite a hierarquização das opiniões subjetivas sobre categorias de direcionadores de valor, permitindo um tratamento quantitativo que conduza a uma estimativa numérica da importância relativa de cada um dos direcionadores.

A análise multicriterial permite o levantamento, análise e interpretação de dados acerca da gestão ambiental que dependem de mais de um fator para sua evidenciação.

As decisões de investimento que envolve questões ambientais em uma indústria são, preponderantemente, de caráter multicriterial. Ao mesmo tempo em que o projeto deve contemplar aspectos legais, este pode aprimorar o processo produtivo. Contudo, tais condições podem não ser simultâneas, causando incerteza no processo de decisão. Assim, necessita-se de uma ferramenta de análise que auxilie na tomada de decisão nesse cenário.

Em função das características apresentadas na Figura 13, o Processo Hierárquico de Análise (AHP) é apresentado como um método multicriterial de auxílio no processo decisório adequado para a utilização neste modelo. Dessa forma, quando da análise de opções de investimento ambiental, a empresa necessita acompanhar os passos estabelecidos na Figura 26.

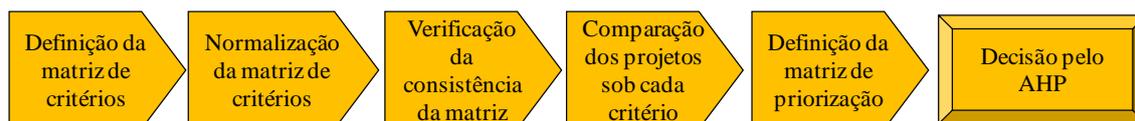


Figura 26 - Seqüência de Utilização do Método AHP Para Análise Econômica Multicriterial

4.3.4 Análise Benefício-Custo

Em um modelo de gestão ambiental com enfoque nos aspectos econômicos, imprescindível se torna a análise benefício-custo dos elementos inerentes a tal gestão. Assim, são apresentados os passos referentes à determinação do benefício ambiental e, quando confrontado este com o custo ambiental obtido na fase 4.2.1, pode-se realizar a análise benefício-custo.



4.3.4.1 Determinação do Benefício Ambiental

A determinação do benefício ambiental é uma parte relevante do modelo apresentado. Para tanto, é utilizado o método da renda capitalizada, conforme apresentado no item 2.4.1.1 deste trabalho, com os ajustes necessários para sua operacionalização no MEGA. Dessa maneira, o benefício ambiental deve ser realizado analisando todos os equipamentos ou atividades existentes na empresa que apresentem relacionamento com as questões ambientais, ou que simplesmente existam em função das preocupações ambientais apresentadas pela empresa. Nesse sentido, devem ser estimados os benefícios monetários que os mesmos apresentam para a empresa, comparando os mesmos com a situação anterior à sua utilização ou mesmo na ausência de tal elemento na empresa. A seqüência de determinação do benefício ambiental é dada conforme apresentado na Figura 27.

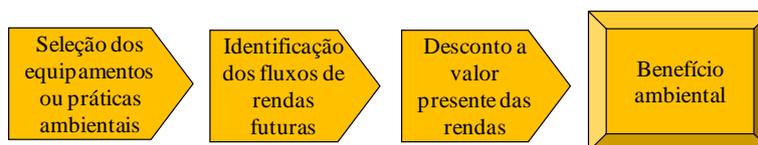


Figura 27 - Seqüência Para Determinação do Benefício Ambiental

Depois de estruturados os dados, os mesmos devem ser agrupados em planilha específica de dados, conforme evidenciado na Figura 28.

Período	Custo Manutenção	Depreciação	Não-Aquisição Insumos	Multas Evitadas	Economia de Materiais	Total	Total a PV
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
TOTAL							

Figura 28 - Planilha de Apoio Para Apuração do Benefício Ambiental



4.3.4.2 Índice Benefício-Custo

Como parte relevante do MEGA, a determinação do índice de benefício-custo é obtida confrontando os benefícios ambientais determinados no item anterior com os custos ambientais apurados no item 4.2.1. Assim, a seqüência para tal evidenciação é dada na Figura 29.



Figura 29 - Seqüência Para Determinação do Índice Benefício-Custo

Conforme apresentado, o índice benefício-custo (IBC) é obtido pela divisão entre o valor dos benefícios ambientais e os custos ambientais. Dessa maneira, caso o IBC seja maior do que a unidade, o mesmo indica que os benefícios superam os custos da unidade analisada. Em alguns casos, a relação entre o benefício e o custo também é denominada de valor.

Ao final desta etapa, a empresa terá condições de avaliar as ações ou investimentos em termos econômicos, com base nas análises inseridas no MEGA. Assim, pode-se concluir pela viabilidade ou não na realização dos mesmos, considerando os aspectos econômicos inseridos nas análises.

4.4 ETAPA 4 – ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Depois de coletadas e registradas as informações, as mesmas devem ser analisadas sob o enfoque dos impactos gerados pelo processo produtivo ao meio ambiente. Assim, outra característica do modelo proposto é a estruturação de indicadores que permitam monitorar e gerenciar o desempenho ambiental da organização.



4.4.1 Definição de Indicadores Ambientais

Uma das necessidades das empresas que investem em projetos sustentáveis é determinar o retorno que tais ações produzem, tanto nas questões ambientais como nos negócios de maneira geral. Nesse sentido, torna-se imprescindível saber o quanto um projeto gerou de resultados, tendo em vista esta ser uma maneira adequada de analisar se os caminhos escolhidos estão apresentando os resultados desejados.

Entretanto, estruturar e gerenciar indicadores ambientais não são tarefas simples. Nesse âmbito, as dúvidas são muitas, que vão desde a seleção do que deve ser mensurado, passando pela escolha dos melhores indicadores até a maneira mais adequada de coleta e análise das informações obtidas. Dessa forma, a realização dessa tarefa de maneira eficiente é garantia de uma gestão ambiental mais acurada, a qual pode contribuir para a estratégia de sustentabilidade definida pela organização.

Tocchetto, Pereira e Tocchetto (2005, p. 2) destacam que os indicadores de desempenho ambiental são medidas diretas ou indiretas de qualidade ambiental, e expressam o desempenho ambiental das empresas, os quais são utilizados para avaliar, mostrar a situação e as tendências das condições de um dado ambiente, e ainda permitem verificar a eficiência das ações implantadas e compará-las com empresas concorrentes.

Segundo Melo (2006), a NBR ISO 14031 descreve duas categorias gerais de indicadores a serem considerados na condução da Avaliação de Desempenho Ambiental: Indicador de Condição Ambiental (ICA) e o Indicador de Desempenho Ambiental (IDA). Nesse sentido, a norma fornece exemplos de indicadores de desempenho gerencial e operacional. Os indicadores gerenciais são agrupados nas seções de implementação de política e programas, conformidade, desempenho financeiro e relações com a comunidade. Já os indicadores operacionais foram agrupados em pela norma nas seções materiais, energia, serviços de apoio às operações da organização, instalações físicas e equipamentos, fornecimento e distribuição, produtos, serviços fornecidos pela organização, resíduos e emissões. Assim, os indicadores operacionais podem ser apropriados para medir o desempenho ambiental das operações de uma organização. Estas podem ser agrupadas com base nas entradas e saídas das instalações físicas e equipamentos da organização. Nesse sentido, a Figura 30 apresenta a estrutura dos indicadores de desempenho proposta pela norma.



Categoria	Tipo	Apropriados para Medir
Indicador de Desempenho Ambiental (IDA)	Indicador de Desempenho Gerencial (IDG)	Implementação de políticas e programas, conformidade com requisitos, entre outros.
	Indicador de Desempenho Operacional (IDO)	Instalações físicas, equipamentos, fornecimento e distribuição, entre outros.
Indicador de Condição Ambiental (ICA)	Qualidade da água, qualidade do ar, temperatura dos oceanos, entre outros.	

Figura 30 - Indicadores Utilizados na Avaliação de Desempenho Ambiental

Fonte: Adaptado da NBR ISO 14031, 2004

Os indicadores devem ser estruturados de modo que reflitam a real necessidade de acompanhamento de fatores relevantes na empresa. Para tanto, os mesmos devem ser decididos e estruturados em consenso na empresa, onde devem ser propostas as melhores alternativas para definição dos indicadores ambientais, coleta das informações e análises correspondentes. Depois de obtidos os indicadores, caso sejam identificados pontos fracos nos indicadores ambientais, a empresa deve definir a maneira mais adequada de implementação de melhorias para a otimização dos resultados globais da organização. Os indicadores ambientais podem ser definidos com base no modelo sugerido pelo GRI versão 3.0, conforme estrutura apresentada na Figura 31.

Destaca-se que o GRI sugere conjuntos de indicadores econômicos, de meio-ambiente, dos direitos humanos, das práticas trabalhistas e do trabalho decente, da responsabilidade pelo produto e da sociedade. Entretanto, em função de se tratar de um modelo econômico de gestão ambiental, apenas o grupo dos indicadores de meio-ambiente serão considerados nesse modelo.

Para a estruturação dos indicadores ambientais no MEGA, são analisados os passos referentes à identificação dos pontos críticos, à definição dos critérios para mensuração, à estruturação dos indicadores ambientais e à manutenção dos indicadores estruturados.



CONJUNTO	ASPECTO	INDICADORES ESSENCIAIS	INDICADORES ADICIONAIS
Meio Ambiente (EN)	Materiais	Materiais usados por peso ou volume.	
		Percentual dos materiais usados provenientes de reciclagem.	
	Energia	Consumo de energia direta discriminado por fonte de energia primária.	Energia economizada devido a melhorias em conservação e eficiência.
		Consumo de energia indireta discriminados por fonte primária.	Iniciativas para fornecer produtos e serviços com baixo consumo de energia, ou que usem energia gerada por recursos renováveis, e a redução na necessidade de energia resultante dessas iniciativas. Iniciativas para reduzir o consumo de energia indireta e as reduções obtidas.
	Água	Total de retirada de água por fonte.	Fontes hídricas significativamente afetadas por retirada de água.
			Percentual e volume total de água reciclada e reutilizada.
	Biodiversidade	Localização e tamanho da área possuída, arrendada ou administrada dentro de áreas protegidas, ou adjacente a elas, e áreas de alto índice de biodiversidade fora das áreas protegidas.	Habitats protegidos ou restaurados.
		Descrição de impactos significativos na biodiversidade de atividades, produtos e serviços em áreas protegidas e em áreas de alto índice de biodiversidade fora das áreas protegidas.	Estratégias, medidas em vigor e planos futuros para a gestão de impactos na biodiversidade. Número de espécies na Lista Vermelha da IUCN e em listas nacionais de conservação com habitats em áreas afetadas por operações, discriminadas por nível de risco de extinção.
	Emissões, Efluentes e Resíduos	Total de emissões diretas e indiretas de gases causadores do efeito estufa, por peso.	Iniciativas para reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa e as reduções obtidas.
		Outras emissões indiretas relevantes de gases causadores de efeito estufa, por peso.	Peso de resíduos transportados, importados exportados ou tratados considerados perigosos nos termos da Convenção da Basileia - anexos I, II, III e VIII, e percentual de carregamentos de resíduos transportados internacionalmente.
		Emissões de substâncias destruidoras da camada de ozônio, por peso.	Identificação, tamanho, status de proteção e índice de biodiversidade de corpos d'água e habitats relacionados significativamente afetados por descartes de água e drenagem realizados pela organização relatora.
		Descarte total de água, por qualidade e destinação.	
		Peso total de resíduos, por tipo e método de disposição.	
		Número e volume total de derramamentos significativos.	
	Produtos e Serviços	Iniciativas para mitigar impactos ambientais de produtos e serviços e a extensão da redução desses impactos.	
		Percentual de produtos e suas embalagens recuperados em relação ao total de produtos vendidos, por categoria de produto.	
	Conformidade	Valor monetário de multas significativas e número total de sanções não-monetárias resultantes da não conformidade com leis e regulamentos ambientais.	
	Transporte		Impactos ambientais significativos do transporte de produtos e outros bens e materiais utilizados nas operações da organização, bem como do transporte dos trabalhadores.
	Geral		Total de investimentos e gastos em proteção ambiental, por tipo.

Figura 31 - Indicadores dos Conjuntos do Meio-Ambiente Sugeridos

Fonte: GRI (2006)

4.4.1.1 Identificação dos Pontos Críticos

Neste passo, devem ser identificados os pontos sobre os quais a empresa necessita de um acompanhamento mais acurado. Para realizar tal acompanhamento, são estruturados os indicadores ambientais.



4.4.1.2 Definição de Critérios para Mensuração

A definição do critério acurado de mensuração é outro fator imprescindível para a estruturação dos indicadores ambientais. Os indicadores devem ser estruturados com base nos pontos críticos apontados pela empresa, devendo ser estabelecidas medidas quantitativas para a coleta dos dados. Outro ponto relevante para a confiabilidade dos indicadores ambientais é a definição de um responsável pelo indicador, o qual ficará encarregado de monitorar os elementos necessários para a coleta das informações e posterior análise. Deve ser definida, ainda, a periodicidade de coleta das informações para posterior compilação e análise do indicador correspondente.

4.4.1.3 Estruturação dos Indicadores Ambientais

Este passo aponta para a estruturação dos indicadores ambientais. Tal estruturação deve ser fundamentada nos pontos críticos identificados no passo anterior. Os indicadores devem ser estruturados com base na relevância que os mesmos apresentem para a política da empresa e para o seu processo de decisão. Conforme Bellen (2005, p. 43), as principais funções dos indicadores são:

- Avaliação de condições e tendências;
- Comparação entre lugares e situações;
- Avaliação de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos;
- Promover informações de advertência;
- Antecipar futuras condições e tendências.

4.4.1.4 Manutenção dos Indicadores

Depois de definidos os indicadores, torna-se necessário estabelecer rotinas para a manutenção dos mesmos. Para tanto, devem ser analisadas as formas de coleta dos dados, elementos esses essenciais para o sucesso da manutenção dos indicadores. Além disso, a periodicidade com que os mesmos serão coletados e analisados são essenciais para a política decisória com base nos indicadores estabelecidos.



4.4.2 Estabelecimento de *Benchmarking Ambiental*

Como ferramenta de apoio ao processo decisório interno da empresa, o modelo considera o *benchmarking* como uma técnica importante para incorporar à organização os fatores externos que afetam o desempenho organizacional.

A observância à legislação, especificamente aquela relacionada a questões ambientais, é de extrema relevância para o sucesso de uma organização. Assim, os aspectos legais devem ser incorporados ao sistema de decisões empresariais.

Uma forma de aprimoramento das rotinas empresariais é a observância das *best-practices* desenvolvidas por outras organizações. Dessa maneira, analisando o que foi desenvolvido por terceiros de maneira mais otimizada ou eficiente, a empresa pode obter importantes referenciais para balizar suas ações futuras.

Além do aspecto legal, é relevante que a empresa monitore os aspectos realizados internamente e para os quais são necessários acompanhamentos. Assim, o estabelecimento de indicadores para monitoramento das ações internas é outro ponto relevante do modelo.

No mesmo sentido, a adoção de padrões definidos e aceitos globalmente é um aspecto que pode trazer competitividade à organização. Dentre os mesmos, destacam-se os indicadores definidos pelo GRI, os quais permitem à empresa a adoção de parâmetros de comparabilidade com outras empresas de atuação global. A Figura 32 apresenta um fluxograma para a organização de um *benchmarking* ambiental.

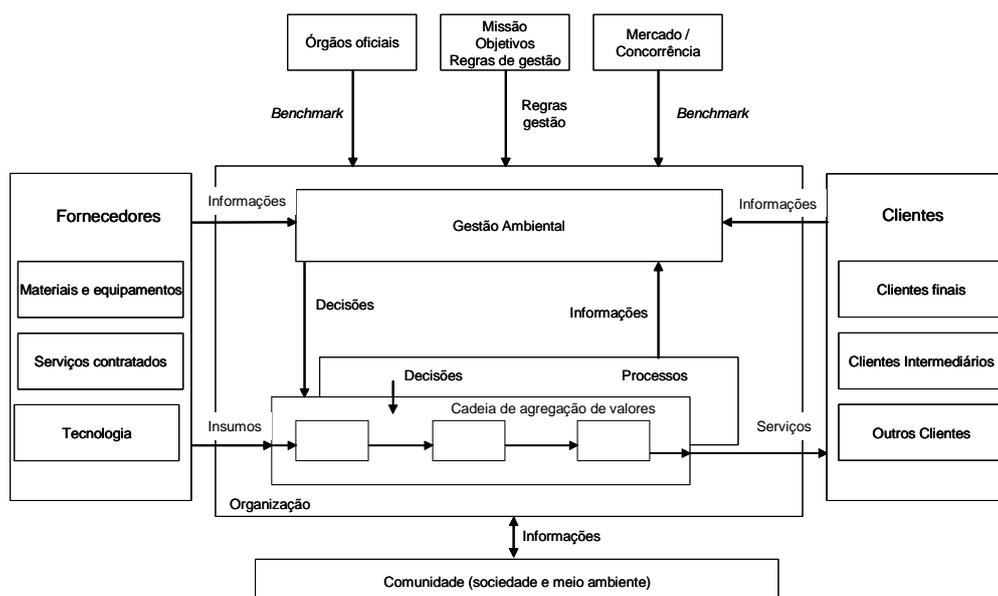


Figura 32 - *Benchmarking Ambiental*

Fonte: Andrade, Tachizawa e Carvalho (2002)



No final desta etapa, a empresa poderá estruturar maneiras de comparação e de acompanhamento do desempenho ambiental.

4.5 ETAPA 5 - PLANOS DE MELHORIA

Conforme observado na literatura, um sistema ou um modelo nunca pode ser considerado completo, pois o mesmo sempre pode receber aprimoramentos (lógica *kaizen*).

4.5.1 Organização de Grupos de Melhoria

Para assegurar a lógica da melhoria contínua, é necessário que a equipe gerencial e operacional do MEGA reúna-se periodicamente para repensar nas práticas utilizadas, comparando os resultados obtidos no modelo de gestão da empresa com os dados obtidos do *benchmarking*. Os grupos de melhoria devem ser compostos por colaboradores que atuam em setores distintos da empresa, fator este que possibilita visões diferenciadas acerca do problema analisado.

Através do trabalho dos grupos de melhoria, a empresa pode repensar suas ações e propor soluções que retroalimentarão as etapas anteriores do modelo.

4.5.2 Feedback

Caso sejam diagnosticadas oportunidades de melhoria, o sistema deve convergir para um *feedback* ou retroalimentação para a fase de preparação da equipe, desencadeando todas as etapas posteriores à mesma. No mesmo sentido, esta retroalimentação pode convergir para etapas intermediárias do modelo.

Dessa maneira, completa-se a apresentação do MEGA, contendo suas etapas, fases e passos necessários à sua operacionalização. Assim, com base nos elementos apresentados, torna-se necessária a realização de aplicações do modelo em empresas do



setor moveleiro, onde as rotinas apresentadas são implementadas, coletando-se os dados e analisando as informações propiciadas pelo modelo.



5 APLICAÇÃO DO MEGA NA EMPRESA PIVA COMÉRCIO E INDÚSTRIA LTDA.

Neste capítulo é realizada a aplicação do MEGA em uma empresa pertencente à cadeia moveleira brasileira. Esta aplicação é realizada na Piva Comércio e Indústria Ltda., a qual segue a seqüência determinada no capítulo anterior.

5.1 ETAPA 1 - DIAGNÓSTICO INICIAL DA EMPRESA

Como etapa inicial da operacionalização do MEGA, foi realizado o diagnóstico inicial na empresa Piva Comércio e Indústria Ltda. Conforme descrito na seqüência, foram realizadas as fases da preparação da equipe e da realização do diagnóstico com base nos aspectos apresentados na fase da preparação.

5.1.1 Preparação da Equipe

Na fase da preparação da equipe foram realizadas inicialmente reuniões junto à direção da empresa. Em tais reuniões, inicialmente foram apresentados os elementos integrantes do modelo proposto. Na seqüência, foram definidos os colaboradores que iriam compor a equipe de implementação do modelo. Dessa maneira, a equipe ficou composta pelo Diretor Administrativo, pelo Gerente Industrial, pelo Gerente de Recursos Humanos e pelo Gerente Financeiro, formando um ecotime na empresa.

Depois de definida a equipe, foram realizadas reuniões de preparação, onde foi apresentado detalhadamente o MEGA para os componentes e discutindo com os mesmos as variáveis abordadas. Durante as discussões realizadas, foram apontados os principais aspectos ambientais que envolvem a organização, os quais servirão de base para as análises do modelo.

5.1.2 Realização do Diagnóstico Inicial

Para a realização do diagnóstico inicial, conforme os passos apresentados no MEGA, foi realizado um levantamento acerca do histórico e processos operacionais da



empresa, além da identificação dos resíduos gerados no decorrer do processo produtivo e das práticas ambientais desenvolvidas na Piva.

5.1.2.1 Histórico e Processos Operacionais

Desde a sua fundação, em 23 de Julho de 1989, a Piva Comércio e Indústria Ltda. busca total sintonia com o mercado através do compromisso em satisfazer as necessidades dos clientes. Com um parque fabril de mais de 7 mil metros quadrados de área construída, localizado no município de Garibaldi – RS, acompanha as tendências em tecnologia e cuidados como meio ambiente, através de técnicas de produção mais limpa. Tais fatores, aliados à certificação ISO 9001:2000, que mantém o compromisso com a qualidade e tecnologia de seus produtos, evidenciam que a empresa se preocupa com o meio ambiente e com a sociedade. Nesse aspecto, a Piva foi a primeira empresa brasileira de acessórios para o mobiliário a obter tal certificação.

Os produtos da empresa são compostos pela linha de aramados para cozinhas, dormitórios, áreas de serviço, setor metal-mecânico e grades para ventiladores, sendo produzidas, em média, 900.000 peças por ano, baseada na atividade de fabricação de móveis de metal com terceirização e pintura. Através de ações voltadas a reduzir, reutilizar e reciclar, a empresa coloca como um de seus principais objetivos a conscientização para as melhorias ambientais. Através de seu programa de separação e reciclagem de produtos e resíduos, a empresa colabora e exerce sua tecnologia em prol de serviços nesse sentido. Assim, a empresa justifica que reduzir o desperdício, reutilizando sempre que possível e separando os materiais reciclados para a coleta seletiva são ações para redução no volume de resíduos.

A empresa Piva vem pautando sua atuação em princípios de transparência e responsabilidade social, buscando um comprometimento com a ética e a qualidade de vida dos seus 52 empregados, de suas famílias, da comunidade e da sociedade como um todo. Nesse sentido, investe tanto no desenvolvimento de seus empregados, assim como em projetos sociais e culturais da região onde está inserida. Destaque especial deve ser oferecido ao fato de a Piva ser uma das duas únicas empresas moveleiras do município de Bento Gonçalves, cidade esta reconhecida como um pólo moveleiro brasileiro, a realizar ações junto ao Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL).



No início das atividades da empresa estudada, a mesma concentrava sua atividade na prestação de serviços de pintura para outras empresas. Posteriormente, foram sendo realizados outros serviços de terceirização, como a elaboração de componentes para a indústria moveleira. Entretanto, em função do *layout* apresentado para o tipo de instalação existente, não era possível a introdução de grandes melhorias no processo produtivo.

Com a mudança da fábrica para a nova unidade fabril, no ano de 2005 algumas melhorias foram possíveis de serem implementadas. A primeira delas foi referente ao *layout* da fábrica, em virtude das instalações anteriores não possibilitar condições para tanto. Entretanto, a melhoria mais significativa foi observada na substituição do sistema de pintura, o qual era realizado através de banhos por imersão e passou a ser realizado através do sistema de *spray*.

O processo produtivo operacional da empresa na elaboração dos produtos constantes de sua linha, a qual é composta de cerca de 1.000 produtos distintos, é apresentado na Figura 33.

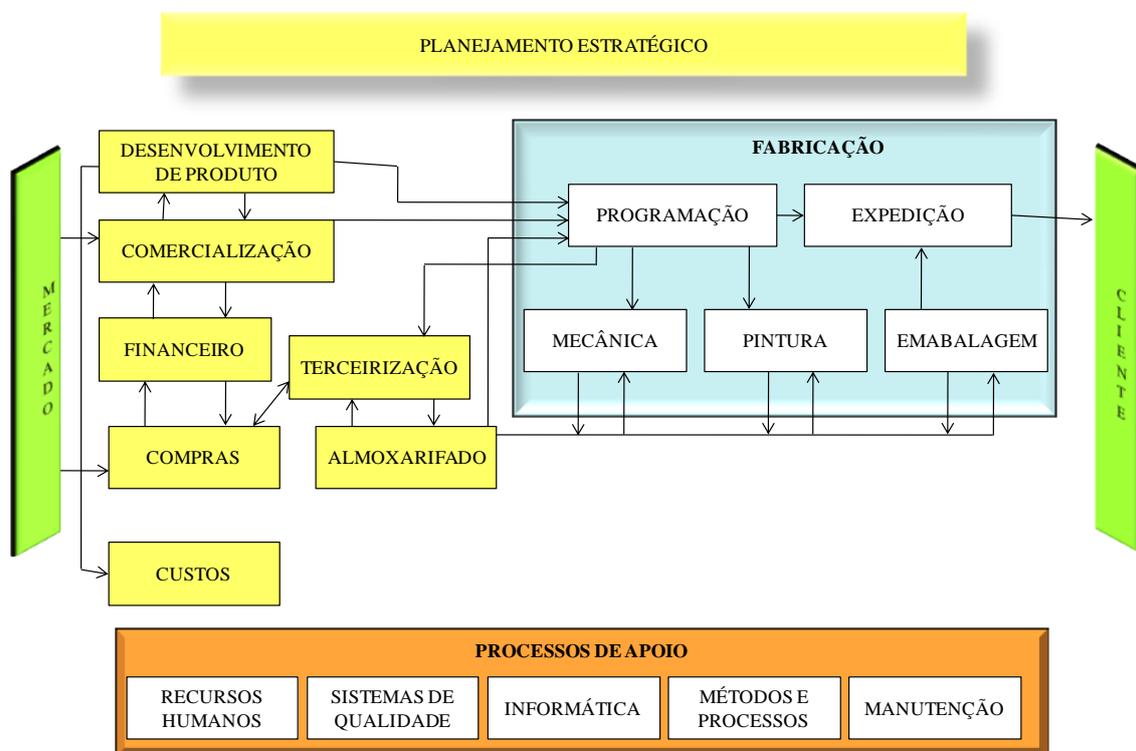


Figura 33 - Macrofluxo do Processo na Empresa Piva Comércio e Indústria Ltda.



A Piva Comércio e Indústria Ltda. desenvolveu um sistema de captação de água pluvial, onde armazena 95 m³ de água, o que corresponde a 95 mil litros. Esta água é recolhida da chuva e é misturada com a água resultante do tratamento de superfície das peças fabricadas na Piva. A idéia veio para comprovar a preocupação da empresa em conservar o meio ambiente, além de utilizar de forma mais racional os recursos que a natureza oferece. Esta água é reutilizada em todos os sanitários, no complemento dos tanques do tratamento de superfície, torneiras externas, na refrigeração de máquinas de solda ponto e no sistema de prevenção de incêndios.

Com relação ao sistema de informações, a empresa apresenta um sistema de EPR para integrar dos dados e facilitar o gerenciamento das variáveis que envolvem a atividade empresarial. A contabilidade é realizada por empresa terceirizada, sendo esta realizada fora das dependências da Piva. Com relação ao gerenciamento dos custos industriais, os mesmos são monitorados constantemente pela empresa. Entretanto, a mesma não utiliza análises relacionadas ao custeio baseado em atividades (ABC). Assim, as análises decorrentes deste modelo que necessitam a utilização de tal ferramenta são estruturadas especificamente para tanto. Análises diretas no ambiente fabril e a coleta de dados pontuais para a operacionalização do ABC igualmente foram realizadas para viabilizar a utilização do MEGA. Apesar de desenvolver variadas ações relacionadas à proteção ambiental no ambiente organizacional, a Piva não apresenta um sistema de gerenciamento ambiental formalizado.

5.1.2.2 Identificação dos Resíduos Gerados no Processo Produtivo

Para a operacionalização do processo produtivo, a empresa utiliza insumos de naturezas distintas em diferentes intensidades. O consumo médio mensal de energia elétrica na unidade industrial é de 18.000 kWh, apesar de a empresa contar com motores de alto rendimento nos equipamentos que mais consomem energia. Com referência ao consumo de água, a mesma utiliza 6,3 m³ de água por dia nos sanitários e 350 litros de água por hora no processo industrial. Os principais insumos utilizados pela empresa no processo produtivo são listados na Tabela 2.



Tabela 2 - Quantidade Mensal de Insumos Utilizados na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Insumo	Quantidade / mês
Tubo de aço	10.564 unidades
Chapas de aço	10 toneladas
Arame trefilado	57 toneladas
Tinta pó	0,6 tonelada
Fosfato de ferro e desengraxante	0,22 tonelada
Caixa de papelão	35.889 unidades
Plástico – embalagens	3,4 toneladas
Parafusos	2.100 caixas
Solda mig	0,12 tonelada
Gás	6 toneladas

O consumo de tubos de aço é dado em unidades em função de a empresa assim controlar o consumo de tal item, o qual é adquirido em tubos de 6 metros de comprimento, com uma variação admitida de $\pm 10\%$. Atualmente, os produtos elaborados são embalados com a utilização de papelão e plástico-bolha.

Para a operacionalização do processo produtivo, a empresa conta com compressores, cabines de pintura, dobradeiras de arame, linha *spray* / banhos de fosfatização, estufas, monovias, pistolas de pintura, aparelhos de solda ponto e solda mig, esmeril, furadeiras, exaustores, serras de corte, prensas e empilhadeiras.

Os efluentes líquidos industriais são observados na empresa no processo de produção, na ordem de 12 m^3 por dia. Os mesmos são encaminhados para a estação de tratamentos de efluentes líquidos industriais, onde passam pelo tanque de recepção, tanque decantador, tanque pulmão de lodo e filtro prensa. Tais efluentes líquidos são controlados através de um medidor de vazão encontrado na saída do efluente tratado. Depois de tratado, ocorre a recirculação da água no processo industrial. Com relação aos efluentes líquidos sanitários, a vazão atual é de $6,3 \text{ m}^3$ por dia, sendo os mesmos encaminhados para a fossa séptica e sumidouro com filtros anaeróbios.

As emissões atmosféricas observadas na empresa são referentes à combustão de gás, na ordem de 300 kg por dia, o qual é utilizado para o aquecimento das estufas e do banho de desengraxante líquido. No processo produtivo encontram-se 4 cabines de pintura que igualmente geram emissões atmosféricas.



Com relação ao ruído industrial, o mesmo é causado em função dos compressores de ar, das serras de corte, dos exaustores, furadeiras, lixadeiras e dobradeiras de arame. As matérias-primas, os produtos e os subprodutos são armazenados em depósito fechado nas dependências da empresa. Com relação ao volume de resíduos apresentado pela empresa, os mesmos estão apresentados na Tabela 3. Entretanto, destaca-se que os mesmos apresentam relação direta com o volume de produção da empresa, além das mudanças introduzidas no processo produtivo que provocaram uma quantidade menor de resíduos, apesar do incremento no volume de produção.

Tabela 3 - Resíduos Sólidos Industriais na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Tipo de Resíduo	Quantidade por Ano	Acondicionamento
Resíduos plásticos	1,3 toneladas	Granel
Bombonas	80 unidades	Granel
Resíduo de papelão	1,5 toneladas	Granel
Metais Ferrosos	20 toneladas	Container
Resíduos de Escritório	0,3 tonelada	Sacos Plásticos

Os resíduos são armazenados temporariamente na empresa, em área fechada com telhado. Posteriormente, depois de classificados, os resíduos Classe I e Classe II são encaminhados para um aterro de resíduos industriais perigosos, e aqueles que podem ser reciclados são destinados para tal finalidade.

Os produtos elaborados pela empresa são pintados ou cromados. A atividade de cromagem é realizada por empresas terceirizadas, em função de a empresa ter optado em não internalizar tal operação em seu processo operacional. A pintura dos produtos é realizada com tinta epóxi, a qual gera uma quantidade mínima de resíduos. Existem esforços na empresa em conjunto com fornecedores no sentido de desenvolver uma tinta que se aproxime ao máximo do aspecto cromado. Assim, quando tal fato for concretizado, a atividade de cromagem será excluída do processo produtivo.

5.1.2.3 Identificação das Práticas Ambientais Desenvolvidas

Ao analisar as práticas desenvolvidas pela empresa que tenham interface com a proteção ambiental, algumas ações são identificadas. No âmbito da produção mais



limpa, observa-se a mudança no sistema de fosfatização dos produtos. A empresa, para realizar essa fosfatização, utilizava um sistema composto por 7 tanques, onde eram realizados banhos de imersão dos produtos para que os mesmos fossem fosfatizados. O fluxo desse processo produtivo é dado na Figura 34.

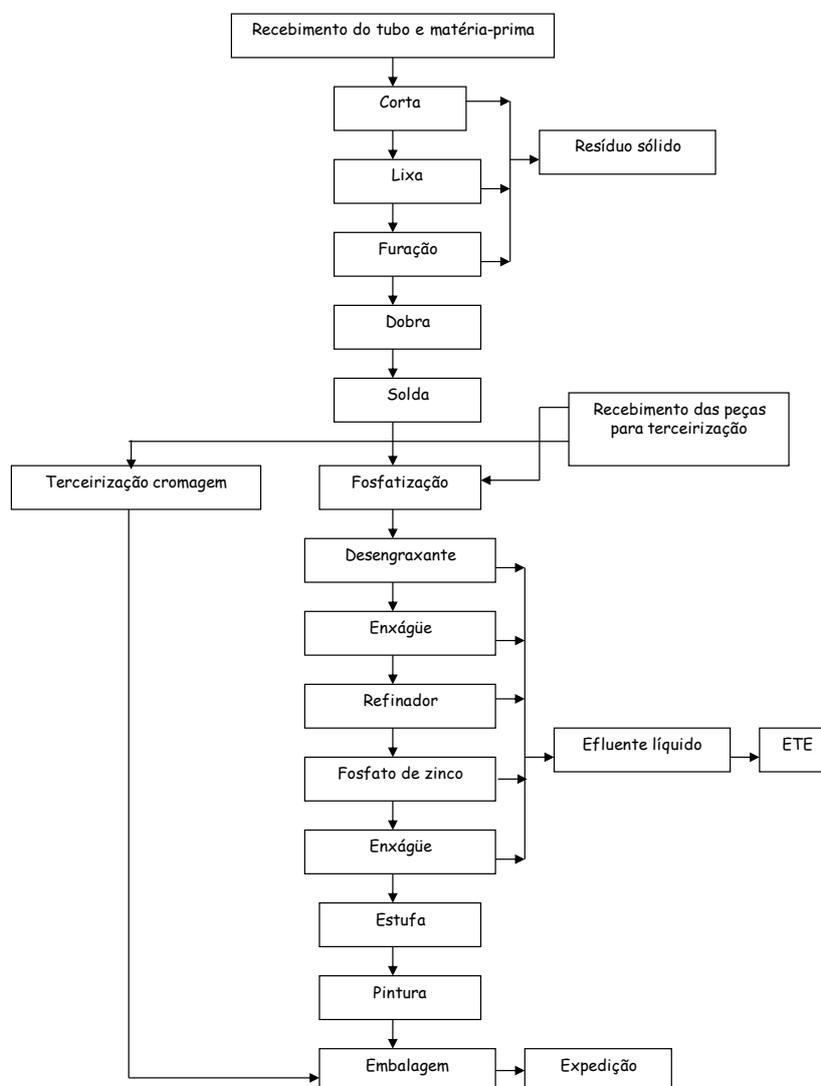


Figura 34 - Fluxograma Antigo do Processo Industrial na Piva Comércio e Indústria Ltda.

No desenvolvimento das atividades nesse processo, onde eram fosfatizados em média 200 m² de produtos por dia, a empresa utilizava aproximadamente 24.000 litros de água por mês, os quais, depois de retirados dos tanques de fosfatização, eram encaminhados para a estação de tratamento de efluentes da empresa, gerando resíduos Classe II que eram encaminhados para o aterro de resíduos industriais.

Ao transferir a atividade fabril para a nova unidade industrial, a empresa alterou o sistema de fosfatização, introduzindo cabines de *spray* para realizar tal processo.



Assim, contando com uma monovia que conduz as peças para as cabines, são aplicados por *spray* o desengraxante e o fosfatizador. O processo é realizado em ciclo fechado, onde o produto que não é aplicado à peça é reutilizado para a fosfatização de outro produto. Além disso, a pressão e a alta temperatura com que os produtos são aplicados elimina eventuais sujeiras que estejam presentes, além de realizar o tratamento adequado, preparando a peça para a pintura. A nova seqüência do processo produtivo está apresentada na Figura 35.

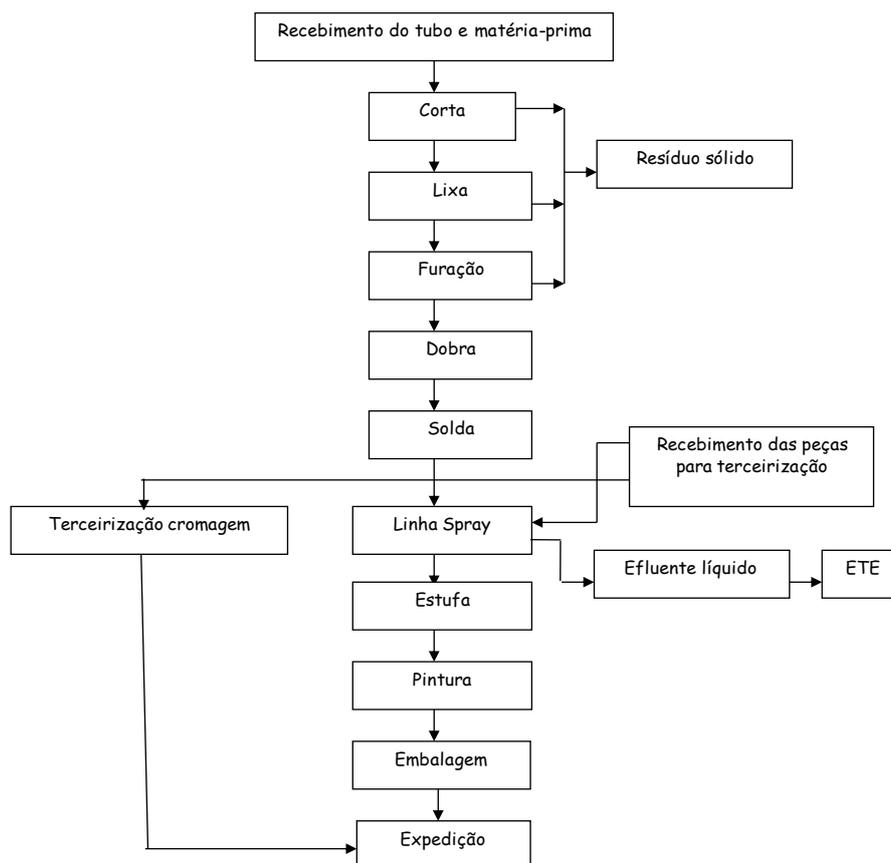


Figura 35 - Fluxograma Novo do Processo Industrial na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Com as melhorias introduzidas nesse novo arranjo industrial, várias melhorias foram possíveis de ser constatadas. Uma delas é a redução no volume de resíduos, uma vez que não mais é necessário tratar aquela quantidade de água utilizada anteriormente. O sistema novo utiliza aproximadamente 350 litros de água por hora, sendo que grande parte desta evapora no interior do equipamento e não deixa resíduo. A água resultante do processo de fosfatização é encaminhada para a estação de tratamento de efluentes. Entretanto, nesse novo processo, durante 30 meses foram gerados apenas 1 m³ de resíduo. Destaca-se que essa redução no volume de resíduos é ainda mais relevante se



comparada à atual produção de 420 m² de peças por dia com aquela anteriormente elaborada.

O caso do plástico que envolvia os arames adquiridos para o processo produtivo igualmente é relevante na empresa Piva. A empresa gerava mensalmente 230 kg de plástico com óleo, sendo os mesmos encaminhados para aterro de resíduos industriais perigosos (ARIP) como resíduo Classe I. Para a disposição desses resíduos no aterro, a empresa gastava R\$ 3.073,60 por ano. No mesmo sentido, o arame igualmente estava envolto em óleo protetivo. Assim, tal óleo necessitava ser retirado do arame com a utilização de produtos químicos. Como resíduo do processo produtivo, a empresa necessitava tratar esse efluente líquido, restando a borra que era encaminhada igualmente para o ARIP. Após a discussão com os ecotimes, a empresa optou por substituir a matéria-prima, na lógica da produção mais limpa, conforme apresentado na Figura 36.



Figura 36 - Lógica de Produção Mais Limpa Aplicada no Caso do Arame na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Na substituição de matéria-prima introduzida, foi postulado junto ao fornecedor o envio do arame protegido em óleo mineral, como alternativa àquele utilizado até então. A substituição do óleo protetivo se deve em função do óleo mineral apresentar características de solubilidade em água, fator esse que demanda um menor esforço para tratamento de efluentes gerados no processo produtivo. Além disso, o plástico que envolve o arame apresenta condições de envio para a reciclagem, em função do mesmo apresentar-se livre de contaminações. Destaca-se que, apesar da substituição do óleo



protetivo, o substituto apresenta idênticas características de proteção ao arame adquirido.

Ainda na ótica da produção mais limpa, constata-se o caso das gancheiras de pintura. Em função da pintura ser realizada com tinta a pó, a mesma é aplicada na superfície da peça a ser pintada. Entretanto, uma parte da tinta adere também na gancheira à qual está pendurada. Dessa maneira, periodicamente as gancheiras necessitam serem limpas, devido ao acúmulo de tinta depositado nas mesmas. A empresa Piva realizava a limpeza interna das gancheiras, onde um lote de 500 gancheiras era imerso em um tanque com produto decapante durante um final de semana, restando as gancheiras limpas no início da semana subsequente. Contudo, como resultado do processo de limpeza, a empresa retirava com o auxílio de uma peneira a borra de tinta que ficava depositada no fundo do tanque, a qual era encaminhada para aterro de resíduos industriais como resíduo Classe I. Tal processo foi substituído pela limpeza externa das gancheiras, onde as mesmas são encaminhadas para uma empresa terceirizada que realiza a pirólise e elimina o resíduo das mesmas. Tal substituição se deveu em função do volume de gancheiras envolvido no processo, distribuída pelos 700 metros de monovia existente na linha de produção. Destaca-se, ainda, a não-necessidade de aquisição do decapante e a redução no risco de acidente na empresa estudada.

Outro caso de produção mais limpa se observa no caso dos panos e luvas utilizados no processo produtivo. A empresa adquiria esses produtos, distribuía aos funcionários para a utilização no processo produtivo e, após usados tais itens, eram encaminhados para o aterro de resíduos sólidos. Em função das características dos resíduos impregnados nos panos e luvas, basicamente compostos por óleos, os mesmos eram classificados como resíduo de Classe I. Em função dos valores envolvidos, a empresa passou a alugar os panos e luvas de uma empresa fornecedora de tais itens, onde a mesma recolhe os panos e luvas usados e deixam outros limpos. Dessa forma, apesar da empresa não ter resolvido o problema da geração dos resíduos, a mesma não necessita mais dispor tais itens em aterro industrial.

Na área da reciclagem, a empresa Piva realiza segregação de seus resíduos, tanto em nível operacional como nas atividades de apoio. Dessa forma, os resíduos são classificados e vendidos, gerando uma receita que serve como forma de amortizar os gastos envolvidos nas demais atividades ambientais que necessitam de recursos para custear suas etapas.



5.2 ETAPA 2 - LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

Nesta etapa do MEGA são apurados os elementos que propiciem a identificação das informações relevantes para a gestão ambiental com enfoque econômico na organização. Para tanto, são evidenciados os custos ambientais e integrados tais dados na contabilidade ambiental.

5.2.1 Determinação dos Custos Operacionais Ambientais

Nesta fase, são apurados os custos operacionais ambientais da empresa com base na seqüência apresentada na Figura 19. Conforme apresentado, são evidenciados os custos das atividades ambientais, os resultados ambientais em decorrência de ações internas e as taxas relacionadas ao meio ambiente.

5.2.1.1 Cálculo do Custo das Atividades Ambientais

Com base na metodologia proposta nesta tese, foram mapeados os processos da empresa, identificando-se nestes as atividades desenvolvidas. Uma vez definidas as atividades, foram identificadas aquelas que possuem correlação com a atividade ambiental da empresa, ou seja, aquelas que apresentam potencial poluidor.

Com a utilização do Custeio Baseado em Atividades (ABC), foram identificados os recursos consumidos em cada uma das nove atividades ambientais elencadas, chegando-se, assim, ao custo de cada atividade, conforme evidenciado na Figura 37.

Para a determinação das atividades, foi analisado junto com o ecotime quais as atividades que a Piva desenvolve e que apresentam relação com a proteção ambiental. Assim, através de visitas ao ambiente fabril e visualização dos processos e atividades desenvolvidas, além de visita às demais partes da empresa, foram identificadas 9 atividades nesse sentido.

Outro trabalho realizado pelo ecotime foi a identificação dos recursos que a empresa gasta para a execução das atividades ambientais desenvolvidas. Novamente através de análise visual, apoiado no conhecimento técnico dos participantes do grupo, foram identificados 7 recursos distintos para a execução de tais atividades.



Finalmente, foram definidos os *cost-drivers* necessários para relacionar os recursos consumidos com as atividades desenvolvidas. Tal estabelecimento de direcionadores foi realizado com base no conhecimento dos participantes do ecotime, chegando assim aos dados apresentados na Figura 37.

	Mão de Obra	Energia Elétrica	Depreciação	Materiais Diversos	Serviços de Terceiros	Mão de Obra Manutenção	Materiais Manutenção	Custo Total Atividade	
Limpar gancheras de pintura					R\$ 520,00			R\$ 520,00	22,7%
Operação da ETE		R\$ 26,75	R\$ 291,67	R\$ 45,47		R\$ 35,40	R\$ 25,80	R\$ 425,09	18,5%
Segregação de resíduos sólidos e líquidos	R\$ 79,80							R\$ 79,80	3,5%
Monitoramento ambiental					R\$ 540,00			R\$ 540,00	23,5%
Acondicionar / dispor resíduos sólidos	R\$ 20,45		R\$ 127,92					R\$ 148,37	6,5%
Limpar e dispor panos e luvas					R\$ 200,00			R\$ 200,00	8,7%
Treinamento / educação ambiental					R\$ 120,00			R\$ 120,00	5,2%
Análises de amostras da ETE					R\$ 26,67			R\$ 26,67	1,2%
Armazenagem água pluvial			R\$ 166,67			R\$ 43,10	R\$ 24,50	R\$ 234,27	10,2%
Custo Total dos Recursos	R\$ 100,25	R\$ 26,75	R\$ 586,25	R\$ 45,47	R\$ 1.406,67	R\$ 78,50	R\$ 50,30	R\$ 2.294,19	
	4,4%	1,2%	25,6%	2,0%	61,3%	3,4%	2,2%		

Figura 37 - Identificação dos Custos das Atividades Ambientais na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Observa-se a utilização de recursos variados na execução das atividades ambientais. Para a operação da estação de tratamento de efluentes, a empresa utiliza 2 bombas de 1,5 cv de potência cada uma. No mesmo sentido, produtos químicos como soda líquida e controlador de pH são utilizados na estação de tratamento de efluentes (ETE). As análises das amostras oriundas da estação de tratamento de efluentes são realizadas duas vezes por ano, onde os níveis de contaminação da água são testados. Destaca-se que, em algumas atividades, a empresa não necessita despender recursos, apenas de utilizar materiais para tanto. Essa situação é exemplificada pela utilização de caixas de papelão e de sacos plásticos, os quais são enviados juntamente com os produtos adquiridos de fornecedores, para a atividade de segregação de resíduos sólidos. Ao analisar o valor total empregado pela empresa para a execução das atividades ambientais, observa-se que o valor totaliza R\$ 2.294,19. A Figura 38 evidencia a disposição das atividades ambientais no fluxo do processo produtivo. Tal figura apresenta, ainda, destacado em vermelho, que três das atividades ambientais desenvolvidas não estão ligadas a um processo específico, sendo as mesmas de caráter organizacional geral.



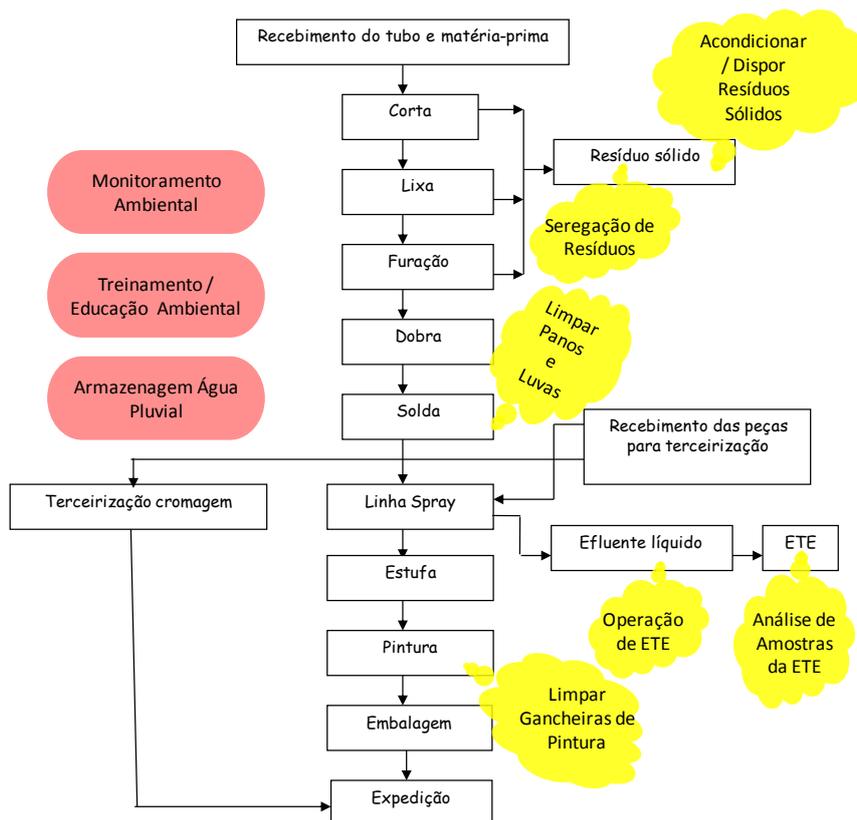


Figura 38 - Disposição das Atividades Ambientais no Processo Produtivo da Piva Comércio e Indústria Ltda.

Com base nos resultados evidenciados, constatou-se que a atividade em que a empresa gasta maior volume de recursos é com o monitoramento ambiental (23,5%), seguido da limpeza das gancheiras de pintura (22,7%) e da operação da ETE (18,5%). A Figura 39 apresenta a representatividade das atividades ambientais na empresa estudada.

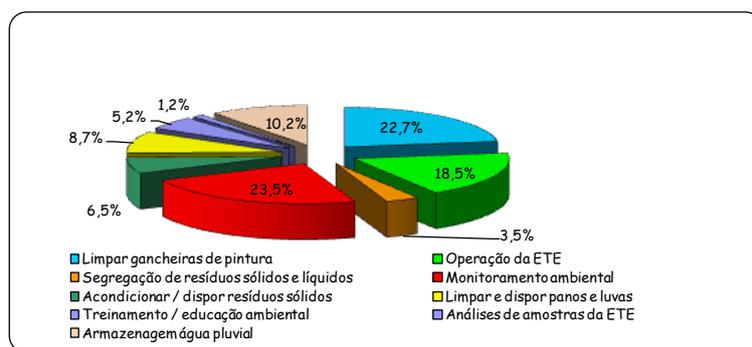


Figura 39 - Representatividade das Atividades Ambientais na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Ao analisar mais especificamente as atividades mais caras, constata-se que estas consistem no monitoramento ambiental e na limpeza das gancheiras de pintura. O



monitoramento ambiental é realizado por uma empresa terceirizada, a qual oferece o suporte necessário para a adequação das atividades operacionais à legislação ambiental. A limpeza das gancheiras de pintura igualmente é realizada por empresa terceirizada, em função da maior facilidade operacional evidenciada para tanto.

Ao analisar a intensidade da utilização de recursos para o desenvolvimento das atividades ambientais, observa-se que a maior parte dos recursos da empresa são gastos com serviços de terceiros (61,3%), com depreciação (25,6%) e com mão-de-obra de manutenção (4,4%). A Figura 40 apresenta a representatividade dos recursos consumidos nas atividades ambientais na empresa analisada.

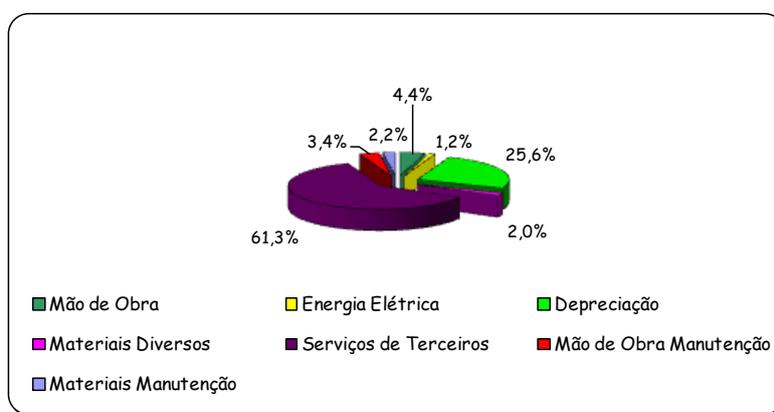


Figura 40 – Representatividade dos Recursos Para as Atividades Ambientais na Piva Comércio e Indústria Ltda.

O serviço de terceiros é o recurso utilizado com maior intensidade, estando esse recurso presente em 5 das 9 atividades de cunho ambiental desenvolvidas pela empresa. Observa-se que as atividades que apresentam maiores valores para sua realização foram terceirizadas pela empresa, em função da complexidade que as mesmas apresentavam. Assim, em função desse fato, a empresa pôde concentrar seus esforços em sua atividade principal, sem desconsiderar os fatores ambientais que envolvem a atividade operacional.

5.2.1.2 Determinação do Resultado das Ações Internas

A reciclagem é uma das técnicas relacionadas à preservação ambiental observada na empresa estudada. A empresa apresenta uma estrutura que realiza segregação dos resíduos gerados no processo produtivo e nas demais dependências da



organização. Resíduos como plásticos, papelão e metal resultantes do processo produtivo são separados, acondicionados e vendidos, gerando uma receita para a empresa. No setor administrativo, a empresa conta com um picotador de papel, onde os papéis (depois de utilizadas as duas faces do papel) são picotados e encaminhados para a reciclagem. No período analisado, a empresa apresentou uma receita com venda desses itens de R\$ 160,00.

Com relação às lâmpadas usadas, a empresa necessitou encaminhar para reciclagem apenas 38 unidades durante os 18 anos de funcionamento, sendo, portanto, o custo mensal do mesmo considerado insignificante. A empresa envia seus resíduos para um ARIP, onde são acondicionados os resíduos Classe I e Classe II. Entretanto, em função de melhorias introduzidas no processo produtivo, o volume de resíduos enviados para o aterro foi reduzido consideravelmente. A quantidade de resíduos enviada para aterro é dada na Tabela 4.

Tabela 4 - Volume Anual de Resíduos Apresentado Pela Piva Comércio e Indústria Ltda.

	1999	2000	2001	2003	2005
Resíduos Classe I	1,50 m ³	0,25 m ³	0,45 m ³	4,60 m ³	5,76 m ³
Resíduos Classe II	7,50 m ³	2,80 m ³	2,77 m ³	7,20 m ³	7,76 m ³
Lâmpadas	-	-	24 unidades	14 unidades	-

A empresa implementou melhorias ao longo do processo produtivo, nos mais variados níveis. As instalações foram modernizadas em função da nova unidade fabril, possibilitando a utilização da fosfatização por *spray*, fator este que propiciou a diminuição do volume de resíduos Classe II decorrentes da borra de fosfatização. No mesmo sentido, ações de produção mais limpa proporcionaram redução no volume de resíduos Classe I decorrentes do plástico contaminado com óleo vegetal e dos panos e luvas. Assim, nos últimos 30 meses de funcionamento, a empresa apresentou a geração de 1 m³ de resíduo Classe II, enquanto a geração de resíduo Classe I foi eliminada. Assim, os gastos mensais, no período analisado, com envio de resíduos para estocagem em aterro ficaram bastante reduzidos.

Em função de a empresa Piva ser uma das empresas instituidoras da central de resíduos sólidos industriais de Bento Gonçalves, a mesma é isenta da taxa de manutenção dos resíduos lá estocados, pagando apenas pelo envio dos resíduos.



Com base nas práticas desenvolvidas na empresa Piva, o resultado das mesmas é dado na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultado das Ações Internas na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Receita de Venda de Reciclagem	(R\$ 160,00)
Disposição de Resíduos Classe II	R\$ 61,53
Total Mensal	(R\$ 98,47)

Para o cálculo dos valores de disposição dos resíduos Classe II, em função do baixo volume de resíduos enviado no momento e da ausência de envio nos últimos meses, foi realizada uma média de envio dos resíduos realizados pela empresa, acrescidos do frete correspondente.

Assim, observa-se que o valor da receita mensal supera o valor necessário para a disposição dos resíduos, resultando assim em um resultado positivo para a organização referente a tais práticas.

5.2.1.3 Determinação das Taxas Relacionadas ao Meio Ambiente

Em decorrência da atividade operacional da empresa, várias são as legislações relacionadas a distintos órgãos que impõem a cobrança de taxas relacionadas à fiscalização e monitoramento das atividades vinculadas ao meio ambiente. Dentre os valores envolvidos neste segmento, observa-se valores devidos ao Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) e à Fepam. Com relação a esta última, a empresa necessita despender recursos referentes à Licença Prévia (LP) e à Licença de Instalação (LI), valores estes que são pagos no início das atividades da empresa. Como nas demais projeções realizadas nesse modelo, tais taxas serão consideradas em um período de 10 anos. Ainda no âmbito estadual, a empresa Piva necessita realizar o pagamento da Licença de Operação (LO), a qual é válida por um período de 4 anos. Na esfera federal, evidencia-se a taxa devida ao Ibama, taxa esta que deve ser renovada a cada 3 meses. Apesar de a empresa possuir uma estação de efluentes líquidos, a mesma não demanda uma grande complexidade em sua operacionalização, em função da baixa toxicidade do efluente tratado na mesma. Como



consequência, não é necessária a utilização de ácido sulfúrico, o qual é controlado pela Polícia Federal, não necessitando despendido, assim, a taxa específica para tanto. A Tabela 6 apresenta os valores mensais equivalentes despendidos com taxas de órgãos vinculados ao meio ambiente na empresa estudada.

Tabela 6 - Taxas Relacionadas ao Meio Ambiente na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Licença Prévia (LP) – Fepam	R\$ 16,20
Licença de Instalação (LI) - Fepam	R\$ 44,32
Licença de Operação (LO) - Fepam	R\$ 103,67
Taxa Controle Fiscalização Ambiental Ibama	R\$ 150,00
Total Mensal	R\$ 314,19

Com a aplicação da metodologia proposta pelo MEGA, constatou-se que a empresa apresenta gastos relacionados com a atividade ambiental divididos em três grupos distintos, os quais estão analisados nos itens anteriores e agrupados na Tabela 7.

Tabela 7 - Composição dos Custos Operacionais Ambientais na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Custo das atividades ambientais	R\$ 2.294,19
Resultados ambientais em decorrência de ações internas	(R\$ 98,47)
Taxas relacionadas com o meio ambiente	R\$ 314,19
Custo Operacional Ambiental	R\$ 2.509,91

Das atividades realizadas na empresa estudada, nove são voltadas a evitar, direta ou indiretamente, impactos ao meio ambiente. A atividade ambiental mais onerosa para a empresa é o monitoramento ambiental, seguida da operação limpeza nas gancheiras de pintura e da limpeza e a armazenagem da água pluvial. Essas três atividades juntas representam 56,4% do custo total das atividades ambientais da empresa estudada.

Ao analisar os recursos utilizados no desempenho das atividades, os valores que mais oneraram as mesmas referem-se ao serviço de terceiros, a depreciação e a mão-de-obra, valores estes que, somados, representam 91,2% dos recursos utilizados nas atividades ambientais. Destaca-se que o serviço de terceiros é o recurso que é observado com mais frequência no desenvolvimento das atividades ambientais.



Na observação das técnicas relacionadas a questões ambientais implantadas na empresa estudada ou em outras pertencentes à cadeia produtiva moveleira, constata-se que a introdução das mesmas na organização propiciou uma racionalização no consumo dos recursos naturais, de maneira direta ou indireta, além de apresentar um impacto direto nos custos da organização. Sendo assim, novamente fica ressaltada a relação positiva existente entre políticas ambientais empresariais e os custos de produção, fator que ressalta a relevância da análise dos custos ambientais em empresas.

Fica evidente que a empresa, caso opte em não despendar tais valores para o tratamento das questões ambientais, terá seus custos reduzidos no curto prazo, uma vez que não necessitará desembolsar valores referentes a tais rubricas. Entretanto, no médio ou longo prazo, a empresa estará sujeita às sanções previstas na legislação dos órgãos fiscalizadores, onde eventuais penalizações muitas vezes inviabilizam a continuidade do negócio.

5.2.2 Evidenciação da Contabilidade Ambiental

Como parte integrante do MEGA, a evidenciação das informações ambientais através da contabilidade ambiental, com base na estrutura apresentada na Figura 23, é apresentada na Figura 41. Para a obtenção dos dados, os custos ambientais e as receitas ambientais foram compilados com base nos elementos oriundos da fase da determinação dos custos ambientais e os valores obtidos em cada passo.

O valor do estoque de insumos constante no ativo circulante foi obtido com base nos produtos químicos utilizados para o tratamento dos efluentes líquidos na ETE. O ativo permanente e a correspondente depreciação acumulada foi segregado dos registros já existentes na estrutura contábil tradicional da empresa, evidenciando os equipamentos existentes que apresentam interface com a proteção ambiental. No caso em tela, foram considerados os equipamentos referentes à estação de tratamento de efluentes e da cisterna para acumulação de água pluvial.

Os resíduos estocados em ARIP, classificados no passivo exigível a longo prazo em função do prazo estimado de realização, foram avaliados em função do volume de resíduos enviado para aterro, separados por classe de resíduos, e o valor referente a tal disposição (custo de disposição e frete para envio). Apesar da empresa não estar efetivamente devendo esse valor monetário, tal fato se justifica em função de, conforme



preconizado no Direito Ambiental, a empresa ser eternamente responsável pelos resíduos que produz.

BALANCETE AMBIENTAL			
ATIVO AMBIENTAL		PASSIVO AMBIENTAL	
<u>Circulante</u>	<u>R\$ 112,20</u>	<u>Exigível a Longo Prazo</u>	<u>R\$ 11.249,74</u>
Estoques de Insumos	R\$ 112,20	Resíduos Estocados em ARIP	R\$ 11.249,74
<u>Permanente</u>	<u>R\$ 41.800,00</u>		
Imobilizado Ambiental	R\$ 55.000,00		
(-) DAC	(R\$ 13.200,00)		
CUSTOS AMBIENTAIS		RECEITAS AMBIENTAIS	
<u>Custo Atividades Ambientais</u>	<u>R\$ 2.294,19</u>	<u>Receitas</u>	<u>R\$ 160,00</u>
Limpar gancheras de pintura	R\$ 520,00	Receita Vendas para Reciclagem	R\$ 160,00
Operação da ETE	R\$ 425,09		
Segregação de resíduos sólidos e líquidos	R\$ 79,80		
Monitoramento ambiental	R\$ 540,00		
Acondicionar / dispor resíduos sólidos	R\$ 148,37		
Limpar e dispor panos e luvas	R\$ 200,00		
Treinamento / educação ambiental	R\$ 120,00		
Armazenagem água pluvial	R\$ 234,27		
Análises de amostras da ETE	R\$ 26,67		
<u>Custos com Disposição</u>	<u>R\$ 61,53</u>		
Disposição de Resíduos em Aterro	R\$ 61,53		
<u>Taxas Relacionadas ao Meio Ambiente</u>	<u>R\$ 314,19</u>		
Taxas Órgãos Federais	R\$ 150,00		
Taxas Órgãos Estaduais	R\$ 164,19	<u>Situação Patrimonial Ambiental</u>	<u>R\$ 33.172,37</u>
TOTAL	R\$ 44.582,11	TOTAL	R\$ 44.582,11

Figura 41 - Balancete Mensal Ambiental na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Como resultado do balancete estruturado, observa-se que o valor das receitas mensais é menor do que o valor dos custos mensais. Entretanto, apesar do prejuízo mensal evidenciado no valor de R\$ 2.509,91, destaca-se o valor potencial da situação ambiental como sendo positivo, ao considerar todos os elementos patrimoniais e de resultado que apresentam relação com as questões ambientais.

Com a estruturação das informações ambientais através da contabilidade ambiental, torna-se possível atender às demandas de evidenciação de informações nesse sentido, conforme postulado pela Norma Brasileira de Contabilidade - NBC T 15. Posteriormente, os valores apresentados na contabilidade ambiental podem ser objeto de auditoria ambiental, onde os procedimentos podem ser conduzidos conforme as Notas e Pareceres de Auditoria - NPA 11 do Ibracon.

Além dos valores evidenciados, destaca-se a existência de valores intangíveis que afetam a situação ambiental da empresa. Tais valores podem ser oriundos de



situações potenciais (como no caso evidenciado dos resíduos enviados para aterro) ou de valores de mensuração imaterial (como no caso da perda de reputação da empresa em função de um acidente ambiental).

5.3 ETAPA 3 - AVALIAÇÃO DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

Depois de levantadas as informações ambientais da empresa, nesta etapa são realizadas avaliações de tais informações. Conforme apresentado na estrutura geral do MEGA, são realizadas análises relativas aos custos da qualidade ambiental, análises de caráter monocriterial, de caráter multicriterial e de benefício-custo na empresa Piva.

5.3.1 Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental

Nesta fase são determinados os custos da qualidade ambiental, conforme seqüência apresentada na Figura 24.

Para a determinação de tais custos, foram analisadas as atividades ambientais desenvolvidas na empresa no item 5.2.1.1. Em tal seqüência, foram evidenciadas as atividades ambientais desenvolvidas na Piva Comércio e Indústria Ltda. que apresentam interface com a proteção ambiental.

Assim, depois de identificadas as atividades desenvolvidas, as mesmas necessitam ser classificadas na ótica dos custos da qualidade ambiental, conforme apresentado na Figura 10. Assim, foram identificados os custos de tais atividades, classificando-os em custos de prevenção, avaliação, falhas internas e falhas externas.

Além das atividades ambientais, foram obtidos os elementos dos custos ambientais inerentes à qualidade ambiental que se apresentam nas demais análises realizadas na empresa Piva, como os resultados ambientais em decorrência de ações internas e as taxas relacionadas ao meio ambiente. Finalizando essa coleta de dados, o valor dos resíduos estocados em ARIP foi obtido da contabilidade ambiental e classificado como um custo das falhas externas, uma vez que a existência de resíduos acumulados em aterro traz associada a responsabilidade da empresa sobre os mesmos.

Dessa forma, os resultados obtidos nesse sentido na empresa Piva Comércio e Indústria são apresentados na Figura 42.



<u>PREVENÇÃO</u>	<u>R\$ 668,46</u>
Treinamento / educação ambiental	R\$ 120,00
Licença de operação (LO) - Fepam	R\$ 103,67
Licença prévia (LP) - Fepam	R\$ 16,20
Licença de Instalação (LI) - Fepam	R\$ 44,32
Taxa controle fiscalização ambiental IBAMA	R\$ 150,00
Armazenagem água pluvial	R\$ 234,27
<u>CORREÇÃO</u>	<u>R\$ 1.009,70</u>
Limpar gancheiras de pintura	R\$ 520,00
Segregação de resíduos sólidos e líquidos	R\$ 79,80
Acondicionar / dispor resíduos sólidos	R\$ 148,37
Limpar e dispor panos e luvas	R\$ 200,00
Disposição resíduos Classe II	R\$ 61,53
<u>CONTROLE</u>	<u>R\$ 991,75</u>
Monitoramento ambiental	R\$ 540,00
Análises de amostras da ETE	R\$ 26,67
Operação da ETE	R\$ 425,09

Figura 42 - Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Depois de apurados e agrupados os valores, os mesmos podem ser analisados na ótica dos custos da qualidade ambiental. A Figura 43 apresenta a composição relativa dos custos ambientais na Piva Comércio e Indústria Ltda.

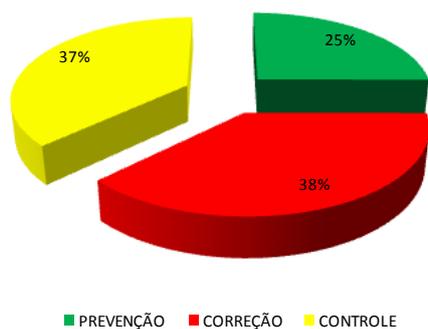


Figura 43 - Composição dos Custos da Qualidade Ambiental na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Observa-se que a maior parcela dos custos da qualidade ambiental na empresa estudada é relativa às atividades de correção, seguido das atividades de controle, representado as mesmas 75% dos custos da qualidade ambiental na empresa Piva.



Nesse grupo podem ser ainda considerados os aspectos intangíveis da qualidade gestão ambiental do ambiente organizacional. Entretanto, em função das definições de escopo deste modelo, tais aspectos não são considerados neste trabalho.

Destaque especial deve ser dado à relevância das mudanças introduzidas pela empresa no processo produtivo, as quais tiveram inferência direta sobre os custos analisados nesse grupo. Assim, pode ser afirmado que, caso as mesmas não tivessem sido operacionalizadas, os custos da qualidade ambiental teriam seus valores significativamente majorados.

Destaca-se que quanto mais a empresa investir em ações de prevenção e de avaliação, conforme apresentado na Figura 42, menores serão os riscos de a empresa apresentar situações de responsabilidades que agora são intangíveis. Contudo, apesar da relevância destes fatores, em função do escopo proposto no modelo apresentado nesta tese, tais valores não integram as análises efetuadas.

5.3.2 Análise Econômica Monocriterial

Nesta fase são realizadas análises conforme apresentado na Figura 25. Nesse sentido, são utilizadas ferramentas como o VPL, a TIR e o *Payback*. Para a análise das informações ambientais utilizando as técnicas monocriteriais de análise, são abordados o caso da implantação da cisterna para captação de água, o caso da substituição do produto de proteção do arame e o caso da implantação da linha de fosfatização por *spray* na empresa estudada. Nesse sentido, são analisados esses dois casos em função de os mesmos terem necessitado a realização de investimentos em ativos tangíveis, onde pode ser realizadas análises de viabilidade da realização dos mesmos.

5.3.2.1 Análise do Caso da Cisterna

Com base nas características específicas da implantação da cisterna nas dependências da empresa, conforme apresentado no item 5.1.2.1, analisa-se a viabilidade da implementação deste investimento ambiental. Em um primeiro momento, é analisado o valor presente líquido (VPL) deste investimento. Tal análise é realizada confrontando o valor inicial do investimento, os fluxos de valores inerentes a tal



investimento e o valor residual. Nesse caso, a não-necessidade de aquisição de água da rede pública foi considerada no cálculo realizado. Utiliza-se, ainda, a taxa mínima de atratividade (TMA) de 12% ao ano para a obtenção dos valores no mesmo momento de tempo. Para a operacionalização do VPL, foi estruturada a Tabela 8, a qual está baseada na lógica apresentada na Equação (4).

Tabela 8 - Análise do VPL no Caso da Cisterna na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Período	Investimento Inicial	Não-Aquisição Água	Valor Residual	Fluxo de Caixa
0	(R\$ 20.000,00)			(R\$ 20.000,00)
1		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
2		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
3		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
4		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
5		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
6		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
7		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
8		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
9		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
10		R\$ 4.403,60	R\$ 500,00	R\$ 4.903,60
VPL				R\$ 5.042,30

Com base nos dados obtidos, observa-se a evidenciação de um VPL positivo (antes dos impostos) para o período analisado, o que indica a viabilidade da realização desse investimento através deste critério. Destaca-se, ainda, que o período projetado para essa análise foi de 10 anos, em função da necessidade de comparabilidade deste investimento com os demais analisados neste trabalho. Entretanto, em função das características específicas deste investimento, é fato de que a cisterna apresenta uma duração superior a esse período. Contudo, deve ser evidenciado que tal análise, se realizada para um período de tempo superior a 10 anos, evidenciaria um VPL ainda maior, o que igualmente justifica a realização do investimento na cisterna.

Outra técnica de análise econômica monocriterial utilizada no MEGA é a taxa interna de retorno (TIR), a qual evidencia a taxa obtida no investimento realizado. Para a determinação da TIR, foram confrontados o valor do investimento, o valor residual e os custos de manutenção em um período de 10 anos, estando o cálculo evidenciado na Tabela 9.



Tabela 9 - Análise da TIR no Caso da Cisterna na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Período	Investimento Inicial	Não-Aquisição Água	Valor Residual	Fluxo de Caixa
0	(R\$ 20.000,00)			(R\$ 20.000,00)
1		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
2		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
3		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
4		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
5		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
6		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
7		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
8		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
9		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60
10		R\$ 4.403,60	R\$ 500,00	R\$ 4.903,60
TIR				17,84%

Conforme os dados obtidos, constata-se que o investimento na cisterna é considerado viável pelo critério da TIR, em função de a mesma apresentar uma taxa positiva no período analisado (antes dos impostos).

Finalizando as ferramentas de análise econômica monocriterial propostas pelo MEGA, é realizada a análise do *payback* com atualização. Para a realização dessa análise, foi estruturado na Tabela 10 o fluxo de caixa para o período de 10 anos considerando o valor do investimento inicial, os custos anuais de manutenção e o valor residual estimado, além de uma TMA de 12% ao ano.

Tabela 10 - Análise do *Payback* com Atualização no Caso da Cisterna na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Período	Investimento Inicial	Não-Aquisição Água	Valor Residual	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Atualizado
0	(R\$ 20.000,00)			(R\$ 20.000,00)	(R\$ 20.000,00)
1		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60	(R\$ 17.996,40)
2		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60	(R\$ 15.752,37)
3		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60	(R\$ 13.239,05)
4		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60	(R\$ 10.424,14)
5		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60	(R\$ 7.271,44)
6		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60	(R\$ 3.740,41)
7		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60	R\$ 214,34
8		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60	R\$ 4.643,66
9		R\$ 4.403,60		R\$ 4.403,60	R\$ 9.604,49
10		R\$ 4.403,60	R\$ 500,00	R\$ 4.903,60	R\$ 15.660,63
Payback com atualização (em anos)					7,0

Observa-se que o investimento realizado na cisterna é recuperado em 7 anos. Com base nas análises econômicas monocriteriais realizadas, fica evidenciada a



viabilidade de utilização da cisterna para o armazenamento da água pluvial. Tal viabilidade se justifica em função de tal investimento apresentar um valor presente líquido positivo de R\$ 5.042,30, evidenciando assim a viabilidade de tal investimento. No mesmo sentido, esse caso apresentou uma taxa de 17,84%, valor este que, além de representativo, se apresenta em valor superior à TMA utilizada, evidenciando novamente a viabilidade na realização desse investimento ambiental. Restou evidenciado ainda o prazo de recuperação desse investimento, apurado em quatro anos e meio. Assim, resta evidenciada a relevância desse investimento, o qual é recuperado em um prazo curto e com alta rentabilidade, atendendo satisfatoriamente a todos os requisitos monocriteriais analisados. Além disso, deve ser evidenciado que tal investimento, em função das características específicas da cisterna, apresentará efeitos positivos para a empresa em um período superior a 10 anos, prazo este utilizado para as análises realizadas. Destaca-se, além disso, que além da viabilidade econômica apurada, o mesmo apresenta valores intangíveis inerentes à questão ambiental, os quais não são apurados nesse modelo. Esses valores poderiam, eventualmente, ser incorporados ao fluxo pela consideração de valores compensatórios equivalentes.

5.3.2.2 Análise do Caso da Linha de *Spray*

Analisa-se agora o caso da implantação da linha de fosfatização por *spray* na empresa Piva. Quando da implantação de tal sistema, o mesmo veio suceder ao processo anterior que utilizava tanques para a imersão de peças para a fosfatização. A Tabela 11 apresenta o cálculo do valor presente líquido (VPL), o qual indica qual o valor líquido do investimento trazido para o momento atual. Para tal determinação, foi estruturado o fluxo de caixa contendo as vantagens inerentes ao sistema utilizado.

Observa-se que, para a estruturação do fluxo de caixa necessário para a determinação do VPL, foi apurado o gasto economizado com o tratamento de efluentes quando da implantação da linha de *spray*, uma vez que os mesmos foram consideravelmente reduzidos. No mesmo sentido, uma vez que o sistema gera menos resíduos, foi apurada a redução no gasto com a armazenagem desses resíduos. Finalizando, foi determinado o valor equivalente ao ganho de produtividade apresentado pelo sistema de *spray*, comparado sempre com as práticas realizadas com os tanques de fosfatização.



Tabela 11 - Análise do VPL na Implantação da Linha de *Spray* na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Período	Investimento Inicial	Redução no Gasto com Tratamento de Efluentes	Redução no Gasto com Armazenagem de Resíduos	Ganho de Produtividade	Valor Residual	Fluxo de Caixa
0	(R\$ 350.000,00)					(R\$ 350.000,00)
1		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
2		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
3		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
4		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
5		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
6		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
7		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
8		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
9		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
10		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 30.000,00	R\$ 92.604,39
VPL						R\$ 13.387,97

Conforme evidenciado, justifica-se a realização do investimento na linha de *spray* através da análise do VPL (antes dos impostos), tendo em vista a mesma apresentar um valor positivo em sua análise.

Na seqüência, analisa-se a viabilidade de realização de tal investimento com base na taxa de retorno evidenciada pelo mesmo. Utilizando o mesmo fluxo estruturado anteriormente, a Tabela 12 apresenta a evidenciação da TIR no caso da linha do *spray*.

Tabela 12 - Análise da TIR na Implantação da Linha de *Spray* na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Período	Investimento Inicial	Redução no Gasto com Tratamento de Efluentes	Redução no Gasto com Armazenagem de Resíduos	Ganho de Produtividade	Valor Residual	Fluxo de Caixa
0	(R\$ 350.000,00)					(R\$ 350.000,00)
1		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
2		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
3		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
4		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
5		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
6		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
7		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
8		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
9		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39
10		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 30.000,00	R\$ 92.604,39
TIR						12,90%



Ao analisar a taxa inserida nesse investimento, ficou ressaltada a viabilidade na realização do mesmo, tendo em vista a TIR obtida (antes dos impostos) se apresentar superior à TMA utilizada na análise.

Na realização da análise monocriterial, outra técnica sugerida pelo MEGA é a utilização do *payback* com atualização. A Tabela 13, nesse sentido, apresenta a estruturação do cálculo em questão.

Tabela 13 - Análise do *Payback* com Atualização na Implantação da Linha de *Spray* na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Período	Investimento Inicial	Redução no Gasto com Tratamento de Efluentes	Redução no Gasto com Armazenagem de Resíduos	Ganho de Produtividade	Valor Residual	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Atualizado
0	(R\$ 350.000,00)					(R\$ 350.000,00)	(R\$ 350.000,00)
1		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39	(R\$ 329.395,61)
2		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39	(R\$ 306.318,69)
3		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39	(R\$ 280.472,54)
4		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39	(R\$ 251.524,86)
5		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39	(R\$ 219.103,45)
6		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39	(R\$ 182.791,47)
7		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39	(R\$ 142.122,05)
8		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39	(R\$ 96.572,31)
9		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39		R\$ 62.604,39	(R\$ 45.556,59)
10		R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 30.000,00	R\$ 92.604,39	R\$ 41.581,01
Payback com atualização (em anos)							9,5

Em função do *payback* com atualização da empresa ter evidenciado um tempo de recuperação do investimento de 9 anos e 6 meses, observa-se que este projeto é recuperado no lapso de tempo apresentado. Destaca-se que, neste caso, o prazo de recuperação do investimento é muito próximo daquele utilizado como tempo total de análise do projeto em questão.

5.3.2.3 Comparação Entre os Casos Analisados

Depois de estruturadas as análises de caráter monocriterial no caso da cisterna e no caso da linha de *spray*, onde foram obtidos resultados distintos nos dois casos analisados, algumas comparações são passíveis de realização. Assim, a Tabela 14 apresenta um resumo com as técnicas utilizadas nos dois casos analisados.



Tabela 14 - Resumo das Técnicas de Análise Monocriterial na Piva Comércio e Indústria Ltda.

	VPL	TIR	Payback
Caso Cisterna	R\$ 5.042,30	17,84%	7,0 anos
Caso Spray	R\$ 13.387,97	12,90%	9,5 anos

O investimento realizado na cisterna apresentou um VPL menor do que aquele realizado na linha de *spray*. Entretanto, observa-se uma maior rentabilidade e um prazo de retorno do investimento menor no investimento da cisterna. Assim, pode-se concluir que, quando comparados os dois investimentos através das análises monocriteriais, o investimento na linha de *spray* apresenta um maior retorno à empresa, apresentando-se este, entretanto, em um prazo de tempo maior.

Destaca-se, ainda, o fato de o *payback* com atualização do caso do *spray* ter apresentado um prazo de recuperação do investimento quase igual ao total do período analisado. Tal fato se deve em função de a TIR deste caso se apresentar muito próxima à TMA. Para todos os casos analisados, foi utilizada uma TMA de 12% ao ano. Entretanto, no caso específico do *spray*, destaca-se que o mesmo continua sendo viável em um período de 10 anos se a TMA for menor do que 19,68% ao ano.

Apesar de os dois investimentos ambientais terem se apresentado viáveis através das análises monocriteriais, os mesmos apresentam, ainda, vantagens intangíveis, as quais não são passíveis de mensuração através das ferramentas monocriteriais de análise utilizadas. Entretanto, destaca-se que as mesmas representam vantagens para a empresa, justificando, mais uma vez, a relevância na realização de tais investimentos ambientais.

Ressalta-se que as análises realizadas com o VPL e com a TIR foram antes dos impostos, tendo em vista o intuito de evidenciar unicamente o reflexo de tais investimentos nas questões ambientais da empresa. Entretanto, no caso da Piva, os reflexos dos impostos não apresentam representatividade, tendo em vista a empresa ser optante pelo Lucro Presumido, opção esta em que o volume de custos e despesas não interfere no montante a ser recolhido de tributos.

5.3.3 Análise Econômica Multicriterial

Como observado na fase anterior, o caso da linha de *spray*, em função das análises econômicas monocriteriais realizadas, apresentou resultados que poderiam



induzir a não-realização de tal investimento. Assim, para explorar mais a análise sobre este investimento, foram realizadas análises de caráter multicriterial sobre o mesmo. Dessa maneira, a metodologia do Processo Hierárquico de Análise (AHP) foi utilizada no auxílio no processo decisório. Para tanto, com base nas discussões realizadas no ecotime, inicialmente foram definidos os critérios que eram relevantes para a gestão ambiental na organização, quando diante de um processo de decisão de investimento. O primeiro critério apresentado foi a necessidade de minimização do custo operacional por parte da empresa. Na seqüência, o atendimento à legislação no projeto a ser implementado igualmente foi apresentado como fundamental. Finalmente, o ecotime considerou relevante a agilidade no processo fabril oferecida pelas alternativas comparadas. Posteriormente, tais critérios foram comparados de maneira pareada entre si, cujos resultados de tal análise estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Matriz de Comparação Entre os Critérios do Método AHP na Piva Comércio e Indústria Ltda.

CRITÉRIOS	Minimizar Custo Operacional	Atendimento à Legislação	Agilidade no Processo Fabril
Minimizar Custo Operacional	1,00	3,00	0,20
Atendimento à Legislação	0,33	1,00	0,20
Agilidade no Processo Fabril	5,00	5,00	1,00
SOMA	6,33	9,00	1,40

O próximo passo para a operacionalização do Processo Hierárquico de Análise (AHP) na definição de projetos de cunho ambiental é a normalização dos pesos atribuídos para cada critério. Para tanto, deve-se dividir cada entrada da matriz apresentada na Tabela 15 pela soma das entradas de sua coluna respectiva. Assim, a Tabela 16 apresenta os pesos normalizados para cada critério, os quais revelam a importância atribuída pela empresa para cada critério envolvido na análise.

Tabela 16 - Normalização dos Pesos dos Critérios na Piva Comércio e Indústria Ltda.

CRITÉRIOS	Minimizar Custo Operacional	Atendimento à Legislação	Agilidade no Processo Fabril	Peso ω
Minimizar Custo Operacional	0,1579	0,3333	0,1429	0,2114
Atendimento à Legislação	0,0526	0,1111	0,1429	0,1022
Agilidade no Processo Fabril	0,7895	0,5556	0,7143	0,6864
SOMA	1,0000	1,0000	1,0000	



A média das normalizações de cada critério ω_i indica a estimativa de peso a ser utilizada para cada critério, quando confrontados com os projetos oferecidos e estabelecida a decisão de investimento. Nesse sentido, observa-se que o critério que a empresa evidencia como sendo prioritário na questão de análise de investimento ambiental é a agilidade no processo fabril, seguido pela minimização no custo operacional como sendo o critério apresentado como imediatamente mais importante.

Um fator imprescindível quando da determinação da matriz de critérios é a verificação da consistência da matriz determinada. A matriz de critérios (Tabela 15), quando multiplicada pelos pesos (ω_i) determinados na Tabela 17, evidencia o vetor de pesos.

Tabela 17 - Determinação do Vetor dos Pesos no Método AHP na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Minimizar Custo Operacional	0,6552
Atendimento à Legislação	0,3099
Agilidade no Processo Fabril	2,2542

Após isso, é realizado o cálculo do *lâmbda* máximo ($\lambda_{máx}$). Tal índice é determinado através da média dos valores obtidos através da divisão do valor de cada peso pelo valor de cada autovetor (ω_i), o que resulta em $\lambda_{máx} = 3,1389$. O Índice de Consistência (IC) é determinado por $(\lambda_{máx} - n)/(n-1)$. No estudo de caso realizado, o IC foi de 0,0695. No caso analisado, considerando um IR de 0,9, o grau de consistência é de 0,0772. Tendo em vista este indicador, considerado consistente quando apresentado menor ou igual a 0,1, evidencia que a matriz encontrada está suficientemente ajustada para a realização das análises desejadas.

Para a seqüência da metodologia, necessita-se determinar o quão bem cada projeto apresentado à empresa satisfaz ou impacta em cada critério. No exemplo analisado, são analisados dois projetos distintos. O primeiro deles é um projeto de implementação das cabines de fosfatização por *spray*. Essa alternativa é confrontada diante da alternativa existente na empresa até então, onde a fosfatização era realizada com o uso de tanques de imersão. Para tanto, é construída uma matriz de comparação, comparando os projetos entre si de maneira pareada, analisando cada um dos critérios estabelecidos. É realizada a comparação entre os projetos de maneira pareada com



relação a esta variável, analisando o quanto cada projeto é melhor ou pior do que outro com relação ao critério. A matriz definida pela empresa que evidencia a minimização do custo operacional nos dois projetos apresentados é apresentada na Tabela 18.

Tabela 18 - Relacionamento dos Projetos com a Minimização do Custo Operacional na Piva Comércio e Indústria Ltda.

	Cabine de <i>Spray</i>	Tanques de Fosfatização
Cabine de <i>Spray</i>	1,00	3,00
Tanques de Fosfatização	0,33	1,00
SOMA	1,33	4,00

Para a determinação do impacto de cada projeto apresentado sobre o atendimento à legislação, necessitou-se normalizar a matriz apresentada, onde é possível determinar o peso de cada atributo, conforme apresentado na Tabela 19.

Tabela 19 - Matriz Normalizada da Minimização do Custo Operacional na Piva Comércio e Indústria Ltda.

	Cabine de <i>Spray</i>	Tanques de Fosfatização	Peso ω
Cabine de <i>Spray</i>	0,75	0,75	0,7500
Tanques de Fosfatização	0,25	0,25	0,2500
SOMA	1,00	1,00	

Conforme os dados apresentados observa-se que a alternativa de utilização da cabine de *spray* é o projeto que apresenta um maior impacto sobre o critério de minimização do custo operacional definido pela empresa, tendo em vista este ter apresentado o maior peso referente a este critério.

No mesmo sentido, a matriz que representa a interação entre o atendimento à legislação nos dois apresentados para a empresa, seguindo a lógica de determinação do AHP é dada conforme matriz apresentada na Tabela 20.

Tabela 20 - Relacionamento dos Projetos com o Atendimento à Legislação na Piva Comércio e Indústria Ltda.

	Cabine de <i>Spray</i>	Tanques de Fosfatização
Cabine de <i>Spray</i>	1,00	7,00
Tanques de Fosfatização	0,14	1,00
SOMA	1,14	8,00



Na seqüência, é determinada a matriz normalizada e o peso de cada atributo está apresentado na Tabela 21.

Tabela 21 - Matriz Normalizada do Atendimento à Legislação na Piva Comércio e Indústria Ltda.

	Cabine de <i>Spray</i>	Tanques de Fosfatização	Peso ω
Cabine de <i>Spray</i>	0,88	0,88	0,8750
Tanques de Fosfatização	0,13	0,13	0,1250
SOMA	1,00	1,00	

Com base nos dados apresentados, constata-se que o projeto que apresenta um atendimento mais satisfatório aos critérios de atendimento à legislação definido pela empresa é o projeto de introdução da cabine de *spray*, em virtude deste projeto ter apresentado um peso (ω) maior do que o outro projeto.

Da mesma forma como realizado com os critérios anteriores, deve ser realizada uma matriz de comparação entre os dois projetos analisados, avaliando quanto cada um contribui para aumentar a agilidade no processo fabril, realizando para tanto uma comparação pareada entre tais projetos. O estabelecimento da matriz referente à agilidade do processo fabril obedeceu aos mesmos procedimentos já apresentados nos critérios anteriores, cujos resultados estão evidenciados na Tabela 22.

Tabela 22 - Relacionamento dos Projetos com a Agilidade no Processo Fabril na Piva Comércio e Indústria Ltda.

	Cabine de <i>Spray</i>	Tanques de Fosfatização
Cabine de <i>Spray</i>	1,00	9,00
Tanques de Fosfatização	0,11	1,00
SOMA	1,11	10,00

No mesmo sentido, a tabela normalizada referente aos resultados obtidos com essa matriz é dada conforme apresentado na Tabela 23.

Tabela 23 - Matriz Normalizada da Agilidade no Processo Fabril na Piva Comércio e Indústria Ltda.

	Cabine de <i>Spray</i>	Tanques de Fosfatização	Peso ω
Cabine de <i>Spray</i>	0,90	0,90	0,9000
Tanques de Fosfatização	0,10	0,10	0,1000
SOMA	1,00	1,00	



Conforme os dados apresentados, a alternativa de utilização das cabines de *spray* é a que apresenta resultados mais satisfatórios de agilidade no processo fabril no escopo do gerenciamento ambiental da organização, em virtude de ter apresentado um peso maior do que o outro projeto. Com base nos resultados obtidos, constata-se que o projeto de utilização da cabine de *spray* se destaca em todos os requisitos. Dessa forma, depois de definidos os pesos (ω) nas alternativas de projetos apresentados à empresa, é possível definir a matriz de priorização de tais projetos com base nos dados obtidos na análise pelo método AHP. Para tanto, é realizada uma relação entre o peso dos critérios com o peso dos atributos analisados, conforme apresentado na Tabela 24.

Tabela 24 - Matriz de Decisão Pelo Método AHP na Piva Comércio e Indústria Ltda.

	Peso ω	Cabine de Spray	Tanques de Fosfatização
Minimizar Custo Operacional	0,2114	0,7500	0,2500
Atendimento à Legislação	0,1022	0,8750	0,1250
Agilidade no Processo Fabril	0,6864	0,9000	0,1000
SOMA		0,8657	0,1343

Com base na matriz de priorização obtida neste estudo, o método AHP indicou ser mais interessante a empresa implementar o projeto referente à utilização das cabines de *spray* para a fosfatização dos produtos da empresa, em virtude de o mesmo ter apresentado o *score* mais alto dentre os projetos apresentados. Tal evidenciação indica que este projeto apresenta uma maior quantidade de requisitos julgados importantes pela empresa, com base na matriz de priorização definida.

5.3.4 Análise Benefício-Custo

Nesta fase do MEGA são confrontados os benefícios evidenciados em função da presença de elementos ambientais na empresa com os custos decorrentes dos mesmos, conforme seqüência apresentada na Figura 29. Para tanto, são analisados quatro casos observados na empresa Piva, representados pelos casos da implantação da cisterna, o caso dos panos e luvas, o caso do óleo contido no arame adquirido e os caso da linha de fosfatização por *spray*.



5.3.4.1 Caso da Implantação da Cisterna

Conforme apresentado no item 5.1.2.1, a empresa implantou uma cisterna para captação de água pluvial, a qual apresenta capacidade de armazenamento de 95.000 litros de água.

Em decorrência da realização desse investimento, o qual já foi considerado viável pela análise monocriterial realizada no item 5.3.2.1, podem ser ainda estimados os benefícios decorrentes do mesmo. No caso analisado, o principal benefício tangível observado é a não-necessidade de aquisição de água da rede pública, uma vez que é utilizada a água pluvial para as atividades específicas já apresentadas. Assim, a Tabela 25 apresenta a análise dos benefícios projetados para o período de 10 anos, sendo posteriormente os valores atualizados a valor presente, utilizando uma TMA de 12% ao ano.

Tabela 25 - Determinação do Benefício Ambiental da Cisterna na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Período	Não-Aquisição Água	Benefício Total	Benefício Total a PV
1	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 3.931,79
2	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 3.510,52
3	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 3.134,39
4	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 2.798,57
5	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 2.498,72
6	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 2.231,00
7	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 1.991,96
8	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 1.778,54
9	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 1.587,98
10	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 1.417,84
TOTAL	R\$ 44.035,99	R\$ 44.035,99	R\$ 24.881,32

O valor do benefício gerado pela não-aquisição de água foi calculado no valor do m³ de água multiplicado pela quantidade de m³ economizados anualmente com a introdução da cisterna para captação de água.

Conforme apresentado na Figura 37, a atividade de armazenamento da água pluvial, a qual é realizada na cisterna instalada na Piva, apresenta um custo mensal de R\$ 234,27, constituindo-se na terceira atividade mais onerosa apresentada pela empresa. Neste valor, estão considerados todos os gastos relativos à execução dessa atividade. Conforme apresentado na Figura 29, para a determinação do índice benefício-custo,



torna-se necessário estimar os custos referentes à implantação do sistema de armazenamento de água pluvial. Assim, a Tabela 26 apresenta a determinação do custo anual do mesmo. Para a determinação de tais valores, foi anualizado o valor referente a tal atividade obtido na Figura 37. Posteriormente, para viabilizar a comparabilidade dos valores com os benefícios estimados, os mesmos foram projetados para o período de 10 anos e, posteriormente, trazidos a valor presente com base em uma TMA de 12% ao ano.

Tabela 26 - Determinação dos Custos Anuais da Cisterna na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Período	Custo Total	Custo a PV
1	R\$ 2.811,20	R\$ 2.510,00
2	R\$ 2.811,20	R\$ 2.241,07
3	R\$ 2.811,20	R\$ 2.000,96
4	R\$ 2.811,20	R\$ 1.786,57
5	R\$ 2.811,20	R\$ 1.595,15
6	R\$ 2.811,20	R\$ 1.424,24
7	R\$ 2.811,20	R\$ 1.271,64
8	R\$ 2.811,20	R\$ 1.135,40
9	R\$ 2.811,20	R\$ 1.013,75
10	R\$ 2.811,20	R\$ 905,13
TOTAL	R\$ 28.112,00	R\$ 15.883,91

Depois de obtidos os valores do benefício e do custo inerente à realização de tal investimento na empresa Piva, a Tabela 27 apresenta a confrontação de tais valores, obtendo assim a determinação do índice benefício-custo dessa atividade.

Tabela 27 - Índice Benefício-Custo no Armazenamento de Água Pluvial na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Benefício Ambiental	R\$ 24.881,32
Custo Armazenagem Água Pluvial	R\$ 15.883,91
Índice Benefício-Custo	1,57

Conforme apresentado, em função de o índice benefício-custo ter apresentado valor acima da unidade, constata-se que os benefícios são maiores do que os custos inerentes à realização desse investimento, o que mais uma vez comprova a viabilidade da manutenção dessa atividade na empresa Piva.



5.3.4.2 Caso do Arame

Conforme apresentado no item 5.1.2.3, inspirada nas técnicas da produção mais limpa, a empresa realizou a substituição de matérias-primas com vista à minimização no volume de resíduos gerados no processo produtivo. Em função de a empresa estar gastando uma média anual de R\$ 3.073,60 com a disposição do plástico que era utilizado pelo fornecedor para a proteção do arame adquirido, foram analisadas alternativas de minimização de tais custos. Assim, em decorrência de postulações realizadas junto ao fornecedor, ficou acertada a substituição do óleo protetivo vegetal do arame por óleo protetivo mineral.

Como decorrência de tal alteração, o arame que passou a ser enviado apresentava características bastante diferenciadas da situação anteriormente observada, tendo uma aparência mais limpa, conforme apresentado na Figura 44. Assim, a figura da esquerda apresenta o arame enviado com o óleo protetivo vegetal, enquanto aquela da direita evidencia a situação observada no arame enviado com o óleo protetivo mineral.



Figura 44 - Comparativo Entre os Arames Adquiridos Pela Piva Comércio e Indústria Ltda.

Contudo, a grande vantagem de tal alteração não se restringe à aparência. Em função das características físico-químicas apresentada pelo plástico com óleo mineral, não mais necessitava a empresa enviar 7,68 m³ de plástico sujo com óleo vegetal para ARIP, como resíduo Classe I. Na nova situação, o plástico é segregado e enviado para reciclagem, resultando em uma receita para a empresa. Além disso, em função das características químicas do óleo mineral, o custo de tratamento dos efluentes ficou bastante reduzido, apresentando agora uma média de 1 m³ de resíduo Classe I por ano. Assim, a Tabela 28 apresenta a determinação dos benefícios anuais projetados para o



período de 10 anos, apresentados em função da introdução de tal melhoria no ambiente produtivo, os quais foram trazidos a valor presente considerando uma TMA de 12% ao ano.

Tabela 28 - Determinação do Benefício Ambiental no Caso do Arame na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Período	Redução na Destinação dos Resíduos	Redução nos Tempos dos Banhos	Receita de Reciclagem do Plástico	Total	Total a PV
1	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 20.311,25
2	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 18.135,04
3	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 16.192,00
4	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 14.457,15
5	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 12.908,17
6	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 11.525,15
7	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 10.290,31
8	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 9.187,78
9	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 8.203,37
10	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 7.324,44
TOTAL	R\$ 30.736,00	R\$ 195.750,00	R\$ 1.000,00	R\$ 227.486,00	R\$ 128.534,66

No mesmo sentido, foram estimados os custos inerentes à implantação de tal melhoria no processo produtivo, conforme apresentado na Tabela 29. Observa-se que o valor para implantação é bastante reduzido, o qual foi decorrente de pequenos ajustes de rotinas na empresa Piva. Assim, o valor foi projetado para o período de 10 anos, com base na TMA de 12% ao ano, resultando conforme segue.

Tabela 29 - Determinação do Custo no Caso do Arame na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Período	Custo	Custo a PV
1	R\$ 102,33	R\$ 91,37
2	R\$ 102,33	R\$ 81,58
3	R\$ 102,33	R\$ 72,84
4	R\$ 102,33	R\$ 65,03
5	R\$ 102,33	R\$ 58,06
6	R\$ 102,33	R\$ 51,84
7	R\$ 102,33	R\$ 46,29
8	R\$ 102,33	R\$ 41,33
9	R\$ 102,33	R\$ 36,90
10	R\$ 102,33	R\$ 32,95
TOTAL	R\$ 1.023,30	R\$ 578,19



Conforme apresentado na metodologia do MEGA, depois de determinados os custos e os benefícios, pode-se determinar o índice benefício-custo, o qual é apresentado na Tabela 30.

Tabela 30 - Determinação do Índice Benefício-Custo no Caso do Arame na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Benefício Ambiental	R\$ 128.534,66
Custo Ambiental	R\$ 578,19
Índice Benefício-Custo	222,31

Em função do elevado valor apresentado na relação benefício-custo da introdução de tal melhoria no processo produtivo, resta evidenciada a relevância de tal melhoria, uma vez que os benefícios são largamente superiores aos custos apresentados.

5.3.4.3 Caso da Linha de *Spray*

Da mesma maneira como realizado nos casos anteriores, foi analisada a relação benefício-custo na linha de fosfatização por *spray* implementada na empresa Piva.

Para a determinação do benefício ambiental trazido em função da implementação deste projeto, foram estimados os benefícios anuais decorrentes. O primeiro benefício ambiental identificado foi a redução no volume de água utilizada no processo produtivo, uma vez que o sistema de *spray* utiliza uma menor quantidade de água, quando comparada com o sistema anterior que utilizava tanques de imersão de peças, onde periodicamente a água necessitava ser trocada e enviada para a estação de tratamento de efluentes líquidos.

Em função de uma menor quantidade de produtos utilizados no decorrer do processo de fosfatização, o novo sistema implantado demandou uma menor quantidade de produtos químicos consumidos durante o processo de fosfatização. Finalmente, outro benefício evidenciado foi a redução no gasto com armazenagem de resíduos em ARIP. Tal fato se deve em função de o processo por *spray*, por utilizar uma menor quantidade de água no processo de fosfatização, gera uma quantidade menor de efluentes líquidos, gerando, assim, uma menor quantidade de resíduos.



Com base nos dados apurados neste caso, a Tabela 31 apresenta a tabela considerando tais variáveis, sendo determinado o benefício total a valor presente com base em uma TMA de 12% ao ano.

Tabela 31 - Determinação do Benefício da Linha de *Spray* na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Período	Redução no Gasto com Tratamento de Efluentes	Redução no Gasto Armazenagem de Resíduos	Ganho de Produtividade	Benefício Total	Benefício Total a PV
1	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 55.896,78
2	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 49.907,84
3	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 44.560,57
4	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 39.786,22
5	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 35.523,41
6	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 31.717,33
7	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 28.319,05
8	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 25.284,86
9	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 22.575,77
10	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 20.156,94
TOTAL	R\$ 44.399,00	R\$ 15.601,00	R\$ 566.043,91	R\$ 626.043,91	R\$ 353.728,77

Conforme as rotinas sugeridas no MEGA, foram igualmente determinados os custos decorrentes da linha de *spray*, os quais obedeceram aos mesmos critérios anteriormente utilizados e estão apresentados na Tabela 32. Tais valores foram estimados em função dos valores despendidos anualmente para a operacionalização da linha de *spray* na empresa estudada.

Tabela 32 - Custo da Linha de *Spray* na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Período	Custo Total	Custo a PV
1	R\$ 5.000,00	R\$ 4.464,29
2	R\$ 5.000,00	R\$ 3.985,97
3	R\$ 5.000,00	R\$ 3.558,90
4	R\$ 5.000,00	R\$ 3.177,59
5	R\$ 5.000,00	R\$ 2.837,13
6	R\$ 5.000,00	R\$ 2.533,16
7	R\$ 5.000,00	R\$ 2.261,75
8	R\$ 5.000,00	R\$ 2.019,42
9	R\$ 5.000,00	R\$ 1.803,05
10	R\$ 5.000,00	R\$ 1.609,87
TOTAL	R\$ 50.000,00	R\$ 28.251,12



Para a obtenção do índice benefício-custo da implantação da linha de fosfatização por *spray*, apresenta-se na Tabela 33 a confrontação entre os valores obtidos.

Tabela 33 - Índice Benefício-Custo na Linha de *Spray* na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Benefício Ambiental	R\$ 353.728,77
Custo Ambiental	R\$ 28.251,12
Índice Benefício-Custo	12,52

Em função de o IBC da linha de *spray* se apresentar com valor superior à unidade, fica evidenciada a viabilidade da implantação e operacionalização de tal projeto, uma vez que os benefícios são maiores do que os custos decorrentes do mesmo.

5.3.4.4 Caso dos Panos e Luvas

Como apresentado anteriormente, a empresa utiliza panos e luvas para a operacionalização do processo produtivo. Tais insumos são necessários para a manipulação das matérias primas pelos operadores, bem como para a limpeza de eventuais vazamentos ou derramamentos de óleos utilizados na produção.

Em função da utilização, periodicamente estes insumos necessitam ser substituídos por panos e luvas limpos, devendo os sujos serem enviados para disposição em ARIP como resíduo Classe I, em função de estarem impregnados de óleos que apresentam características que demandam tal disposição.

Como alternativa a essa situação, a empresa passou a alugar os panos e luvas de uma empresa fornecedora, a qual fornece tais insumos para utilização e recolhe aqueles que se apresentam sem condições de uso. Apesar de não estar eliminando o resíduo, apenas deslocando o mesmo para outro elo da cadeia produtiva, é avaliada nessa análise o benefício-custo de tal alteração. O benefício direto evidenciado nessa situação é a não-necessidade de envio dos panos e luvas para disposição em ARIP. Nesse sentido, a Tabela 34 apresenta a projeção dos benefícios para o período de 10 anos, trazidos os mesmos para valor presente através de uma TMA de 12% ao ano.



Tabela 34 - Determinação do Benefício no Caso dos Panos e Luvas na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Período	Não-Disposição em ARIP	Não-Aquisição de Panos e Luvas	Benefício Total	Benefício Total a PV
1	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 2.303,57
2	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 2.056,76
3	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 1.836,39
4	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 1.639,64
5	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 1.463,96
6	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 1.307,11
7	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 1.167,06
8	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 1.042,02
9	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 930,37
10	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 830,69
TOTAL	R\$ 10.253,20	R\$ 15.546,80	R\$ 25.800,00	R\$ 14.577,58

No caso dos panos e luvas, os custos mensais decorrentes do tratamento desses insumos pela empresa através do aluguel dos mesmos de uma empresa fornecedora foi calculado na identificação das atividades ambientais apresentados na Figura 37. Assim, os custos anuais projetados para o período de 10 anos estão apresentados na Tabela 35, obedecendo aos mesmos critérios de atualização apresentados anteriormente.

Tabela 35 - Determinação dos Custos no Caso dos Panos e Luvas na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Período	Custo Total	Custo a PV
1	R\$ 1.200,00	R\$ 1.071,43
2	R\$ 1.200,00	R\$ 956,63
3	R\$ 1.200,00	R\$ 854,14
4	R\$ 1.200,00	R\$ 762,62
5	R\$ 1.200,00	R\$ 680,91
6	R\$ 1.200,00	R\$ 607,96
7	R\$ 1.200,00	R\$ 542,82
8	R\$ 1.200,00	R\$ 484,66
9	R\$ 1.200,00	R\$ 432,73
10	R\$ 1.200,00	R\$ 386,37
TOTAL	R\$ 12.000,00	R\$ 6.780,27

A Tabela 36 apresenta a determinação do índice benefício-custo no caso dos panos e luvas através da comparação entre os benefícios e os custos projetados.

Tabela 36 - Índice Benefício-Custo no Caso dos Panos e Luvas na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Benefício Ambiental	R\$ 14.577,58
Custo Ambiental	R\$ 6.780,27
Índice Benefício-Custo	2,15



Em função do IBC apresentado nesse caso, constata-se que os benefícios apresentados neste caso são maiores do que os custos apresentados, evidenciando assim a viabilidade de tal prática na empresa estudada.

5.3.4.5 Comparação Entre os Índices Benefício-Custo Obtidos

Uma vez determinados os IBC em cada projeto analisado, os mesmos podem ser comparados entre si. Assim, a Tabela 37 apresenta o ranking dos IBC nos três casos analisados.

Tabela 37 - Ranking dos IBC Obtidos na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Classificação	Projeto	IBC
1°	Caso do arame	222,31
2°	Caso da linha de spray	12,52
3°	Caso dos Panos e Luvas	2,15
4°	Caso da cisterna	1,57

Com base nos dados apresentados, observa-se que o caso do arame apresentou uma relação benefício-custo bastante superior às demais analisadas. Tal fato se deve em função de tal projeto estar baseado na lógica da produção mais limpa, utilizando a substituição de matérias-primas por outras de menor impacto ambiental. Em função das características específicas da técnica da P+L, a empresa Piva praticamente não necessitou despendar recursos para a operacionalização do projeto, apesar de o mesmo ter apresentado vantagens significativas para a empresa, fator este que influenciou na apresentação do IBC maior neste caso.

O caso da linha de *spray* apresentou-se com um IBC elevado em função dos benefícios apresentados principalmente pelos ganhos de produtividade introduzidos em decorrência de tal investimento. Entretanto, destaca-se a participação relevante dos benefícios decorrentes diretamente das evidências ambientais, como a redução no gasto com o tratamento de efluentes e na redução no gasto com o armazenamento dos resíduos.



O caso dos panos e luvas igualmente apresentou IBC maior do que a unidade. Destaca-se que os benefícios evidenciados apresentam relação direta com as rotinas de P+L introduzidas na empresa. Entretanto, o IBC deste caso não se apresentou em patamares elevados, como o apresentado no caso do arame, que também apresenta lógica de P+L, em função de a empresa continuar despendendo valores para tanto, evidenciado pelo valor pago pela empresa nas atividades ambientais correspondentes.

Na última posição do ranking do IBC é apresentado o caso da cisterna. Tal fato se deve em função de o custo considerar as obras civis para tanto (cisterna), enquanto o benefício corresponder a não-necessidade de aquisição de água da rede pública.

Contudo, ressalta-se que todos os casos apresentam ainda benefícios intangíveis, os quais não foram considerados nesse modelo em função das restrições de escopo apresentadas. Entretanto, deve ser destacado que tais benefícios, apesar de intangíveis, apresentam vantagens tanto para a empresa como para o meio ambiente.

5.4 ETAPA 4 - ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Conforme apresentado na estrutura do MEGA, depois de coletadas as informações e realizadas as análises correspondentes, a etapa da análise dos impactos ambientais igualmente é fator relevante para a gestão de tais fatores no ambiente organizacional. Para tanto, inicialmente foram definidos indicadores ambientais para as atividades desenvolvidas pela empresa Piva, estabelecendo-se para os mesmos uma estrutura de *benchmarking* para avaliação dos aspectos ambientais da empresa.

5.4.1 Definição de Indicadores Ambientais

Nas etapas anteriores deste modelo, foram apresentados os principais pontos representativos inerentes ao enfoque econômico da gestão ambiental apresentada na empresa Piva Comércio e Indústria Ltda. Com base nesses aspectos, nessa fase foram sugeridos indicadores que podem ser utilizados pela empresa, os quais irão contribuir para o acompanhamento das variáveis mais representativas da gestão ambiental no ambiente organizacional. Destaca-se que os indicadores apresentados foram definidos pela equipe de trabalho (ecotime), baseados nos pontos mais relevantes a serem



acompanhados para a gestão dos aspectos ambientais no ambiente organizacional da Piva Comércio e Indústria Ltda., os quais estão apresentados na Tabela 38.

Tabela 38 - Indicadores Ambientais Estruturados na Piva Comércio e Indústria Ltda.

Indicador Ambiental	Unidade de Medida
Número de não-conformidades legais registradas	Unidades
Grau de atendimento a regulamentos	%
Quantidade de resíduos estocados em ARIP	m ³
Volume de borra gerada no processo industrial	m ³
Consumo de energia elétrica	kWh
Volume de resíduos encaminhado para reciclagem	kg

Na seqüência, apresentam-se os detalhes acerca de cada indicador ambiental definido, destacando-se que todos eles ficarão sob a responsabilidade do gerente industrial.

O indicador '**Número de não-conformidades legais registradas**' tem origem legal no item 4.3.2 da NBR ISO 14032 – Requisitos legais e outros, além de estar relacionado ao conjunto de indicadores de meio-ambiente (EN) do aspecto conformidade, como um indicador essencial proposto pelo GRI. O mesmo identifica o grau de fatores não-conformes que são evidenciados na organização. Com relação à periodicidade da coleta de dados do indicador, o mesmo pode ser atualizado anualmente, sendo calculado analisando o total de não-conformidades legais registradas por ano (incluem multas, autuações, contaminações). Analisando as questões legais, a empresa definiu como meta para este indicador nenhuma não-conformidade por ano.

Outro indicador estruturado para ser utilizado na empresa Piva é o '**Grau de atendimento a regulamentos**'. Este indicador tem base no item 4.5.2 da NBR ISO 14032 – Avaliação dos requisitos legais e outros. Este indicador propicia à empresa a compreensão do grau de atendimento exigido pelas diversas legislações a que a empresa está submetida, e também é de periodicidade anual. O cálculo deste indicador é feito pela divisão entre o número de regulamentos atendidos e o número total de regulamentos. Como meta para este indicador, a Piva deseja o atendimento de 100% de todos os regulamentos.



O terceiro indicador apresentado é a ‘**Quantidade de resíduos estocados em ARIP**’. A origem deste indicador é o item 4.5.1 da NBR ISO 14032 – Monitoramento e medição, além de pertencer ao grupo de meio ambiente (EN) do aspecto de emissões, efluentes e resíduos, como um indicador essencial do grupo do GRI. A estruturação deste indicador foi considerada de fundamental importância pela empresa Piva, em função da responsabilidade que a empresa possui sobre os resíduos estocados em aterro. Assim, quanto menor for esse volume, menor será a responsabilidade associada à empresa. Este indicador, em função da sua relevância e necessidade de acompanhamento mais acurado, deve ser analisado mensalmente. Para tanto, a forma de cálculo é dada pelo volume (em m³) de resíduos estocados + volume (em m³) enviado no mês para ARIP. Como meta, a empresa deseja aumentar, no máximo, 0,6 m³ de resíduos por ano.

O outro indicador estruturado apresenta relação direta com o indicador apresentado anteriormente. Denominado ‘**Volume de borra gerada no processo industrial**’, o mesmo tem origem no item 4.5.1 da NBR ISO 14032 – Monitoramento e medição. Este indicador apresenta o monitoramento mensal referente à geração de resíduos a serem enviados para aterro industrial. Assim, sob a responsabilidade do gerente industrial, é calculado analisando o volume (em m³) de borra gerada no mês. Como meta associada ao indicador anteriormente apresentado, a empresa definiu o volume mensal de 0,05 m³ de resíduos.

Na seqüência, foi decidido pela empresa pela estruturação de um indicador denominado ‘**Consumo de energia elétrica**’. Tal indicador apresenta origem no item 4.5.1 da NBR ISO 14032 – Monitoramento e medição, além de estar contemplado no conjunto do meio ambiente (EN), no aspecto energia, como um indicador adicional do conjunto de indicadores do GRI. A periodicidade de coleta dos dados e acompanhamento deste indicador é mensal. Para tanto, o indicador é obtido através do total de energia elétrica mensal consumida (em kWh). Como meta mensal, a empresa estipulou o consumo de 17.000 kWh.

Finalizando esta fase, foi decidido pela relevância na estruturação de um indicador denominado ‘**Volume de resíduos encaminhado para reciclagem**’. A origem deste indicador é apontada no item 4.3.1 da NBR ISO 14032 – Aspectos ambientais, e seus valores devem ser coletados de forma mensal. Para tanto, são considerados os volumes de resíduos (em kg) encaminhados mensalmente para



reciclagem. Assim, ficou acordada uma meta de envio de 250 kg de resíduos para a reciclagem por mês.

Ressalta-se que a introdução de novos indicadores pode ser apreciada pela empresa, conforme surgir a necessidade de controle de variáveis pontuais de caráter ambiental no ambiente organizacional.

Ficou acordada, ainda, a reunião dos ecotimes na quarta-feira da segunda semana de cada mês, onde os resultados serão analisados pelos integrantes do grupo. Na oportunidade, eventuais dificuldades ou melhorias serão analisadas, podendo surgir aprimoramentos nos controles correspondentes.

5.4.2 Estabelecimento de *Benchmarking* Ambiental

Conforme apresentado no item 4.4.1, o *benchmarking* ambiental é parte integrante do MEGA. Para tanto, depois de identificadas as práticas desenvolvidas no ambiente empresarial, o ecotime da Piva pôde realizar comparações entre a situação evidenciada na mesma com realidades em diversos níveis, com a finalidade de aprimorar algumas ações desenvolvidas.

Uma primeira análise passível de ser realizada é a comparação com a situação observada em outros países. Nesse sentido, a Piva considera como *benchmarking* a realidade evidenciada nas empresas da Alemanha, tendo em vista a preocupação que as mesmas possuem com as questões ambientais, aliada às práticas que são empregadas nesse país para minimizar os impactos da atividade operacional sobre o meio-ambiente.

Outra comparação que o ecotime julgou oportuna de realizar na Piva é referente à situação observada em empresas de outros setores da indústria brasileira, comparando as diferenças existentes no tratamento das questões ambientais e possíveis adequação para a minimização dos impactos na Piva.

Finalmente, também foi julgada oportuna a comparação da Piva com outras empresas pertencentes aos segmentos moveleiro e metalúrgico, com a finalidade de comparar a situação da Piva diante das demais empresas brasileiras que operam nesses segmentos.

O ecotime julgou interessante a busca de bancos internacionais de *benchmarking*, o qual possibilitaria uma comparação de indicadores nesse sentido. Além disso, o armazenamento das médias históricas nos indicadores ambientais



estruturados possibilitará um banco de dados interno, devendo o mesmo apresentar resultados significativos no médio prazo.

Assim, buscando evidências de otimização no desempenho organizacional ligado ao meio ambiente na Piva, através das melhores práticas observadas em outros segmentos, podem ser estruturados indicadores para monitorar o desempenho e, posteriormente, realizar a tomada de decisão acerca da adequação dos indicadores ambientais obtidos.

5.5 ETAPA 5 - PLANOS DE MELHORIA

A última etapa apresentada na estrutura do MEGA, conforme apresentado na Figura 18, refere-se aos planos de melhoria. Nessa etapa, são analisados os resultados obtidos e discutidas possibilidades de otimização das variáveis ambientais no ambiente empresarial da Piva.

5.5.1 Organização de Grupos de Melhoria

Conforme apresentado no item 4.5.1, a última fase do MEGA se caracteriza pela organização de grupos de melhoria. Nessa fase, os dados obtidos no modelo referentes à situação da empresa Piva devem ser comparados com aqueles oriundos do *benchmarking*, oportunidade esta para planejar otimizações no processo.

No caso da Piva, o ecotime percorreu acerca dos resultados obtidos, os quais foram julgados satisfatórios por se apresentarem com características positivas em todas as análises realizadas.

No mesmo sentido, foram prospectadas possibilidades de otimização da gestão ambiental da empresa. Assim, ficou apontada a necessidade de busca de uma solução alternativa para a disposição final dos resíduos sólidos enviados para ARIP, uma vez que os mesmos, apesar de lá depositados, continuam se configurando em uma responsabilidade solidária para a empresa, no caso de um acidente. Para definir a estratégia a ser utilizada nesse sentido, foi sugerida a utilização da ferramenta do PDCA para o monitoramento de tal sugestão de melhoria.



5.5.2 Feedback

Na fase anterior, o ecotime apontou necessidades de ações futuras inerentes à gestão ambiental da Piva, com base nas análises realizadas no MEGA.

Dessa maneira, depois de implementadas as alterações propostas, as mesmas devem ser incorporadas no modelo, sendo reavaliados os elementos de análise correspondentes. Assim, a determinação dos custos ambientais, a evidenciação da contabilidade ambiental, as análises mono e multicriterial, de benefício-custo e dos custos da qualidade ambiental deverão ser reestruturadas. No mesmo sentido, o acompanhamento dos indicadores ambientais apresentará a evolução dos pontos identificados como relevantes de serem monitorados, podendo conduzir a novas oportunidades de otimização. Assim, diante da nova realidade apresentada, novas oportunidades de melhoria serão exploradas, trabalhando sempre na lógica da melhoria contínua.

5.6 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Ao concluir a implantação do MEGA na empresa Piva Comércio e Indústria Ltda., algumas conclusões podem ser apontadas referentes aos aspectos econômicos da gestão ambiental desenvolvidas pela empresa.

Na apuração do custo das atividades ambientais da empresa, foi apontado o valor de R\$ 2.294,19. Este valor representa o montante de recursos que a empresa desembolsa para a execução de atividades de proteção ao meio ambiente. Contudo, deve ser destacado que a atividade de cromagem dos produtos é realizada por empresa terceirizada, não tendo a empresa, assim, que desembolsar valores referentes ao tratamento e à disposição dos resíduos resultantes de tal processo. Destaque deve ser oferecido a esse item, uma vez que, caso a empresa realizasse as operações de cromagem no ambiente empresarial, o valor dos custos das atividades ambientais forçosamente seriam majorados. Entretanto, ao considerar o conceito de cadeia, o resíduo continua existindo, estando, porém, em um elo anterior da cadeia produtiva moveleira. Provavelmente os esforços que a empresa está direcionando junto ao fornecedor de tinta para desenvolver um produto que seja bastante similar ao cromado, quando alcançados os objetivos, eliminem por completo esse custo de toda a cadeia



moveleira. Além disso, destaca-se que a empresa encontra-se de maneira regular com os órgãos de fiscalização, em função das taxas recolhidas aos mesmos.

Outro ponto que restou evidente quando da aplicação do MEGA na empresa Piva é a relação das técnicas ambientais com os custos ambientais da empresa. Essa relação ficou evidenciada com clareza no caso do arame, onde a adoção de práticas de produção mais limpa influenciou diretamente na redução do custo de produção. Destaca-se que tal fato se deveu aos benefícios decorrentes da introdução das melhorias, aliado ao fato de a empresa praticamente não ter necessitado desembolsar valores para tanto.

A análise benefício-custo, sem dúvida, pode ser considerada como um fator de destaque nas análises apresentadas pelo MEGA, quando aplicado na empresa Piva. Como resultado das análises realizadas em quatro casos, restou evidente a quantificação dos benefícios em montantes superiores aos custos inerentes, caracterizando a viabilidade e a relevância da introdução e manutenção das alterações analisadas.

A utilização de critérios de análise mono e multicriterial para a gestão dos fatores ambientais no ambiente empresarial proporcionou a quantificação para um gerenciamento mais acurado de fatores ambientais na Piva. Assim, foi possível avaliar a viabilidade dos projetos ambientais implantados, além da decisão multicriterial de igual categoria.

O entendimento e a posterior quantificação dos valores tangíveis que decorrem da gestão ambiental na Piva proporcionaram a estruturação de análises relativas à contabilidade ambiental. Na estruturação do balancete ambiental, foram comparados os valores que apresentam relação direta com o patrimônio da empresa e com o resultado da mesma. Ficou apontado, ainda, o valor referente aos resíduos depositados em ARIP, os quais se configuram em função da responsabilidade da empresa pelos mesmos. Ficou apontado, entretanto, na fase dos grupos de melhoria, a necessidade de a empresa buscar alternativas para a utilização final dos resíduos industriais, fator esse que neutralizaria a responsabilidade da empresa referente a tais resíduos. Entretanto, destaque especial deve ser dado para o fato de, apesar de tais fatores, a empresa produzir uma quantidade bastante reduzida de resíduos, quando comparado com outras empresas do segmento.

A estruturação dos custos da qualidade ambiental proporcionou o dimensionamento dos valores despendidos pela empresa nesse sentido. Com base nos valores obtidos, a maior parte dos custos são decorrentes de falhas externas, onde as mesmas são caracterizadas novamente pela responsabilidade da empresa para com os



resíduos estocados. Observa-se, entretanto, que a empresa poderia concentrar suas ações nos custos da prevenção, os quais são os reais custos da qualidade, apesar da relevância das demais ações desenvolvidas pela empresa.

Outro ponto abordado foi a estruturação dos indicadores ambientais, os quais possibilitam um acompanhamento mais detalhado dos aspectos considerados relevantes pelo ecotime, quando analisados os elementos ambientais na Piva. Assim, sugere-se que os indicadores estruturados sejam incorporados nas políticas ambientais da empresa.

Ressalta-se, ainda, apesar de os mesmos não terem sido considerados no MEGA em função das restrições de escopo apresentadas, a existência de valores intangíveis em todos os eventos que permeiam as questões ambientais no ambiente organizacional.

Ao analisar o modelo de maneira global, considera-se que as informações apresentadas pelo mesmo se configuram em elementos relevantes para a gestão empresarial, onde as variáveis de cunho ambiental existentes podem ser analisadas, quantificadas e comparadas, podendo-se decidir pela viabilidade e adequação dos elementos com base em critérios técnicos e estruturados.



6 APLICAÇÃO DO MEGA NA EMPRESA TREMARIN MÓVEIS LTDA.

Neste capítulo é realizada outra aplicação do MEGA em uma empresa pertencente à cadeia moveleira brasileira. Esta aplicação é realizada na Tremarin Móveis Ltda., a qual obedece à seqüência determinada no Capítulo 4.

6.1 ETAPA 1 - DIAGNÓSTICO INICIAL DA EMPRESA

Como etapa inicial da operacionalização do MEGA, foi realizado o diagnóstico inicial na empresa Tremarin Móveis Ltda. Conforme descrito na seqüência, foram realizadas as fases da preparação da equipe e da realização do diagnóstico inicial.

6.1.1 Preparação da Equipe

Na fase da preparação da equipe foram realizadas inicialmente reuniões junto à direção da empresa. Em tais reuniões, foram apresentados os elementos integrantes do modelo proposto. Na seqüência, foram definidos os colaboradores que iriam compor a equipe de implementação do modelo. Dessa maneira, a equipe ficou composta pelos dois diretores da empresa, pelo gerente industrial e pelo encarregado do setor de pintura, em função de os componentes integrantes deste grupo apresentar uma grande trajetória dentro da empresa, conhecendo assim a realidade nela apresentada. Assim, ficou composto o ecotime que tratou das variáveis abordadas pelo modelo.

Depois de definida a equipe, foram realizadas reuniões de preparação, onde foi apresentado detalhadamente o MEGA para os componentes, discutindo com os mesmos as variáveis abordadas. Durante as discussões realizadas, foram apontados os principais aspectos ambientais que envolvem a organização, os quais servirão de base para as análises do modelo. Ressalta-se que todos os integrantes do ecotime consideraram as questões ambientais como fator imprescindível para o crescimento e a sustentabilidade da empresa.



6.1.2 Realização do Diagnóstico Inicial

Para a realização do diagnóstico inicial, conforme os passos apresentados no MEGA, foi realizado levantamento acerca do histórico e processos operacionais da empresa, além da identificação dos resíduos gerados no decorrer do processo produtivo e das práticas ambientais desenvolvidas na Tremarin.

6.1.2.1 Histórico e Processos Operacionais

A empresa Tremarin Móveis Ltda. foi fundada no ano de 1979 e está situada no interior do município de Farroupilha – RS. Os produtos da referida empresa compreendem móveis laminados, representados pelas linhas de bares, *livings* e banheiros. Os principais produtos da empresa são cristaleiras, bares, mesas para sala, banquetas, balcões para banheiro e racks para TV. Tal empresa está localizada em uma área de 80.000 m², com uma área construída de 5.000 m², contando atualmente com 50 funcionários. Com base nas análises realizadas pela equipe (ecotime), foram diagnosticados os aspectos ambientais que ocorrem na empresa analisada. As atividades industriais realizadas na empresa são todas relacionadas com a atividade moveleira. Dessa forma, as mesmas incluem o corte, a usinagem, a furação, a pré-montagem, a lixação, a pintura, a montagem e a embalagem. A Figura 45 apresenta a seqüência operacional utilizada na empresa estudada.

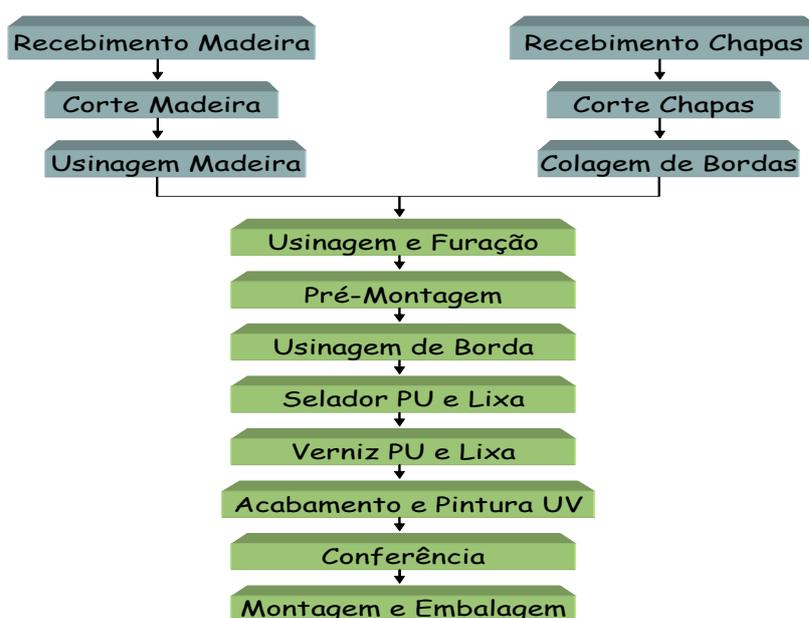


Figura 45 - Fluxograma do Processo Produtivo da Tremarin Móveis Ltda.



A empresa não apresenta ações estruturadas junto ao Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL), realizando algumas ações de P+L de maneira independente. Destaca-se que a empresa ainda não apresenta um sistema de gestão ambiental (SGA) formalizado, estando o mesmo em processo de estruturação. Segundo as pretensões da empresa, depois de implementado o SGA, será buscada a certificação ISO 14001.

Para a operacionalização do processo fabril, a empresa conta com equipamentos como: seccionadora de chapas, serras circulares, tupias, plaina moldureira, centro de usinagem, furadeira múltipla, lixadeiras e linha de pintura UV (Ultra-Violeta). Em decorrência do processo produtivo, insumos de diversos tipos são utilizados. Nesse sentido, foram identificados os insumos que estão listados na Tabela 39, bem como as matérias primas utilizadas, com base nos consumos mensais.

Tabela 39 - Quantidade Mensal de Insumos Utilizados na Tremarin Móveis Ltda.

Insumo	Quantidade / mês
Vidro	1.400 m ²
Tinta	1.300 l
Aglomerado	1.200 m ²
Cola base d'água	40 kg
Madeira Bruta	20 m ³

Com relação à água consumida no processo produtivo, constatou-se que 2,15 m³/dia provêm da rede pública, a qual é utilizada nos sanitários, refeitório e bebedouros.

Entre os equipamentos existentes para a prevenção da contaminação ambiental, destacam-se as cabines de pintura com filtros, que sugam o ar e expelem para o meio ambiente livre de resíduos. A empresa estuda a substituição da cortina d'água existente nas cabines de pintura por um sistema denominado *dry*, que utiliza material celulósico em substituição a água. Na questão da serragem, existem exaustores com ciclones que retiram o pó e encaminham para depósito.

Efluentes líquidos sanitários são considerados aqueles provenientes de banheiros (chuveiros e vasos sanitários), de refeitórios, etc., enquanto efluentes líquidos industriais são aqueles provenientes das atividades desenvolvidas pela empresa (águas servidas de processo produtivo, lavagem de pisos, lavagem de equipamentos, etc.). Nesse sentido, a



empresa analisada apresenta emissão de efluentes líquidos sanitários com volume de 2 m³/dia, sendo que, com relação aos efluentes líquidos industriais, a empresa utiliza água apenas nas cabines de pintura e na lavagem dos pisos. O valor que é gasto mensalmente com água refere-se somente àquela que é reposta nas cabines de pintura em função de evaporação ou perda inerente ao processo. Dessa forma, a água que é utilizada nas cabines de pintura é recirculada no próprio equipamento.

No que tange às emissões atmosféricas, aqui considerados todos os lançamentos de matéria ou de energia na forma de gás, vapor, material particulado, vibração e ruído, no ar, tendo em vista o tipo de produto e as características do processo produtivo, o impacto ao meio ambiente está associado a emissões de partículas (pó) e substâncias voláteis oriundas dos processos de pintura.

Como equipamentos que geram ruído na empresa, destacam-se a existência de compressores, máquinas de corte, furadeiras, lixadeiras, plainas, serras, tupias e exaustores.

6.1.2.2 Identificação dos Resíduos Gerados no Processo Produtivo

Os principais resíduos sólidos produzidos pela empresa são os cavacos de madeira, cavacos de aglomerado e MDF, a serragem do setor de painéis (3 m³ por mês), a serragem da madeira maciça (2,5 m³ por mês), o pó de lixa com e sem tinta (120 m³ por mês), a borra de tinta (200 kg por mês), papel e papelão (200 kg por mês), plásticos (100 kg por mês) e latas de tinta (120 unidades por mês). Em decorrência da seqüência do processo produtivo, vários são os pontos onde se observa a geração de resíduos. As latas de tinta necessitam ser limpas para poderem ser enviadas para a reciclagem. Na categoria de resíduos líquidos, destaca-se o solvente usado (1.300 litros por mês), sendo que todos são armazenados na empresa, em área fechada e coberta. A empresa está estudando a possibilidade de aquisição de um container usado para acondicionamento dos tambores nas dependências da empresa, fato este que liberaria o galpão que está sendo utilizado atualmente para outras funções. Não são observados resíduos gasosos na empresa. A Tabela 40 apresenta uma descrição dos resíduos sólidos gerados pela empresa.



Tabela 40 - Resíduos Sólidos Industriais na Tremarin Móveis Ltda.

Tipo de Resíduo	Quantidade (ton/ano)	Acondicionamento
Serragem e cavacos de madeira	15	Silo de Armazenagem
Solvente usado	2	Tambores de 200 litros
Papel e papelão	0,6	Sacos Plásticos
Plásticos	0,6	Sacos Plásticos

Entre os resíduos sólidos apresentados pela empresa, a borra de tinta é um dos que apresenta um maior grau de toxicidade. A borra de tinta resultante do processo de pintura PU é estocada em tambores de 200 litros, nas próprias dependências da empresa, tendo em vista se tratar de um resíduo Classe I que ainda não apresenta uma destinação final definitiva, com possibilidade de a empresa enviar tais resíduos para um aterro de resíduos industriais perigosos (ARIP). Para diminuir o volume de borra de tinta, a empresa optou por utilizar esse tipo de pintura apenas nas bordas das peças, fator este que propiciou uma redução considerável no volume de borra decorrente desse processo. Os cavacos de madeira maciça e os pedaços de lixa são distribuídos entre os funcionários.

Tendo em vista a diversidade de resíduos gerados pela empresa, várias são as destinações possíveis para os mesmos. Os resíduos provenientes do corte e do lixamento das chapas de aglomerado e da madeira maciça são enviados para queima em olarias da região, as quais utilizam tais resíduos em seu processo industrial. Os plásticos, os papéis e os papelões, por outro lado, são enviados para empresas credenciadas pela Fepam para realizar a reciclagem dos mesmos.

6.1.2.3 Identificação das Práticas Ambientais Desenvolvidas

A empresa tem como princípio minimizar a geração de resíduos, tratar os efluentes líquidos e gasosos, dispor adequadamente os resíduos e conservar energia. Tais princípios são integrantes do SGA que está sendo estruturado.

A empresa realiza segregação de seus resíduos tanto em nível operacional como nas atividades de apoio. Dessa forma, os resíduos são classificados e vendidos, gerando uma receita que serve como forma de amortizar os gastos envolvidos nas demais atividades ambientais que necessitam de recursos para custear suas etapas. Os resíduos



são separados em grupos e vendidos para indústrias de reciclagem. Os resíduos com características semelhantes ao lixo doméstico (resíduos de refeitório) são recolhidos pela Prefeitura Municipal.

A madeira e a serragem são enviadas para olarias que utilizam as mesmas para conversão em energia. A empresa envia para reciclagem resíduos como papelão, plásticos, latas e o solvente usado, os quais apresentam mercado firme e com tendência de expansão, tendo em vista a escassez e a limitação dos recursos naturais. No caso específico do solvente utilizado para a limpeza dos equipamentos de pintura ultravioleta (UV) e poliuretano (PU), o mesmo é reciclado internamente, resultando em uma parte onde o mesmo é reutilizado e outra parte que é enviada para reciclagem. Para tanto, o solvente passa por um processo de limpeza, onde a cada 45 litros de solvente sujo a empresa consegue extrair 41 litros de solvente disponíveis para reutilização. Os demais 4 litros de solvente usado que restaram são vendidos para empresas que utilizam os sólidos existentes neste material para a elaboração de outros produtos (zarcão, tintas para fundo, por exemplo), tendo mercado firme e estabelecido para tanto.

Na Tremarin Móveis Ltda. foram observadas algumas ações que podem ser classificadas como ações voltadas para a P+L. O caso que envolve a redução no volume de solvente para a limpeza dos equipamentos de pintura ilustra essa situação. O volume de solvente utilizado na limpeza da máquina de pintura UV é menor do que a maioria das demais empresas moveleiras, pois atualmente empresa gasta 6 litros de solvente para a limpeza de um rolo, enquanto a média das empresas é gastar de 12 a 18 litros para realizar a mesma operação. Tal redução é observada em decorrência de uma melhoria de processo desenvolvida pelo operador do equipamento e implementada pela empresa, onde foi realizada uma adaptação da máquina objetivando uma limpeza mais rápida e com a utilização de menor volume de solvente. A maior parte das empresas deixa escorrer a tinta no equipamento e depois passam o solvente para fazer a limpeza, acarretando que o rolo fica empastado em função de a tinta UV ser puro sólido, ficando uma camada grossa de tinta no rolo para ser retirada. Entretanto, em função das melhorias realizadas na empresa, são encostados o rolo aplicador e o rolo dosador, onde os mesmos, através da pressão que um realiza sobre o outro, espreme a tinta acumulada nos rolos, onde a tinta é empurrada para os lados do rolo, caindo nas canaletas do equipamento. Por sua vez, nas calhas que captam a tinta, foi desenvolvido um dispositivo de limpeza, o qual consiste em um ferro com uma chapa com o formato da calha acoplada na ponta, onde o mesmo raspa a calha e puxa a tinta acumulada,



retirando a mesma do equipamento. Em função de tal procedimento, o equipamento de pintura pode ser limpo com um volume menor de solvente, tendo em vista que grande parte dos resíduos já foi retirada do equipamento.

Ações referentes ao ecodesign são observadas no sentido da utilização da madeira maciça possuir certificação de manejo sustentável (FSC), fator este solicitado por um cliente do mercado externo. Com a otimização na utilização dos materiais, a empresa apresenta um custo de produção menor, tendo em vista que o desperdício é cobrado no preço de venda do produto, o que proporciona uma melhor competitividade da empresa no mercado. Nesse mesmo sentido, o setor de desenvolvimento de produtos, ao projetar móveis, procura acordar com os clientes a possibilidade de utilização máxima das chapas, fator esse que possibilita a redução da quantidade de resíduos gerados no processo, além de possibilitar agregar valor ao produto final.

6.2 ETAPA 2 - LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

Nesta etapa do MEGA são apurados os elementos que propiciam a identificação das informações relevantes para a gestão ambiental com enfoque econômico na organização. Para tanto, são evidenciados os custos ambientais e integrados tais dados na contabilidade ambiental.

6.2.1 Determinação dos Custos Operacionais Ambientais

Nesta fase, são apurados os custos operacionais ambientais da empresa com base na seqüência apresentada na Figura 19. Conforme apresentado, são evidenciados os custos das atividades ambientais, os resultados ambientais em decorrência de ações internas e as taxas relacionadas ao meio ambiente.

6.2.1.1 Cálculo do Custo das Atividades Ambientais

Com base na metodologia proposta no MEGA, na etapa anterior foram mapeados os processos da empresa, identificando-se nestes as atividades desenvolvidas. Uma vez definidas as atividades, foram identificadas as atividades que possuem correlação com a atividade ambiental da empresa, ou seja, aquelas que apresentam potencial poluidor. Com a utilização do Custeio Baseado em Atividades (ABC), foram



identificados os recursos consumidos em cada atividade, chegando-se, assim, ao custo de cada atividade, conforme evidenciado na Figura 46.

	Mão de Obra	Energia Elétrica	Depreciação	Materiais Diversos	Mão de Obra Manutenção	Materiais Manutenção	Custo Total Atividade	
Eliminar resíduos de pó e serragem		R\$ 3.580,51	R\$ 1.250,00		R\$ 6,90	R\$ 83,33	R\$ 4.920,74	84,0%
Eliminar resíduos de madeira e painéis	R\$ 21,67		R\$ 4,80				R\$ 26,47	0,5%
Acondicionar borra de tinta	R\$ 10,84		R\$ 4,80	R\$ 15,00			R\$ 30,64	0,5%
Acondicionar resíduos metálicos	R\$ 21,67		R\$ 1,32	R\$ 152,50			R\$ 175,49	3,0%
Acondicionar resíduos papel e papelão	R\$ 16,37		R\$ 2,54				R\$ 18,91	0,3%
Reciclar solvente	R\$ 85,12	R\$ 139,70	R\$ 208,33	R\$ 48,00		R\$ 6,18	R\$ 487,33	8,3%
Treinamento / educação ambiental	R\$ 200,00						R\$ 200,00	3,4%
Custo Total dos Recursos	R\$ 355,67	R\$ 3.720,21	R\$ 1.471,79	R\$ 215,50	R\$ 6,90	R\$ 89,51	R\$ 5.859,58	
	6,1%	63,5%	25,1%	3,7%	0,1%	1,5%		

Figura 46 - Identificação dos Custos das Atividades Ambientais na Tremarin Móveis Ltda.

Com base nos resultados evidenciados, constatou-se que a atividade em que a empresa gasta maior volume de recursos é com a eliminação dos resíduos de pó e de serragem (84,0%), seguido da operação de reciclar solvente (8,3%) e de treinamento e educação ambiental (3,4%). Ao analisar mais especificamente a atividade mais cara, constata-se que o recurso que mais onera a eliminação dos resíduos de pó e de serragem é o consumo de energia elétrica. Tal fato se deve a que tal atividade é realizada através de exaustores, os quais retiram o pó e a serragem do ambiente fabril e acondicionam tais resíduos em silos. A intensa atividade dos motores envolvidos no sistema de exaustão provoca um elevado consumo de energia durante a totalidade do tempo de operacionalização da planta industrial, acentuando o consumo de energia se acentua nesta operação. A Figura 47 apresenta a representação gráfica das atividades ambientais na empresa estudada.

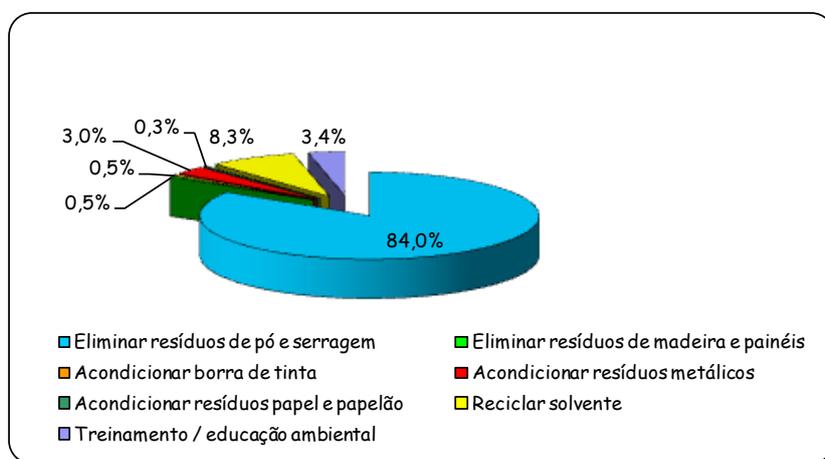


Figura 47 - Representatividade das Atividades Ambientais na Tremarin Móveis Ltda.



No mesmo sentido, observa-se que a maior parte dos recursos da empresa são gastos com energia elétrica (63,5%), com depreciação (25,1%) e com mão-de-obra (6,1%). A energia elétrica é o recurso utilizado com maior intensidade, estando esse insumo diretamente relacionado com a atividade de eliminação dos resíduos de pó e de serragem. Constatam-se ainda que as atividades de eliminação de resíduos de madeira e painéis, de acondicionamento da borra de tinta, dos resíduos metálicos, papel e papelão apresentam pequenas parcelas de depreciação relacionada a essas atividades. Isto ocorre em função de que o depósito utilizado para o acondicionamento desses resíduos ter sido construído há bastante tempo, em sua grande parte, totalmente depreciados, não sendo mais representativos. Assim, a Figura 48 apresenta a representação gráfica dos recursos utilizados na execução das atividades ambientais na Tremarin.

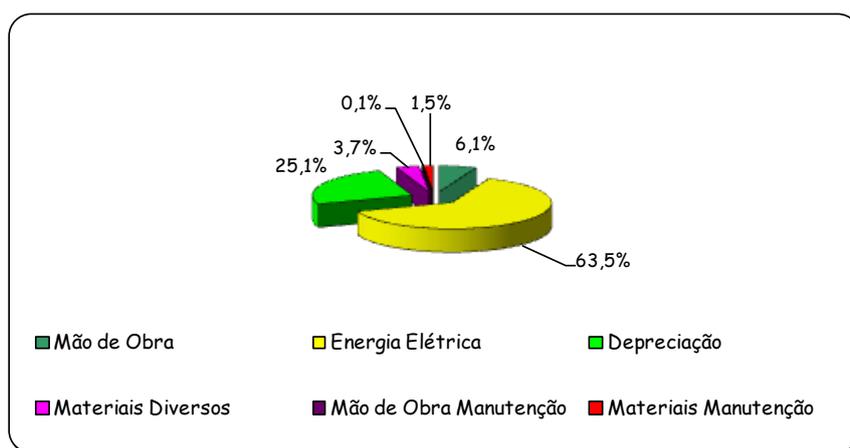


Figura 48 - Representatividade dos Recursos para as Atividades Ambientais na Tremarin Móveis Ltda.

Ao analisar as informações obtidas, observa-se que a atividade mais cara (eliminar resíduos de pó e serragem) apresenta também o recurso utilizado com maior intensidade pela empresa (energia elétrica). Assim, fica evidenciada a necessidade de estudos mais aprofundados referentes a esse tema.

A Figura 49 evidencia a disposição das atividades ambientais no fluxo do processo produtivo. Tal figura apresenta ainda, destacado em vermelho, que três das atividades ambientais desenvolvidas não estão ligadas a um processo específico, sendo as mesmas de caráter organizacional geral.



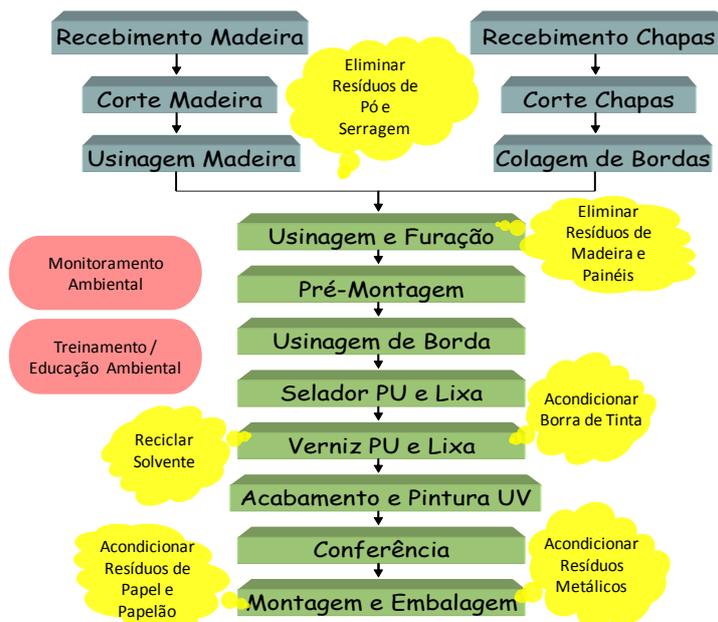


Figura 49 - Disposição das Atividades Ambientais no Processo Produtivo da Tremarin Móveis Ltda.

Ressalta-se a existência de custos intangíveis que podem incorporar tal análise. Contudo, em função das restrições apresentadas no escopo do MEGA, os mesmos não são analisados neste modelo.

6.2.1.2 Determinação do Resultado das Ações Internas

A reciclagem é uma das técnicas relacionadas à preservação ambiental mais observadas na empresa estudada. A empresa apresenta uma estrutura que realiza segregação dos resíduos gerados no processo produtivo e nas demais dependências da organização. Resíduos como a serragem de madeira e painéis, bem como os pedaços de madeira e de painéis resultantes do processo produtivo são separados, acondicionados e vendidos para olarias, as quais as utilizam para a queima em seu processo produtivo, gerando uma receita para a empresa. No período analisado, a empresa apresentou uma receita com venda desses itens de R\$ 360,00.

Outro produto comercializado é o solvente usado, utilizado na limpeza dos equipamentos de pintura e, posteriormente, recuperado através de equipamento de destilação. A parte de solvente resultante do processo de recuperação contém partículas de tinta, sendo este resíduo vendido. No período analisado, a empresa obteve uma receita com venda desse material no valor de R\$ 160,00.



No mesmo sentido, os resíduos de papel, papelão e metálicos são separados e vendidos para empresas recicladoras credenciadas. Os resíduos de papel e papelão são armazenados em local específico e ensacados, gerando um volume médio mensal de 10 m³. Por sua vez, as latas são provenientes da aquisição de tinta (latas de 25 litros) e de solvente (latas de 18 litros), as quais são limpas após o uso, armazenadas e vendidas. No período analisado, a empresa obteve com a venda de tais itens uma receita de R\$ 80,00.

Entretanto, o impacto mais significativo observado nesse grupo é o resultado decorrente da recuperação do solvente utilizado. Conforme mencionado anteriormente, a empresa adquiriu um equipamento que destila o solvente utilizado na limpeza dos equipamentos de pintura, o qual recupera através desse processo uma média de 45 litros de solvente usado por dia, resultando em um volume de solvente recuperado de 41 litros por dia. Dessa maneira, a empresa deixa de adquirir o volume de 820 litros de solvente por mês. Tendo em vista que o custo de aquisição de tal item é de R\$ 6,10 ao litro, a empresa apresenta uma economia mensal com a compra de solvente no valor de R\$ 5.002,00.

A empresa ainda não está enviando seus resíduos para um ARIP, sendo os mesmos estocados nas dependências da empresa para posterior destinação. Assim, a mesma não apresentou gastos mensais, no período analisado, com envio de resíduos para estocagem em aterro terceirizado.

A Tabela 41 apresenta a composição do resultado das ações internas, com base nos elementos apresentados.

Tabela 41 - Resultado das Ações Internas na Tremarin Móveis Ltda.

Receita Venda Serragem de Madeira	(R\$ 360,00)
Receita Venda Solvente c/ Pigmentos de Tinta	(R\$ 160,00)
Receita Venda Papel, Papelão e Metais	(R\$ 80,00)
Não-Necessidade de Aquisição de Solvente	(R\$ 5.002,00)
TOTAL	(R\$ 5.602,00)

6.2.1.3 Determinação das Taxas Relacionadas ao Meio Ambiente

Em decorrência da atividade operacional da empresa, várias são as legislações relacionadas a distintos órgãos que impõe a cobrança de taxas relacionadas à



fiscalização e monitoramento das atividades vinculadas ao meio ambiente. Dentre os valores envolvidos neste segmento, observa-se valores devidos ao Ibama e à Fepam. Com relação a esta última, a empresa necessita despender recursos referentes à Licença Prévia (LP) e à Licença de Instalação (LI), valores estes que são pagos no início das atividades da empresa. Como nas demais projeções realizadas nesse modelo, tais taxas serão consideradas em um período de 10 anos. Ainda no âmbito estadual, a empresa Tremarin necessita realizar o pagamento da Licença de Operação (LO), a qual é válida por um período de 4 anos. Na esfera federal, evidencia-se a taxa devida ao Ibama, taxa esta que deve ser renovada a cada 3 meses. Em virtude de a empresa não apresentar uma Estação de Tratamento de Efluentes, os gastos inerentes à operacionalização de tal unidade não são observados. A Tabela 42 apresenta os valores mensais equivalentes despendidos com taxas de órgãos vinculados ao meio ambiente na empresa estudada.

Tabela 42 - Taxas Relacionadas ao Meio Ambiente na Tremarin Móveis Ltda.

Licença Prévia (LP) – Fepam	R\$ 16,20
Licença de Instalação (LI) – Fepam	R\$ 44,32
Licença de Operação (LO) - Fepam	R\$ 54,83
Taxa Controle Fiscalização Ambiental Ibama	R\$ 150,00
Total Mensal	R\$ 265,35

Com a aplicação da metodologia proposta pelo MEGA, constatou-se que a empresa apresenta gastos relacionados com a atividade ambiental divididos em três grupos distintos, os quais estão analisados nos itens anteriores e agrupados na Tabela 43.

Tabela 43 - Composição dos Custos Operacionais Ambientais na Tremarin Móveis Ltda.

Custo das atividades ambientais	R\$ 5.859,58
Resultados ambientais em decorrência de ações internas	(R\$ 5.602,00)
Taxas relacionadas com o meio ambiente	R\$ 265,35
Custo Operacional Ambiental	R\$ 522,93

Conforme apresentado, observa-se que os custos ambientais representam uma parcela considerável dos custos da empresa. No caso estudado, os custos das atividades



ambientais representam 0,55% dos custos de transformação (mão-de-obra e custos indiretos de fabricação). Ressalta-se que tal percentual é baixo em função do reduzido custo ambiental apresentado pela Tremarin, o qual foi reduzido por influência direta dos resultados ambientais em decorrência das ações internas. Destaca-se que, caso tais ações não tivessem sido realizadas, os custos ambientais representariam 6,5% dos custos mensais de transformação. Assim, fica ressaltada a relevância econômica na execução de tais atividades. Quando comparado com outros setores do mercado, o setor moveleiro se caracteriza por ser um segmento que apresenta um baixo valor agregado em seu produto, uma vez que grande parte de seus custos são representados pela matéria prima. Ressalta-se daí a relevância dos valores obtidos referente aos custos ambientais. Destaque especial igualmente deve ser oferecido para a representatividade dos custos ambientais na empresa estudada em função de a mesma não apresentar, em função das características de seu processo produtivo, uma estação de tratamento de efluentes, fator este que, caso estivesse presente, certamente elevaria os custos ambientais na organização.

Das atividades realizadas na empresa estudada, sete são voltadas a evitar, direta ou indiretamente, impactos ao meio ambiente. A atividade ambiental mais onerosa para a empresa é a eliminação dos resíduos do pó e da serragem, seguida da operação de reciclagem do solvente e do treinamento / educação ambiental. Essas três atividades juntas representam 95,7% do custo total das atividades ambientais da empresa estudada.

Ao analisar os recursos utilizados no desempenho das atividades, os valores que mais oneraram as mesmas referem-se à energia elétrica, a depreciação e a mão-de-obra, valores estes que, somados, representam 94,7% dos recursos utilizados nas atividades ambientais. A eliminação dos resíduos de pó e de serragem foi a atividade que consome a maior parte da energia elétrica em função da grande demanda de energia apresentada pelos motores que integram o sistema de exaustão. Em função disso, a energia elétrica é o recurso mais representativo na estrutura de custos ambientais da empresa. A depreciação foi o único recurso que se encontra presente em todas as atividades analisadas.

Uma situação peculiar é observada na composição dos custos ambientais da empresa estudada, uma vez que, em função da receita proporcionada pela venda para reciclagem, aliado ao fato de a empresa não enviar seus resíduos para um ARIP, os resultados das políticas ambientais cobrem praticamente a totalidade dos custos das atividades ambientais e das taxas relacionadas ao meio ambiente. Destaque especial



deve ser dado para a atividade de reciclagem do solvente, que, em função do reaproveitamento deste insumo, propicia uma economia considerável para a empresa, deixando esta de adquirir solvente para as novas operações.

Na observação das técnicas relacionadas a questões ambientais implantadas na empresa estudada ou em outras pertencentes à cadeia produtiva moveleira, constata-se que a introdução das mesmas na organização propiciou uma racionalização no consumo dos recursos naturais, de maneira direta ou indireta, além de apresentar um impacto direto nos custos da organização. Sendo assim, novamente fica ressaltada a relação positiva existente entre políticas ambientais empresariais e os custos de produção, fator que ressalta a relevância da análise dos custos ambientais em empresas.

Fica evidente que a empresa, caso opte em não despendar tais valores para o tratamento das questões ambientais, terá seus custos reduzidos no curto prazo, uma vez que não necessitará desembolsar valores referentes a tais rubricas. Entretanto, no médio ou longo prazo, a empresa estará sujeita às sanções previstas na legislação dos órgãos fiscalizadores, onde eventuais penalizações muitas vezes inviabilizam a continuidade do negócio.

6.2.2 Evidenciação da Contabilidade Ambiental

Como parte integrante do MEGA, a evidenciação das informações ambientais através da contabilidade ambiental é apresentada na Figura 50.

Para a obtenção dos dados, os custos ambientais e as receitas ambientais foram compilados com base nos elementos oriundos da fase da determinação dos custos ambientais e os valores obtidos em cada passo.

Novamente deve ser ressaltada a existência de fatores intangíveis que podem alterar a situação patrimonial da empresa, quando analisados os elementos ambientais existentes na organização. Tais fatores podem ter sua existência estimada tanto no ativo, no passivo, nas receitas ou nos custos e despesas. Contudo, em função das restrições apresentadas no modelo, o mesmo não realiza a avaliação de tais elementos e sua posterior incorporação para análise, em função de ainda não existir um modelo que avalie satisfatoriamente os fatores intangíveis, incluindo aqueles relacionados com as questões ambientais.



BALANCETE AMBIENTAL			
ATIVO AMBIENTAL		PASSIVO AMBIENTAL	
<u>Circulante</u>	R\$ 2.700,00	<u>Exigível a Longo Prazo</u>	R\$ 3.587,68
Estoque de Insumos	R\$ 2.700,00	Resíduos Estocados na Empresa	R\$ 3.587,68
<u>Permanente</u>	R\$ 96.460,00		
Imobilizado Ambiental	R\$ 114.000,00		
(-) DAC	(R\$ 17.540,00)		
CUSTOS AMBIENTAIS		RECEITAS AMBIENTAIS	
<u>Custo Atividades Ambientais</u>	R\$ 5.859,58	<u>Receitas</u>	R\$ 5.602,00
Eliminar resíduos de pó e serragem	R\$ 4.920,74	Receita Venda Serragem de Madeira	R\$ 360,00
Eliminar resíduos de madeira e painéis	R\$ 26,47	Receita Venda Solvente c/ Pigmentos de Tinta	R\$ 160,00
Acondicionar borra de tinta	R\$ 30,64	Receita Venda Papel, Papelão e Metais	R\$ 80,00
Acondicionar resíduos metálicos	R\$ 175,49	Não-Necessidade de Aquisição de Solvente	R\$ 5.002,00
Acondicionar resíduos papel e papelão	R\$ 18,91		
Reciclar solvente	R\$ 487,33		
Treinamento / educação ambiental	R\$ 200,00		
<u>Taxas Relacionadas ao Meio Ambiente</u>	R\$ 265,35	<u>Situação Patrimonial Ambiental</u>	R\$ 96.095,25
Taxas Órgãos Federais	R\$ 150,00		
Taxas Órgãos Estaduais	R\$ 115,35		
TOTAL	R\$ 105.284,93	TOTAL	R\$ 105.284,93

Figura 50 - Balancete Mensal Ambiental na Tremarin Móveis Ltda.

No caso analisado, o valor registrado como estoque de insumos, no ativo circulante, refere-se à existência de filtros para serem utilizados nas cabines de pintura. No imobilizado ambiental, foram consideradas as três cabines de pintura existentes, o sistema de exaustão e o equipamento de reciclagem do solvente. Com relação ao passivo ambiental, foi considerado o estoque de resíduos Classe I armazenado nas dependências da empresa. Para a obtenção do valor, foi considerado o volume de resíduos existente (9,6 m³) e avaliado pelos valores que seriam despendidos pela empresa, caso os mesmos fossem enviados para um ARIP. Assim, ao considerar os valores patrimoniais envolvidos, observa-se a existência de ativos ambientais superiores aos passivos ambientais, o que é favorável à empresa.

Para a determinação dos custos e das receitas ambientais, foram obtidos os elementos apurados referente a esse item. No confronto de tais rubricas, observa-se a existência de um resultado mensal negativo, tendo sido evidenciado, no caso da empresa Tremarin, um prejuízo ambiental de R\$ 522,93 no período analisado. Entretanto, a situação patrimonial ambiental da empresa, considerando todos os elementos patrimoniais e de resultado apurados, evidencia um valor positivo na empresa analisada. Tal fato se deve em função de a empresa apresentar um volume de recursos no ativo ambiental em montante superior àquele observado no passivo ambiental.

Destaca-se que, para a apuração de tais valores, foram considerados apenas os elementos tangíveis. Entretanto, em tal análise, os fatores intangíveis apresentam-se



como inerentes ao processo, sendo relevantes no contexto analisado. Entretanto, em função das restrições de escopo apresentadas pelo modelo, tais valores não foram considerados na análise realizada.

6.3 ETAPA 3 - AVALIAÇÃO DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

Depois de levantadas as informações ambientais da empresa, nesta etapa são realizadas avaliações de tais informações. Conforme apresentado na estrutura geral do MEGA, são realizadas análises relativas aos custos da qualidade ambiental, de caráter mono e multicriterial, além de análises de benefício-custo.

6.3.1 Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental

Nesta fase são determinados os custos da qualidade ambiental, conforme seqüência apresentada na Figura 24.

Para a determinação de tais custos, são analisadas as atividades ambientais desenvolvidas na empresa na etapa 6.2.1.1. Em tal seqüência, foram evidenciadas as atividades ambientais desenvolvidas na Tremarin Móveis Ltda. que apresentam interface com a proteção ambiental. No mesmo sentido, foram identificados os custos de tais atividades.

Assim, depois de identificadas as atividades desenvolvidas, as mesmas necessitam ser classificadas na ótica dos custos da qualidade ambiental, conforme apresentado na Figura 10. Dessa forma, os resultados obtidos na Tremarin Móveis Ltda. estão apresentados na Figura 51.

Os custos da qualidade ambiental igualmente apresentam elementos intangíveis. Entretanto, apesar da relevância dos mesmos nas organizações, em função dos motivos apresentados no escopo do MEGA, os mesmos não foram incorporados no modelo para análise.



<u>PREVENÇÃO</u>	<u>R\$ 465,35</u>
Treinamento / educação ambiental	R\$ 200,00
Licença Prévia (LP) - Fepam	R\$ 16,20
Licença de Instalação (LI) - Fepam	R\$ 44,32
Licença de Operação (LO) - Fepam	R\$ 54,83
Taxa Controle Fiscalização Ambiental Ibama	R\$ 150,00
<u>CORREÇÃO</u>	<u>R\$ 5.659,58</u>
Eliminar resíduos de pó e serragem	R\$ 4.920,74
Eliminar resíduos de madeira e painéis	R\$ 26,47
Acondicionar borra de tinta	R\$ 30,64
Acondicionar resíduos metálicos	R\$ 175,49
Acondicionar resíduos papel e papelão	R\$ 18,91
Reciclar solvente	R\$ 487,33
<u>CONTROLE</u>	<u>R\$ 3.587,68</u>
Resíduos Estocados na Empresa	R\$ 3.587,68

Figura 51 - Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental na Tremarin Móveis Ltda.

Depois de apurados e agrupados os valores, os mesmos podem ser analisados na ótica dos custos da qualidade ambiental. A Figura 52 apresenta a representatividade dos custos ambientais na Tremarin Móveis Ltda.

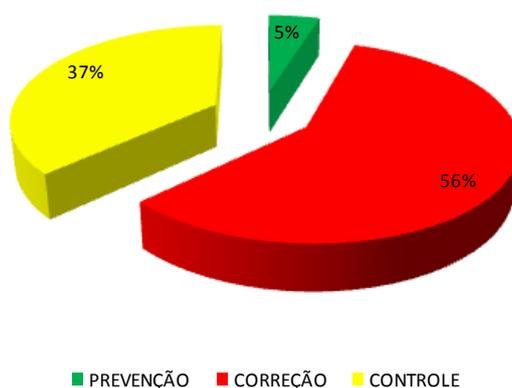


Figura 52 - Representatividade dos Custos da Qualidade Ambiental na Tremarin Móveis Ltda.

Com base nos elementos apresentados nesta análise, restou evidenciado que a empresa despende seus recursos com maior intensidade (56%) em atividades de correção existentes na empresa. Na seqüência, observa-se a existência, com menor intensidade, de recursos que são empregados em atividades de controle. Esse grupo fica



fortemente influenciado pela política da empresa em estocar os resíduos industriais nas dependências da empresa. Fica ressaltado, ainda, que a empresa despende 5% dos recursos aplicados na qualidade ambiental em atividades classificadas como de prevenção.

Entretanto, novamente neste aspecto os aspectos intangíveis são relevantes, porém de difícil mensuração. Assim, os mesmos não foram considerados nesta análise.

6.3.2 Análise Econômica Monocriterial

Nesta fase são realizadas análises conforme apresentado na Figura 25. Nesse sentido, são utilizados como ferramentas o VPL, a TIR e o *Payback* com atualização na análise de três casos específicos na Tremarin, sendo exploradas análises referentes ao motor elétrico no sistema de exaustão, às cabines de pintura e ao equipamento de reciclagem do solvente.

Os valores utilizados nas análises foram definidos em conjunto com o ecotime, baseado na realidade da empresa estudada.

6.3.2.1 Caso do Motor Elétrico no Sistema de Exaustão

Uma das maiores utilizações da energia elétrica em uma fábrica de móveis é para a exaustão dos resíduos gerados nos diversos processos. Assim, qualquer sistema de exaustão deve ser cuidadosamente estudado para não ocorrer desperdício. Como este ponto foi considerado como crítico pelo ecotime da Tremarin Móveis Ltda., em função dos resultados obtidos no item 6.2.1.1, são realizadas análises monocriteriais acerca da viabilidade na substituição do motor existentes no sistema de exaustão da lixadeira por um motor de alto rendimento.

Para tanto, foi comparada a situação apresentada com aquela vislumbrada com a introdução de um motor de alto rendimento de 30 kW. O rendimento do motor atual é de 89%, apresentando um consumo anual de R\$ 16.286,40. Com o novo motor, onde o rendimento buscado é de 93%, o consumo anual equivaleria a R\$ 15.590,00. Destaca-se que, com o motor de alto rendimento, a potência ativa consumida pelo motor (W_{cons}) fica diminuída. Assim, a Tabela 44 apresenta a análise do VPL na realização desse investimento. Para tanto, foi estruturado um fluxo de caixa considerando os valores



inicial e residual do investimento, bem como os valores anuais decorrentes da diminuição dos gastos com energia elétrica, caso tal investimento fosse realizado.

Tabela 44 - Análise do VPL na Substituição do Motor Elétrico na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Investimento Inicial	Diminuição Gasto Energia Elétrica	Valor Residual	Fluxo de Caixa
0	(R\$ 3.000,00)			(R\$ 3.000,00)
1		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
2		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
3		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
4		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
5		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
6		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
7		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
8		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
9		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
10		R\$ 1.461,75	(R\$ 900,00)	R\$ 561,75
VPL				R\$ 4.969,41

Em função de o VPL antes dos impostos ter apresentado valor positivo no período analisado, considerando uma TMA de 12% ao ano, observa-se a viabilidade na realização desse investimento. No mesmo sentido, com base no fluxo de caixa estruturado, a Tabela 45 apresenta análise da taxa interna de retorno contida nesse projeto.

Tabela 45 - Análise da TIR na Substituição do Motor Elétrico na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Investimento Inicial	Diminuição Gasto Energia Elétrica	Valor Residual	Fluxo de Caixa
0	(R\$ 3.000,00)			(R\$ 3.000,00)
1		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
2		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
3		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
4		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
5		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
6		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
7		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
8		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
9		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75
10		R\$ 1.461,75	(R\$ 900,00)	R\$ 561,75
TIR				47,43%



Com base na TIR antes dos impostos, observa-se a viabilidade na realização desse investimento, uma vez que a taxa apresenta-se positiva e bastante representativa, quando comparada com a TMA utilizada. Finalizando as análises econômicas monocriterais propostas pelo MEGA, a Tabela 46 apresenta a estruturação do cálculo do *payback* com atualização no caso apresentado.

Tabela 46 - Análise do *Payback* com Atualização na Substituição do Motor Elétrico na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Investimento Inicial	Diminuição Gasto Energia Elétrica	Valor Residual	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Atualizado
0	(R\$ 3.000,00)			(R\$ 3.000,00)	(R\$ 3.000,00)
1		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75	(R\$ 1.898,26)
2		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75	(R\$ 664,30)
3		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75	R\$ 717,73
4		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75	R\$ 2.265,60
5		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75	R\$ 3.999,22
6		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75	R\$ 5.940,87
7		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75	R\$ 8.115,52
8		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75	R\$ 10.551,13
9		R\$ 1.461,75		R\$ 1.461,75	R\$ 13.279,01
10		R\$ 1.461,75	(R\$ 900,00)	R\$ 561,75	R\$ 15.434,23
Payback (em anos)					2,5

Com base no cálculo apresentado, fica evidenciado retorno do investimento na substituição do motor atual por outro de alto rendimento no prazo de 4,5 anos. Assim, observa-se a viabilidade na realização deste investimento ambiental, com base nas três técnicas monocriterais utilizadas.

6.3.2.2 Caso das Cabines de Pintura

Como apresentado no item 6.1.2.1, a Tremarin Móveis Ltda. está estudando a viabilidade de substituição das cabines de pintura existentes, as quais estão baseadas em cortinas d'água para retenção das partículas de tinta que saem pelo bico da pistola e não são aplicadas nas peças elaboradas. Tais cabines seriam substituídas por outras denominadas *dry*, que utilizam filtro celulósico para a retenção das partículas.

Na estruturação do fluxo de caixa para a realização das análises monocriterais do MEGA, além de considerar o valor inicial e residual do investimento, foi estimada



para o período de 10 anos a redução no consumo de água oportunizado pela nova cabine de pintura, uma vez que a mesma não utiliza água para sua operacionalização. A redução na geração da borra de tinta igualmente foi estimada, tendo em vista o volume de resíduos apresentado nessa nova cabine ser bastante inferior àquele apresentado pela cabine com cortina d'água. Além disso, foi estimada economia com energia elétrica, uma vez que a nova cabine não necessita de bombeamento de água, dispensando, assim, o consumo de energia elétrica apresentado pelos motores. Assim, a Tabela 47 apresenta a tabela estruturada para o cálculo do VPL neste caso.

Tabela 47 - Análise do VPL no Caso das Cabines de Pintura na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Investimento Inicial	Redução no Consumo de Água	Redução na Geração de Borra de Tinta	Não-Utilização de Energia Elétrica	Valor Residual	Fluxo de Caixa
0	(R\$ 25.000,00)					(R\$ 25.000,00)
1		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
2		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
3		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
4		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
5		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
6		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
7		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
8		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
9		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
10		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40	R\$ 7.500,00	R\$ 14.394,72
VPL						R\$ 16.371,50

Observa-se que esse investimento ambiental é considerado viável através da análise do VPL antes dos impostos, tendo em vista o cálculo ter apresentado valor positivo no fluxo de caixa estruturado.

Na seqüência da metodologia apresentada pelo MEGA, torna-se necessário estabelecer qual a taxa interna de retorno (TIR) apresentada no projeto analisado. Para tanto, foram utilizadas as mesmas informações consideradas na situação anterior, realizando com as mesmas as rotinas pertinentes à determinação da TIR. Assim, a Tabela 48 apresenta o cálculo da taxa interna de retorno, com base no fluxo de caixa estruturado para esse caso.



Tabela 48 - Análise da TIR no Caso das Cabines de Pintura na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Investimento Inicial	Redução no Consumo de Água	Redução na Geração de Borra de Tinta	Não-Utilização de Energia Elétrica	Valor Residual	Fluxo de Caixa
0	(R\$ 25.000,00)					(R\$ 25.000,00)
1		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
2		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
3		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
4		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
5		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
6		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
7		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
8		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
9		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72
10		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40	R\$ 7.500,00	R\$ 14.394,72
TIR						25,53%

Assim, em função de TIR antes dos impostos ter se apresentado positiva e superior à TMA utilizada no cálculo, o investimento é considerado viável com base nesse critério.

Finalizando as técnicas de análise econômica monocriterial propostas pelo MEGA, a Tabela 49 apresenta o cálculo do *payback* com atualização no caso analisado.

Tabela 49 - Análise do *Payback* com Atualização no Caso das Cabines de Pintura na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Investimento Inicial	Redução no Consumo de Água	Redução na Geração de Borra de Tinta	Não-Utilização de Energia Elétrica	Valor Residual	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Atualizado
0	(R\$ 25.000,00)					(R\$ 25.000,00)	(R\$ 25.000,00)
1		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72	(R\$ 21.105,28)
2		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72	(R\$ 16.743,19)
3		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72	(R\$ 11.857,66)
4		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72	(R\$ 6.385,86)
5		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72	(R\$ 257,44)
6		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72	R\$ 6.606,39
7		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72	R\$ 14.293,88
8		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72	R\$ 22.903,86
9		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40		R\$ 6.894,72	R\$ 32.547,04
10		R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40	R\$ 7.500,00	R\$ 14.394,72	R\$ 50.847,41
Payback (em anos)							5,0

Observa-se que, com base nas premissas contidas no *payback*, o investimento nas cabines de pintura é recuperado em 5 anos. Assim, analisando as três ferramentas de análise monocriterial utilizadas, o investimento nas cabines de pintura é considerado



viável pelas três ferramentas de análise utilizadas, onde as mesmas foram estruturadas com base nos benefícios ambientais que tal investimento trará para a empresa.

6.3.2.3 Caso da Reciclagem do Solvente

O último caso analisado na Tremarin Móveis Ltda. com a utilização da análise econômica monocritério é o caso da reciclagem do solvente. Como apresentado no item 6.1.2.3, a empresa adquiriu um equipamento para reciclar o solvente usado na limpeza dos equipamentos constantes na linha de pintura. Para analisar a viabilidade na realização desse investimento, a Tabela 50 apresenta a estruturação da análise através do VPL. Na determinação do fluxo de caixa, foi considerada a não-necessidade de aquisição do solvente novo, uma vez que o equipamento recupera 41 litros de solvente por dia. No mesmo sentido, o restante do solvente resultante do processo de recuperação, o qual apresenta uma grande quantidade de pigmentos de tinta é vendido, resultando em um ingresso de recursos na empresa.

Tabela 50 - Análise do VPL no Caso da Reciclagem do Solvente na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Investimento Inicial	Não-Aquisição de Solvente	Venda Solvente com Pigmento de Tinta	Valor Residual	Fluxo de Caixa
0	(R\$ 4.000,00)				(R\$ 4.000,00)
1		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
2		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
3		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
4		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
5		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
6		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
7		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
8		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
9		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
10		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00	R\$ 1.200,00	R\$ 63.144,00
VPL					R\$ 346.383,78

Conforme o dado apresentado e as premissas contidas nesta ferramenta, observa-se a viabilidade na realização deste investimento com base neste critério, tendo em vista o mesmo apresentar VPL antes dos impostos com valor positivo no fluxo de caixa elaborado. Com base no mesmo fluxo de caixa, a Tabela 51 apresenta a estruturação da taxa interna de retorno inserida na realização desse investimento.



Tabela 51 - Análise da TIR no Caso da Reciclagem do Solvente na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Investimento Inicial	Não-Aquisição de Solvente	Venda Solvente com Pigmento de Tinta	Valor Residual	Fluxo de Caixa
0	(R\$ 4.000,00)				(R\$ 4.000,00)
1		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
2		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
3		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
4		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
5		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
6		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
7		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
8		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
9		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00
10		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00	R\$ 1.200,00	R\$ 63.144,00
TIR					1.548,60%

A evidenciação de uma taxa interna de retorno positiva indica a viabilidade na realização deste investimento. No caso analisado, observa-se a existência de uma TIR antes dos impostos em patamares bastante elevados, fator este que ratifica a viabilidade na realização deste investimento ambiental. No mesmo sentido, a Tabela 52 apresenta a determinação do tempo de retorno do investimento do equipamento para reciclagem do solvente.

Tabela 52 - Análise do *Payback* com Atualização no Caso da Reciclagem do Solvente na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Investimento Inicial	Não-Aquisição de Solvente	Venda Solvente com Pigmento de Tinta	Valor Residual	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Atualizado
0	(R\$ 4.000,00)				(R\$ 4.000,00)	(R\$ 4.000,00)
1		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00	R\$ 57.464,00
2		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00	R\$ 126.303,68
3		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00	R\$ 203.404,12
4		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00	R\$ 289.756,62
5		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00	R\$ 386.471,41
6		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00	R\$ 494.791,98
7		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00	R\$ 616.111,02
8		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00	R\$ 751.988,34
9		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00		R\$ 61.944,00	R\$ 904.170,94
10		R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00	R\$ 1.200,00	R\$ 63.144,00	R\$ 1.075.815,45
Payback (em anos)						0,1

Ao considerar a decisão de investimento com base no prazo de retorno deste investimento, observa-se que o caso analisado apresenta um prazo de retorno bastante



reduzido, fator este que induz à realização do investimento analisado. Tal decisão igualmente é conduzida nesse sentido com base nas demais ferramentas de análise econômica monocriteriais utilizadas neste caso.

6.3.2.4 Comparação Entre os Casos Analisados

Baseado nos dados obtidos nas análises anteriores, os quais apresentaram resultados distintos entre si, a Tabela 53 apresenta a compilação dos dados obtidos nos três casos analisados.

Tabela 53 - Resumo das Técnicas de Análise Econômica Monocriterial na Tremarin Móveis Ltda.

	VPL	TIR	Payback
Caso do Motor Elétrico no Sistema de Exaustão	R\$ 4.969,41	47,43%	2,5 anos
Caso das Cabines de Pintura	R\$ 16.371,50	25,53%	5,0 anos
Caso da Reciclagem do Solvente	R\$ 346.383,78	1.584,60%	0,1 ano

Com base nos dados obtidos, observa-se que o caso da reciclagem do solvente é aquele que apresenta os melhores resultados, com base nas três ferramentas de análise monocriterial utilizadas. Tal fato se deve pela economia evidenciada na não-aquisição de solvente proporcionada pela atividade desenvolvida.

Ao analisar os dois casos que ainda não estão implementados na empresa, observa-se um relativo equilíbrio entre os projetos. Apesar de o caso das cabines de pintura evidenciar um VPL maior, tal investimento apresenta uma taxa interna de retorno menor e é recuperado em um período de tempo maior, quando comparado com o caso do motor elétrico no sistema de exaustão.

Destaca-se que, nos casos analisados, foram considerados apenas os valores tangíveis de análise. Assim, os valores intangíveis poderiam eventualmente ser incorporados aos fluxos de caixa pela consideração de valores compensatórios equivalentes. Além disso, em função de a empresa analisada ser optante pelo Lucro Presumido, os valores obtidos nos fluxos de caixa não sofrem alteração em função de questões tributárias, conforme as regras vigentes para este tipo de tributação.



Assim, apesar de o caso das cabines de pintura ter sido considerado viável em todos os critérios de análise monocritério utilizados, o ecotime julgou relevante a apresentação de mais argumentos para embasar a decisão de investimento ambiental. Assim, são realizadas análises multicritérios para explorar mais adequadamente a viabilidade na realização deste investimento.

6.3.3 Análise Econômica Multicritério

A metodologia do AHP é utilizada no MEGA para auxílio no processo decisório na empresa Tremarin, a qual necessitava decidir entre dois projetos vinculados à área ambiental e que estavam apresentados para a mesma. Os dois projetos comparados são o investimento em cabines de pintura *dry* e a manutenção das cabines de pintura com a utilização de cortina d'água.

Diante da incerteza apresentada em função da existência dos dois projetos, cada qual apresentando vantagens aparentes em relação aos demais, aliado ao fato do investimento na cabine de pintura *dry* apresentar fragilidades quando da realização das análises monocritérios, como apresentado no item 6.3.2.2, foi utilizada a metodologia proposta pelo AHP na definição do projeto a ser selecionado.

Para tanto, inicialmente foram definidos os critérios que eram relevantes para a gestão ambiental na Tremarin. O primeiro critério apresentado como relevante pelo ecotime foi a capacidade de o projeto apresentado estimular ações internas na empresa. Na sequência, proteção ao meio ambiente evidenciada no projeto a ser implementado igualmente foi apresentada pelo grupo como fundamental. O atendimento à legislação foi outro fator considerado relevante na seleção de alternativas de cunho ambiental. Finalmente, considerou-se relevante a otimização nas rotinas de produção.

Assim, depois de definidos os critérios que são relevantes para a empresa para a análise de investimentos ambientais, os mesmos foram comparados de maneira pareada entre si, de maneira pareada, cujos resultados de tal análise estão apresentados na Tabela 54.



Tabela 54 - Matriz de Comparação Entre os Critérios do Método AHP na Tremarin Móveis Ltda.

CRITÉRIOS	Estimular Ações Internas	Proteção ao Meio Ambiente	Atendimento à Legislação	Otimizar Rotinas Produção
Estimular Ações Internas	1,00	3,00	0,20	0,11
Proteção ao Meio Ambiente	0,33	1,00	0,33	0,14
Atendimento à Legislação	5,00	3,00	1,00	0,33
Otimizar Rotinas Produção	9,00	7,00	3,00	1,00
SOMA	15,33	14,00	4,53	1,59

O próximo passo para a operacionalização do Processo Hierárquico de Análise (AHP) na definição de projetos de cunho ambiental é a normalização dos pesos atribuídos para cada critério. Para tanto, dividiu-se cada entrada da matriz apresentada na Tabela 54 pela soma das entradas de sua coluna respectiva. Assim, a Tabela 55 apresenta os pesos normalizados para cada critério, os quais revelam a importância atribuída pela empresa para cada critério envolvido na análise. Tal atribuição foi realizada com base nas atividades realizadas nos grupos focados com os integrantes do ecotime, os quais avaliaram a relevância dos elementos apresentados e atribuíram pesos aos atributos analisados.

Tabela 55 - Normalização dos Pesos dos Critérios na Tremarin Móveis Ltda.

CRITÉRIOS	Estimular Ações Internas	Atendimento à Legislação	Otimizar Rotinas Produção	Otimizar Rotinas Produção	Peso (ω)
Estimular Ações Internas	0,0652	0,2143	0,0441	0,0700	0,0984
Proteção ao Meio Ambiente	0,0217	0,0714	0,0735	0,0900	0,0642
Atendimento à Legislação	0,3261	0,2143	0,2206	0,2100	0,2427
Otimizar Rotinas Produção	0,5870	0,5000	0,6618	0,6300	0,5947
SOMA	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	

Para a determinação do vetor dos pesos no método AHP na situação analisada, é necessária a execução de outra rotina específica do método. A matriz de critérios (Tabela 54), quando multiplicada pelos pesos (ω_i) determinados na Tabela 55, evidencia o vetor de pesos.



Tabela 56 - Determinação do Vetor dos Pesos no Método AHP na Tremarin Móveis Ltda.

Estimular Ações Internas	0,4056
Proteção ao Meio Ambiente	0,2628
Atendimento à Legislação	1,1255
Otimizar Rotinas Produção	2,6578

Após isso, é realizado o cálculo do *lâmbda* máximo ($\lambda_{máx}$). No caso analisado, o mesmo resulta em $\lambda_{máx} = 4,2288$. No mesmo sentido, o Índice de Consistência (IC) é determinado por $(\lambda_{máx} - n)/(n-1)$. No estudo de caso realizado, o IC foi de 0,0763. Finalizando, o Índice Randômico No caso analisado, considerando um IR de 0,9, o grau de consistência é de 0,0847. Este índice evidencia que, em 8,47% das vezes, o tomador de decisão não conseguiu nenhum raciocínio lógico sobre o tema analisado. Tendo em vista este indicador, considerado consistente quando apresentado menor ou igual a 0,1, evidencia que a matriz encontrada está suficientemente ajustada para a realização das análises desejadas.

Para a seqüência da metodologia, necessita-se determinar o quão bem cada projeto apresentado à empresa satisfaz ou impacta em cada critério. Para tanto, é construída uma matriz de comparação, comparando os projetos entre si de maneira pareada, analisando cada um dos critérios estabelecidos.

É realizada a comparação entre os projetos de maneira pareada com relação a esta variável, analisando o quanto cada projeto é melhor ou pior do que outro com relação ao critério. A matriz definida pela empresa que evidencia a estimulação de ações internas nos dois projetos apresentados é apresentada na Tabela 57.

Tabela 57 - Relacionamento dos Projetos com a Estimulação de Ações Internas na Tremarin Móveis Ltda.

	Cabine Dry	Cabine com Água
Cabine Dry	1,00	3,00
Cabine com Água	0,33	1,00
SOMA	1,33	4,00

Para a determinação do impacto de cada projeto apresentado sobre a estimulação de ações internas, necessitou-se normalizar a matriz apresentada, onde é possível determinar o peso de cada atributo, conforme apresentado na Tabela 58.



Tabela 58 - Matriz Normalizada da Estimulação de Ações Internas na Tremarin Móveis Ltda.

	Cabine <i>Dry</i>	Cabine com Água	Peso (ω)
Cabine <i>Dry</i>	0,75	0,75	0,7500
Cabine com Água	0,25	0,25	0,2500
SOMA	1,00	1,00	

Conforme os dados apresentados observa-se que o projeto da cabine *dry* é o projeto que apresenta um maior impacto sobre os critérios estimulação de ações internas definidos pela empresa, tendo em vista este ter apresentado o maior peso referente a este critério.

No mesmo sentido, a matriz que representa a interação entre a proteção ao meio ambiente com os dois projetos apresentados para a empresa, seguindo a lógica de determinação do AHP é dada conforme matriz apresentada na Tabela 59.

Tabela 59 - Relacionamento dos Projetos com a Proteção ao Meio Ambiente na Tremarin Móveis Ltda.

	Cabine <i>Dry</i>	Cabine com Água
Cabine <i>Dry</i>	1,00	7,00
Cabine com Água	0,14	1,00
SOMA	1,14	8,00

Na seqüência, é determinada a matriz normalizada e o peso de cada atributo está apresentado na Tabela 60.

Tabela 60 - Matriz Normalizada da Proteção ao Meio Ambiente na Tremarin Móveis Ltda.

	Cabine <i>Dry</i>	Cabine com Água	Peso (ω)
Cabine <i>Dry</i>	0,88	0,88	0,8750
Cabine com Água	0,13	0,13	0,1250
SOMA	1,00	1,00	

Com base nos dados apresentados, constata-se que o projeto que apresenta um atendimento mais satisfatório aos critérios de proteção ao meio ambiente definido pela empresa é o da cabine *dry*, em virtude de este projeto ter apresentado um peso (ω) maior do que a cabine com água.



Da mesma forma como realizado com os critérios anteriores, deve ser realizada uma matriz de comparação entre os três projetos apresentados à empresa, avaliando quanto cada um contribui para o atendimento à legislação, realizando para tanto uma comparação pareada entre tais projetos. O estabelecimento da matriz referente à este critério obedeceu aos mesmos procedimentos já apresentados nos critérios anteriores, cujos resultados estão evidenciados na Tabela 61.

Tabela 61 - Relacionamento dos Projetos com o Atendimento à Legislação na Tremarin Móveis Ltda.

	Cabine <i>Dry</i>	Cabine com Água
Cabine <i>Dry</i>	1,00	5,00
Cabine com Água	0,20	1,00
SOMA	1,20	6,00

No mesmo sentido, a tabela normalizada referente aos resultados obtidos com essa matriz é dada conforme apresentado na Tabela 62.

Tabela 62 - Matriz Normalizada do Atendimento à Legislação na Tremarin Móveis Ltda.

	Cabine <i>Dry</i>	Cabine com Água	Peso (ω)
Cabine <i>Dry</i>	0,83	0,83	0,8333
Cabine com Água	0,17	0,17	0,1667
SOMA	1,00	1,00	

Conforme os dados apresentados, o projeto da cabine *dry* é o que apresenta resultados mais satisfatórios de atendimento à legislação no escopo do gerenciamento ambiental da organização, em virtude de ter apresentado um peso maior do que os demais projetos. Para finalizar a análise do relacionamento dos projetos apresentados com os critérios da gestão ambiental da organização abordada, são realizadas análises inerentes à matriz do atendimento à legislação na implantação de tais projetos e com reflexos na gestão ambiental, cujos resultados estão evidenciados na Tabela 63.

Tabela 63 - Relacionamento dos Projetos com Otimizar Rotinas de Produção na Tremarin Móveis Ltda.

	Cabine <i>Dry</i>	Cabine com Água
Cabine <i>Dry</i>	1,00	9,00
Cabine com Água	0,11	1,00
SOMA	1,11	10,00



Dessa maneira, a tabela de normalização dos valores obtidos nesse critério é apresentada na Tabela 64.

Tabela 64 - Matriz Normalizada da Otimização das Rotinas de Produção na Tremarin Móveis Ltda.

	Cabine <i>Dry</i>	Cabine com Água	Peso (ω)
Cabine <i>Dry</i>	0,90	0,90	0,9000
Cabine com Água	0,10	0,10	0,1000
SOMA	1,00	1,00	

Em função de o peso (ω) ter apresentado o maior valor no projeto da cabine *dry*, tal fato indica que este é o projeto que apresenta uma melhor interação com os objetivos de otimização nas rotinas de produção.

Com base nos resultados obtidos, constata-se que o projeto da cabine *dry* supera em todos os critérios analisados o projeto da cabine com água, nos requisitos estipulados pela empresa. Ainda assim, depois de definidos os pesos (ω) nas alternativas de projetos apresentados à empresa, é possível definir a matriz de priorização de tais projetos com base nos dados obtidos na análise pelo método AHP. Para tanto, é realizada uma relação entre o peso dos critérios com o peso dos atributos analisados em cada projeto, conforme apresentado na Tabela 65.

Tabela 65 - Matriz de Decisão Pelo Método AHP na Tremarin Móveis Ltda.

	Peso (ω)	Cabine <i>Dry</i>	Cabine com Água
Estimular Ações Internas	0,0984	0,7500	0,2500
Proteção ao Meio Ambiente	0,0642	0,8750	0,1250
Atendimento à Legislação	0,2427	0,8333	0,1667
Otimizar Rotinas Produção	0,5947	0,9000	0,1000
SOMA		0,8675	0,1325

Com base na matriz de priorização obtida neste estudo, o método AHP indicou ser mais interessante a empresa implementar o projeto da cabine *dry*, em virtude de o mesmo ter apresentado o *score* mais alto dentre os projetos apresentados. Tal evidenciação indica que este projeto apresenta uma maior quantidade de requisitos julgados importantes pela empresa, com base na matriz de priorização definida.



6.3.4 Análise Benefício-Custo

Tendo em vista os procedimentos apresentados na fase 4.3.4 do MEGA, nesta fase são confrontados os benefícios evidenciados em função da presença de elementos ambientais na empresa com os custos decorrentes dos mesmos, conforme seqüência apresentada na Figura 29. Nesse sentido, tendo em vista os elementos propiciados pela análise do benefício-custo, foi considerado como relevante pelo ecotime a realização de análises nesse sentido no caso da substituição do motor elétrico no sistema de exaustão, no caso da cabine de pintura e no caso da reciclagem do solvente.

6.3.4.1 Caso do Motor Elétrico no Sistema de Exaustão

O caso da substituição do motor existente no sistema de exaustão da Tremarin Móveis Ltda. por outro de alto rendimento já foi explorado e considerado viável quando da realização das análises mono e multicriteriais. Agora, é analisada a relação benefício-custo evidenciada em tal investimento.

Nesse sentido, a Tabela 66 apresenta a estruturação do cálculo do benefício evidenciado em tal substituição, o qual foi projetado para o período de 10 anos e trazido a valor presente através de uma TMA de 12% ao ano. O benefício em questão, determinado pelo ecotime no caso analisado, foi estimado pela diminuição no gasto com energia elétrica proporcionado pela substituição sugerida.

Tabela 66 - Determinação do Benefício Ambiental da Substituição do Motor Elétrico na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Diminuição Gasto Energia Elétrica	Benefício Total	Benefício Total a PV
1	R\$ 1.461,75	R\$ 1.461,75	R\$ 1.305,13
2	R\$ 1.461,75	R\$ 1.461,75	R\$ 1.165,29
3	R\$ 1.461,75	R\$ 1.461,75	R\$ 1.040,44
4	R\$ 1.461,75	R\$ 1.461,75	R\$ 928,97
5	R\$ 1.461,75	R\$ 1.461,75	R\$ 829,43
6	R\$ 1.461,75	R\$ 1.461,75	R\$ 740,57
7	R\$ 1.461,75	R\$ 1.461,75	R\$ 661,22
8	R\$ 1.461,75	R\$ 1.461,75	R\$ 590,37
9	R\$ 1.461,75	R\$ 1.461,75	R\$ 527,12
10	R\$ 1.461,75	R\$ 1.461,75	R\$ 470,64
TOTAL	R\$ 14.617,45	R\$ 14.617,45	R\$ 8.259,19



Dando continuidade às rotinas propostas pelo MEGA, a Tabela 67 apresenta a estruturação dos custos envolvidos em tal investimento, igualmente trazidos a valor presente com base na TMA de 12% ao ano.

No caso apresentado, o custo foi estimado em função da aquisição de um novo motor de alto rendimento, conforme apresentado no item 6.3.2.1. Assim, como apresentado naquele item, o custo de aquisição do mesmo é de R\$ 3.000,00. Contudo, observa-se a existência de custos apenas no período inicial do projeto, uma vez que, nos períodos subseqüentes, não mais serão necessários desembolsos por parte da empresa com relação a esse item. Além disso, o valor do consumo de energia elétrica nas duas situações foi considerado quando da estimação dos benefícios.

Tabela 67 - Determinação dos Custos Anuais da Substituição do Motor Elétrico na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Custo Total	Custo a PV
1	R\$ 3.000,00	R\$ 2.678,57
2	R\$ 0,00	R\$ 0,00
3	R\$ 0,00	R\$ 0,00
4	R\$ 0,00	R\$ 0,00
5	R\$ 0,00	R\$ 0,00
6	R\$ 0,00	R\$ 0,00
7	R\$ 0,00	R\$ 0,00
8	R\$ 0,00	R\$ 0,00
9	R\$ 0,00	R\$ 0,00
10	R\$ 0,00	R\$ 0,00
TOTAL	R\$ 3.000,00	R\$ 2.678,57

Uma vez estimados os benefícios e os custos envolvidos nesse investimento, a Tabela 68 apresenta a determinação do índice benefício-custo do mesmo.

Tabela 68 - Índice Benefício-Custo na Substituição do Motor Elétrico na Tremarin Móveis Ltda.

Benefício Ambiental	R\$ 8.259,19
Custo Substituição Motor	R\$ 2.678,57
Índice Benefício-Custo	3,08

Conforme pode ser evidenciado com o resultado obtido, os benefícios ambientais equivalem a 1 ano e 4 meses de custo envolvido no projeto.



6.3.4.2 Caso das Cabines de Pintura

Como apresentado no item 6.3.2.2, o fluxo de caixa estruturado naquele momento é utilizado para a estimação dos benefícios decorrentes das atividades desenvolvidas com a cabine de pintura sem necessitar a utilização de água para a operacionalização do processo, caracterizando, assim, o benefício ambiental total para este caso. Assim, a Tabela 69 apresenta a determinação dos benefícios no caso em tela, onde os mesmos foram trazidos a valor presente com base em uma TMA de 12% ao ano.

Tabela 69 - Determinação do Benefício na Substituição das Cabines de Pintura na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Redução no Consumo de Água	Redução na Geração de Borra de Tinta	Não-Utilização de Energia Elétrica	Benefício Total	Benefício Total a PV
1	R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40	R\$ 6.894,72	R\$ 6.156,00
2	R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40	R\$ 6.894,72	R\$ 5.496,43
3	R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40	R\$ 6.894,72	R\$ 4.907,53
4	R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40	R\$ 6.894,72	R\$ 4.381,72
5	R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40	R\$ 6.894,72	R\$ 3.912,25
6	R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40	R\$ 6.894,72	R\$ 3.493,08
7	R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40	R\$ 6.894,72	R\$ 3.118,82
8	R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40	R\$ 6.894,72	R\$ 2.784,66
9	R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40	R\$ 6.894,72	R\$ 2.486,31
10	R\$ 404,40	R\$ 3.583,92	R\$ 2.906,40	R\$ 6.894,72	R\$ 2.219,92
TOTAL	R\$ 4.044,00	R\$ 35.839,20	R\$ 29.064,00	R\$ 68.947,20	R\$ 38.956,71

Por sua vez, a Tabela 70 apresenta a estruturação dos custos inerentes à operacionalização de tal cabine.

Tabela 70 - Determinação do Custo na Substituição das Cabines de Pintura na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Aquisição Filtros Dry	Custo a PV
1	R\$ 300,00	R\$ 267,86
2	R\$ 300,00	R\$ 239,16
3	R\$ 300,00	R\$ 213,53
4	R\$ 300,00	R\$ 190,66
5	R\$ 300,00	R\$ 170,23
6	R\$ 300,00	R\$ 151,99
7	R\$ 300,00	R\$ 135,70
8	R\$ 300,00	R\$ 121,16
9	R\$ 300,00	R\$ 108,18
10	R\$ 300,00	R\$ 96,59
TOTAL	R\$ 3.000,00	R\$ 1.695,07



Os custos apresentados se referem somente à aquisição dos filtros de papel utilizados nas cabines, os quais devem ser trocados anualmente.

Assim, uma vez estimados os benefícios e os custos envolvidos na realização deste investimento ambiental, a Tabela 71 apresenta a determinação do índice benefício-custo confrontando estes dois dados.

Tabela 71 - Índice Benefício-Custo na Substituição das Cabines de Pintura na Tremarin Móveis Ltda.

Benefício Ambiental	R\$ 38.956,71
Custo Cabines de Pintura	R\$ 1.695,07
Índice Benefício-Custo	22,98

Como evidenciado, observa-se a larga vantagem na realização deste investimento ambiental, uma vez que os benefícios apresentados são sensivelmente superiores aos custos apresentados.

6.3.4.3 Caso da Reciclagem do Solvente

O terceiro caso analisado no âmbito do benefício-custo é referente à reciclagem do solvente na Tremarin.

No caso dos benefícios, os mesmos são facilmente determinados através da economia de recursos proporcionada pela não-aquisição do solvente em função da recuperação, os quais, conforme apresentado no item 6.2.1.2 estão estimados em R\$ 5.002,00 por mês. Ainda no mesmo item, restou evidenciado que a venda do solvente resultante do processo de recuperação, o qual apresenta um alto grau de partículas de tinta, resulta em um valor mensal de R\$ 160,00.

Com base nesses elementos, a Tabela 72 apresenta os valores anuais dos benefícios estimados para este caso.



Tabela 72 - Determinação do Benefício no Caso da Recuperação do Solvente na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Não-Aquisição de Solvente	Venda Solvente com Pigmento de Tinta	Benefício Total	Benefício Total a PV
1	R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00	R\$ 61.944,00	R\$ 51.758,02
2	R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00	R\$ 61.944,00	R\$ 43.247,01
3	R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00	R\$ 61.944,00	R\$ 36.135,54
4	R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00	R\$ 61.944,00	R\$ 30.193,46
5	R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00	R\$ 61.944,00	R\$ 25.228,50
6	R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00	R\$ 61.944,00	R\$ 21.079,96
7	R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00	R\$ 61.944,00	R\$ 17.613,60
8	R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00	R\$ 61.944,00	R\$ 14.717,25
9	R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00	R\$ 61.944,00	R\$ 12.297,17
10	R\$ 60.024,00	R\$ 1.920,00	R\$ 61.944,00	R\$ 10.275,04
TOTAL	R\$ 600.240,00	R\$ 19.200,00	R\$ 619.440,00	R\$ 262.545,54

Conforme apresentado na Figura 46, a atividade de reciclagem do solvente apresenta um custo mensal de R\$ 487,33, constituindo-se na segunda atividade mais onerosa apresentada pela empresa. Neste valor, estão considerados todos os gastos relativos à execução dessa atividade. Assim, a Tabela 73 apresenta o cálculo dos custos anuais inerentes a esse caso.

Tabela 73 - Custo Anual da Reciclagem de Solvente na Tremarin Móveis Ltda.

Período	Custo Total	Custo a PV
1	R\$ 5.847,96	R\$ 4.886,33
2	R\$ 5.847,96	R\$ 4.082,83
3	R\$ 5.847,96	R\$ 3.411,46
4	R\$ 5.847,96	R\$ 2.850,48
5	R\$ 5.847,96	R\$ 2.381,75
6	R\$ 5.847,96	R\$ 1.990,10
7	R\$ 5.847,96	R\$ 1.662,85
8	R\$ 5.847,96	R\$ 1.389,41
9	R\$ 5.847,96	R\$ 1.160,94
10	R\$ 5.847,96	R\$ 970,04
TOTAL	R\$ 58.479,60	R\$ 24.786,19

Dessa forma, com base na metodologia proposta na Figura 29, o IBC da reciclagem do solvente apresentado na Tabela 74.

Tabela 74 - Índice Benefício-Custo na Reciclagem do Solvente na Tremarin Móveis Ltda.

Benefício Mensal	R\$ 262.545,54
Custo Mensal	R\$ 24.786,19
Índice Benefício-Custo	10,59



Com base no IBC obtido, observa-se que a atividade de reciclagem apresenta benefícios mensais em um patamar 10,59 vezes maior que o custo de operacionalização dessa atividade. Assim, observa-se a larga vantagem na execução dessa atividade.

6.3.4.4 Comparação Entre os Índices Benefício-Custo Obtidos

Uma vez determinados os IBC em cada projeto analisado, os mesmos devem ser comparados entre si. Assim, a Tabela 75 apresenta o ranking dos IBC nos três casos analisados.

Tabela 75 - Ranking dos IBC Obtidos na Tremarin Móveis Ltda.

Classificação	Projeto	IBC
1º	Caso da Cabine de Pintura	22,98
2º	Caso da Reciclagem do Solvente	10,59
3º	Caso da Substituição do Motor	3,08

Com base nos dados apresentados, observa-se que o caso da cabine de pintura apresentou uma relação benefício-custo superior às demais analisadas. Tal fato se deve em função de tal projeto estar baseado na lógica da produção mais limpa, onde os benefícios estimados são bastante superiores aos custos respectivos. Assim, esse fato indica a priorização na realização desse investimento ambiental na Tremarin.

O caso da reciclagem do solvente igualmente se apresentou com um IBC elevado em função dos benefícios apresentados principalmente não-necessidade de aquisição do solvente em decorrência de tal investimento.

Na última posição do ranking do IBC é apresentado o caso da substituição do motor no sistema de exaustão. Apesar de a empresa necessitar desembolsar o valor do novo motor somente no início do projeto, os benefícios são diluídos ao longo do projeto com a economia de energia elétrica proporcionada pelo mesmo.

Contudo, ressalta-se que todos os casos apresentam ainda benefícios intangíveis, os quais não foram considerados nesse modelo em função das restrições de escopo apresentadas. Entretanto, deve ser destacado que tais benefícios, apesar de intangíveis, apresentam vantagens tanto para a empresa como para o meio ambiente.



6.4 ETAPA 4 - ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A etapa da análise dos impactos ambientais apresentada no MEGA foi aplicada na empresa Tremarin Móveis Ltda. Assim, o ecotime realizou análises inerentes ao *benchmarking* ambiental da empresa, bem como foram realizados estudos acerca da estruturação dos indicadores ambientais.

6.4.1 Definição de Indicadores Ambientais

Como apresentado na estrutura do MEGA, com base nas discussões realizadas com o ecotime da empresa Tremarin, foram estruturados os indicadores ambientais em função dos pontos julgados pelo grupo como relevantes e passíveis de serem monitorados, com o intuito de otimizar as ações gerenciais da empresa. Assim, os indicadores estruturados estão apresentados na Tabela 76.

Tabela 76 - Indicadores Ambientais Estruturados na Tremarin Móveis Ltda.

Indicador Ambiental	Unidade de Medida
Consumo de energia elétrica	kWh
Volume de borra gerada no processo industrial	m ³
Quantidade de resíduos estocados na empresa	m ³
Número de não-conformidades legais registradas	Unidades
Volume de resíduos encaminhado para reciclagem	kg

Na seqüência apresentam-se os detalhes acerca de cada indicador ambiental apresentado.

Em função da relevância apontada da energia elétrica na composição dos custos ambientais, como apresentado na Figura 37, foi decidido pela empresa pela estruturação de um indicador denominado **‘Consumo de energia elétrica’**. Tal indicador está contemplado no conjunto do meio ambiente (EN), no aspecto energia, como um indicador adicional do conjunto de indicadores do GRI, além de estar relacionado ao item 4.5.1 da NBR ISO 14032 – Monitoramento e medição. Como responsável pelo



indicador, foi designado o gerente industrial, onde a periodicidade de coleta dos dados e acompanhamento do indicador é mensal. Para tanto, o indicador é obtido através do total de energia elétrica mensal consumida (em kWh). Como meta mensal, a empresa estipulou o consumo de 52.000 kWh.

O outro indicador estruturado apresenta relação direta com o indicador apresentado anteriormente. Denominado '**Volume de borra gerada no processo industrial**', o mesmo tem origem no item 4.5.1 da NBR ISO 14032 – Monitoramento e medição. Este indicador apresenta o monitoramento mensal referente à geração de resíduos a serem enviados para aterro industrial. Assim, sob a responsabilidade do encarregado do setor de pintura, é calculado analisando o volume (em m³) de borra gerada no mês. Como meta associada ao indicador anteriormente apresentado, a empresa definiu o volume mensal de 9 m³ de resíduos.

O terceiro indicador apresentado é a '**Quantidade de resíduos estocados na empresa**'. O mesmo foi apontado em função de a empresa não dispor os resíduos industriais em um ARIP, sendo os mesmos armazenados na própria empresa. A origem deste indicador é o grupo de meio ambiente (EN) do aspecto de emissões, efluentes e resíduos, como um indicador essencial do grupo do GRI, além do item 4.5.1 da NBR ISO 14032 – Monitoramento e medição. A estruturação deste indicador foi considerada essencial na Tremarin, uma vez que os mesmos são armazenados na própria empresa. Igualmente de responsabilidade do gerente industrial, este indicador, em função da sua relevância e necessidade de acompanhamento mais acurado, deve ser analisado mensalmente. Para tanto, a forma de cálculo é dada pelo volume (em m³) de resíduos estocados + volume (em m³) gerado no mês. Como meta, a empresa deseja aumentar, no máximo, 9 m³ de resíduos por ano.

O indicador '**Número de não-conformidades legais registradas**' está relacionado ao conjunto de indicadores de meio ambiente (EN) do aspecto conformidade, como um indicador essencial proposto pelo GRI, além de ter origem legal no item 4.3.2 da NBR ISO 14032 – Requisitos legais e outros. O mesmo evidencia o grau de fatores não-conformes que são evidenciados na organização. Em função das características intrínsecas do indicador, o mesmo deve ficar sob a responsabilidade do gerente industrial. Com relação à periodicidade da coleta de dados do indicador, o mesmo pode ser atualizado anualmente, sendo calculado analisando o total de não-conformidades legais registradas por ano (incluem multas, autuações, contaminações).



Como meta deste indicador, analisando as questões legais, a empresa definiu como nenhuma não-conformidade por ano.

Finalizando esta fase, foi decidido pela relevância na estruturação de um indicador denominado **‘Volume de resíduos encaminhado para reciclagem’**. A origem deste indicador é apontada no item 4.3.1 da NBR ISO 14032 – Aspectos ambientais. O responsável pelo indicador é o gerente industrial, cujos dados são coletados de forma mensal. Para tanto, são considerados os volumes de resíduos (em kg) encaminhados mensalmente para reciclagem, considerando o plástico, o papel e o papelão. Assim, ficou acordada a meta de envio de 110 kg de resíduos para a reciclagem por mês.

A estruturação deste grupo de indicadores foi considerada suficiente neste momento da empresa, uma vez que o SGA está em fase de estruturação. Contudo, depois da operacionalização deste grupo de indicadores, novos elementos poderão ser inseridos na forma de novos indicadores para serem monitorados.

Ficou acordada, ainda, a reunião dos ecotimes na sexta-feira da terceira semana de cada mês, onde os resultados serão analisados pelos integrantes do grupo. Na oportunidade, eventuais dificuldades ou melhorias serão analisadas, podendo surgir aprimoramentos nos controles correspondentes.

6.4.2 Estabelecimento de *Benchmarking* Ambiental

Nesta fase, o ecotime da Tremarin analisou a situação apresentada pela empresa, comparando a mesma com outras realidades apresentadas por outras empresas de classe mundial. Assim, o grupo ponderou a realidade da indústria alemã, a qual é considerada como referência por empresas de todo o mundo.

Além disso, em virtude de visitas de integrantes do ecotime àquele País, os mesmos apresentaram elementos que foram considerados relevantes para estabelecer esta realidade como referência nas ações a serem desenvolvidas na área ambiental da Tremarin. Entre as considerações, ressalta-se a consciência ambiental observada nas ações desenvolvidas no segmento empresarial daquele país, além das ações desenvolvidas para minimizar o impacto da atividade operacional sobre o meio ambiente desenvolvidas.



O grupo também julgou prudente buscar um banco de dados referenciais internacionais nessa área, o qual possibilitará o *benchmarking* dos indicadores ambientais estruturados com a realidade internacional. Além disso, o armazenamento dos indicadores internos propiciará a construção de um banco de dados que possibilitará analisar a evolução e a tendência dos mesmos.

6.5 ETAPA 5 - PLANOS DE MELHORIA

Como última etapa integrante do MEGA, a etapa dos planos de melhoria apresenta as discussões do ecotime acerca das oportunidades de otimização evidenciadas pelas análises decorrentes do modelo.

6.5.1 Organização de Grupos de Melhoria

Como evidenciado na apresentação do MEGA, nesta fase são identificadas as oportunidades de melhoria em decorrência das análises realizadas.

A primeira constatação foi a necessidade de substituição do motor do sistema de exaustão. Tal fato se justifica em função do elevado gasto identificado com esse recurso na execução das atividades ambientais, como apresentado na Figura 37. Tal substituição se justifica em função das análises realizadas no item 6.3.2.1, ocasião em que foi considerada viável a substituição do motor através das ferramentas de análise monocriterial utilizadas. Finalmente, a Tabela 68 apresentou um índice benefício-custo que novamente indica a viabilidade na realização de tal investimento. Assim, o ecotime apontou como urgente a realização desse investimento, o qual trará importantes benefícios ambientais para a empresa.

Outro apontamento realizado pelo ecotime foi baseado na Tabela 75, a qual aponta um índice benefício-custo mais elevado no caso da substituição das cabines de pintura. Dessa maneira, essa foi a outra recomendação do ecotime para a Tremarin.

6.5.2 Feedback

Na fase anterior, o ecotime apresentou algumas sugestões de investimento para a Tremarin Móveis Ltda., com base nas análises realizadas no MEGA.



Dessa maneira, depois de implementadas as alterações propostas, as mesmas devem ser incorporadas no modelo, sendo reavaliados os elementos de análise correspondentes. Assim, a determinação dos custos ambientais, a evidenciação da contabilidade ambiental, as análises mono e multicriterial, de benefício-custo e dos custos da qualidade ambiental deverão ser reestruturadas. No mesmo sentido, o acompanhamento dos indicadores ambientais apresentará a evolução dos pontos identificados como relevantes de serem monitorados, podendo conduzir a novas oportunidades de otimização.

Assim, diante da nova realidade apresentada, novas oportunidades de melhoria serão exploradas, trabalhando sempre na lógica da melhoria contínua.

6.6 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

O custo das atividades ambientais evidenciou a intensa utilização de energia elétrica na atividade de eliminação de resíduos de pó e serragem. Essa constatação desencadeou a análise da substituição dos motores existentes por outros de alto rendimento, com a finalidade de racionalizar o consumo de energia elétrica. Essa substituição foi considerada viável tanto nas análises monocriteriais como na análise benefício-custo, as quais apontaram a relevância na realização desse investimento. Em tal situação, poderiam ainda ser realizados estudos acerca da alteração do *layout* do sistema de exaustão para aumentar a eficiência do mesmo. Contudo, tal análise não foi explorada em função de não apresentar vinculação direta com as questões ambientais, conforme definido no escopo do modelo. Observa-se que a empresa não despense recursos com serviços de terceiros para a execução das atividades ambientais, uma vez que esta internaliza os recursos necessários para tanto.

A análise dos custos da qualidade ambiental explicita uma característica evidenciada na empresa: a da internalização das atividades ambientais desenvolvidas. Conforme apresentado, a empresa não apresenta valores referentes aos custos de avaliação, bem como aos custos das falhas externas. Assim, quase a totalidade dos recursos abrangidos nessa análise são evidenciados nos custos das falhas internas, uma vez que a empresa trabalha para minimizar os impactos gerados ao meio ambiente no decorrer do processo produtivo. Assim, o ecotime julgou prudente um investimento



maior em ações de prevenção, as quais minimizariam os demais custos decorrentes da qualidade ambiental na Tremarin.

Quando da realização da análise monocriterial, o caso da reciclagem do solvente apresentou os melhores desempenhos, em cada ferramenta analisada neste grupo. Entretanto, a substituição das cabines de pintura que utilizam água para a retenção das partículas de tinta por outras que utilizam um filtro de material celulósico apresentou os piores desempenhos monocriteriais analisados, o que fragilizou a decisão de investimento ou não neste ativo. Assim, com a finalidade de explorar mais adequadamente tal investimento, foi realizada análise multicriterial comparando os dois projetos (da cabine com água e a cabine *dry*), onde a mesma evidenciou as vantagens do novo projeto em comparação com as cabines com água existentes na empresa. Contudo, ao analisar os índices benefício-custo estruturados na Tremarin, o caso das cabines de pintura consta como aquele com a melhor relação nesse sentido, em função de os benefícios decorrentes da realização desse investimento ser maiores do que os custos correspondentes. Assim, tal fato evidencia a necessidade de um entendimento amplo dos aspectos econômicos decorrentes das atividades ambientais realizadas no ambiente empresarial, devendo as mesmas ser analisadas sob vários aspectos, fator este que possibilita a tomada de decisão de maneira estruturada.

Um problema evidenciado pelas análises realizadas no MEGA na Tremarin, e considerado relevante pelo ecotime, foi a estocagem da borra de tinta nas dependências da empresa. Em decorrência de tal prática, apesar de a empresa economizar os valores com o transporte e disposição dos resíduos em ARIP, a responsabilidade pelos resíduos continua existindo. Tal fato foi apontado como relevante quando da análise dos custos da qualidade ambiental e da estruturação da contabilidade ambiental. Assim, o ecotime apontou como relevante a busca de solução alternativa para a borra de tinta estocada. Um dos integrantes do grupo apontou a possibilidade de realização de pirólise com esses resíduos. Dessa forma, ficou registrada a necessidade de investigação a respeito do assunto e de realização de estudos nesse sentido, incorporando as análises do MEGA para tanto.

No tocante aos indicadores estruturados, os mesmos foram considerados como relevantes para a empresa, uma vez que a mesma não contava com tal ferramenta para monitorar o desempenho das variáveis ambientais consideradas mais relevantes.

Com a estruturação da contabilidade ambiental na Tremarin, foi possível determinar o resultado apresentado pela empresa pela confrontação entre as receitas e os



custos correspondentes, onde restou apurado um prejuízo mensal no valor de R\$ 522,93. Este valor apresenta-se bastante reduzido, apesar de a empresa realizar sete atividades de cunho ambiental no ambiente organizacional. Destaca-se, entretanto, que o valor reduzido dos custos ambientais foi diretamente influenciado pelas práticas ambientais desenvolvidas na empresa. Dentre tais práticas, destaca-se a reciclagem, a qual permite desde o ingresso de recursos em decorrência da venda dos resíduos segregados, até a não-aquisição do solvente utilizado em função da recuperação do mesmo. Além disso, destaca-se que a empresa encontra-se de maneira regular com os órgãos de fiscalização, em função das taxas recolhidas aos mesmos.

Ao realizar uma avaliação global da aplicabilidade do modelo na empresa, o ecotime apontou como relevantes as análises realizadas, manifestando o interesse de incorporar o mesmo nas decisões futuras inerentes ao gerenciamento das variáveis ambientais no ambiente organizacional. No mesmo sentido, restou determinada a inclusão de outros integrantes da empresa ao ecotime, uma vez que as técnicas já foram assimiladas e podem ser multiplicadas a outros integrantes da empresa.



7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o término deste trabalho, algumas considerações acerca do trabalho realizado devem ser apresentadas, bem como recomendações para trabalhos futuros nessa área podem ser sugeridos.

O objetivo deste trabalho apresentado no item 1.2 era desenvolver um modelo de gestão ambiental que analise seus impactos econômicos em empresas. Dessa forma, o presente trabalho apresentou o MEGA – Modelo Econômico de Gestão Ambiental, onde foi apresentado um modelo que congrega as variáveis ambientais que se apresentam no ambiente empresarial e analisa as mesmas sob o enfoque econômico.

Além do objetivo geral, foram ainda apresentados três objetivos específicos para este trabalho. O primeiro deles trata da realização de análise crítica dos modelos de avaliação ambiental atualmente existentes. Assim, o capítulo 3 apresenta uma análise acerca de tais modelos, buscando limitações dos mesmos no tocante às análises econômicas sugeridas. Em tal análise, restaram evidenciadas quais as características relevantes para um modelo considerar as variáveis ambientais sob o enfoque econômico, sendo as mesmas utilizadas posteriormente para a construção do MEGA.

O segundo objetivo específico era referente a apresentação de elementos que propiciassem a incorporação econômica da gestão ambiental nas rotinas de decisão de empresas industriais. Para tanto, no capítulo 2 foram discutidos aspectos inerentes à gestão e ao controle ambiental, onde além das técnicas observadas no ambiente fabril que se relacionam com o tema, foram realizadas análises acerca da contabilidade ambiental. No mesmo sentido, foram buscadas ferramentas de análise mono e multicriterial que pudessem ser aplicadas à decisão de investimento ambiental.

Como terceiro objetivo específico apresentado foi proposta a aplicação do modelo em empresas do setor moveleiro, discutindo os principais aspectos inerentes às aplicações. Assim, no capítulo 5, o modelo desenvolvido foi aplicado na empresa Piva Comércio e Indústria Ltda., onde foram realizadas análises inerentes ao modelo com base na realidade apresentada por aquela empresa. Conforme apresentado naquele capítulo, a empresa analisada já desenvolve diversas ações relacionadas com a proteção ambiental. Dessa forma, quando aplicado na Piva, as análises referentes ao MEGA foram de caráter mais avaliativo das ações já desenvolvidas. Na sequência do trabalho



realizado, observa-se no capítulo 6 a aplicação do MEGA na empresa Tremarin Móveis Ltda. Nesta empresa, em função de a mesma estar em processo de implantação de um SGA, as análises realizadas conduziram a proposições de melhoria, avaliando os aspectos futuros da gestão ambiental no ambiente organizacional.

Este modelo se mostrou relevante em função da incorporação dos aspectos econômicos na gestão ambiental em empresas. A identificação dos custos operacionais ambientais e o relacionamento dos mesmos com os aspectos econômicos do gerenciamento ambiental não era observado em modelos anteriormente apresentados na literatura, fator este que responde positivamente à questão de pesquisa apresentada neste trabalho.

No decorrer das análises, várias foram as conclusões passíveis de serem realizadas. A primeira destas é a necessidade de a empresa estruturar suas ações com base nos aspectos econômicos da gestão ambiental apresentados pelo MEGA, em função das análises proporcionadas. Outra conclusão é a de que quanto mais ações estruturadas de prevenção e avaliação das atividades ambientais, menor o risco de desencadear um custo intangível no futuro. Este fato é caracterizado pela gestão dos resíduos industriais, uma vez que, caso a empresa previna a geração dos mesmos, não é necessário enviar para depósito em ARIP, não tendo assim a responsabilidade sobre os resíduos em caso de acidente

Outra constatação possível de realização com a aplicação do MEGA foi a relação direta entre as práticas ambientais e os custos apresentados pela empresa. Apesar de o modelo não apurar diretamente o resultado específico da técnica, foram apurados os resultados apresentados pela empresa em decorrência das ações apresentadas na operacionalização das mesmas. Um exemplo disso foi observado no caso do arame na empresa Piva, onde através da implantação de rotinas de Produção Mais Limpa a empresa alcançou reduções de custos consideráveis no ambiente fabril. Outra constatação realizada foi a diferença no valor dos custos operacionais ambientais apresentados pelas empresas analisadas nos dois casos realizados. Nesse sentido, observa-se que a Piva apresentou valores em patamares bastante reduzidos nesse sentido, quando comparado com aqueles apresentados pela Tremarin. Tal fato se justifica em função das políticas ambientais implantadas pela Piva, aliado ao mais elevado grau de maturidade apresentado por esta empresa referente ao tratamento das questões ambientais no ambiente organizacional. Entretanto, ficou ressaltada a importância de analisar análises ambientais ao longo da cadeia produtiva, tendo em



vista que ações não eliminam o problema, podem apenas deslocar a responsabilidade para elos anteriores ou posteriores da cadeia.

As técnicas de análise mono e multicriterial utilizadas demonstraram a complementaridade das mesmas, devendo a empresa realizar tais análises para a determinação dos investimentos ambientais no ambiente organizacional. Tais técnicas foram utilizadas igualmente para a análise de ações desenvolvidas no ambiente produtivo, evidenciando a relevância das mesmas. Ainda no mesmo sentido, a relevância das análises benefício-custo igualmente foram apresentadas, onde a empresa pode determinar a hierarquia dos investimentos a serem realizados, com base nas análises realizadas nesse sentido.

A análise dos custos ambientais, com base na estrutura proposta, propicia um entendimento acerca da estrutura utilizada pela empresa na execução de rotinas de proteção ambiental. A composição de tais custos é influenciada diretamente pelas políticas da empresa com relação ao meio ambiente. Tal estruturação fornece elementos importantes para a estruturação de outras análises, como o custo da qualidade ambiental e a estruturação da contabilidade ambiental. Com a estruturação das informações ambientais através da contabilidade ambiental, torna-se possível atender às demandas de evidenciação de informações nesse sentido, conforme postulado pela Norma Brasileira de Contabilidade - NBC T 15. Posteriormente, os valores apresentados na contabilidade ambiental podem ser objeto de auditoria ambiental, onde os procedimentos podem ser conduzidos conforme as Notas e Pareceres de Auditoria - NPA 11 do Ibracon.

Ressalta-se ainda a contribuição trazida pelo MEGA, uma vez que o mesmo veio preencher lacunas existentes na literatura com relação à mensuração dos aspectos econômicos ocorridos no ambiente organizacional. Assim, com o entendimento das variáveis abordadas pelo modelo no contexto empresarial, torna-se possível conduzir as decisões acerca do tema baseadas em critérios técnicos e estruturados.

O trabalho de desenvolvimento e aplicação de um modelo econômico de gestão ambiental como o MEGA possui caráter de ineditismo, trazendo como contribuição relevante a análise integrada de tais elementos sob o aspecto econômico, visualizando vantagens associadas à realização ou não de ações ou de investimentos ambientais.



7.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Em que pese a implementação do MEGA ter se desenvolvido de maneira satisfatória nos dois casos analisados neste trabalho, o mesmo não pode ser considerado como definitivo. Dentre as limitações evidenciadas por este trabalho, uma delas é a de que o mesmo analisou apenas um período de tempo nas duas empresas estudadas. O fato de, conforme as restrições de escopo apresentada no modelo, ter sido considerado apenas os benefícios ambientais tangíveis existentes nas organizações, apesar de boa parcela dos mesmos ser intangível, é outra limitação apresentada no decorrer do trabalho. No mesmo sentido, outra limitação é o fato de não ter sido considerados os potenciais geradores de créditos de carbono, em função das características intrínsecas do setor moveleiro não apresentarem tais atributos.

Outra limitação apresentada pelo trabalho foi a obtenção dos dados referente aos custos operacionais ambientais, uma vez que somente foram tratados aqueles relacionados aos aspectos operacionais apresentados pelas empresas. Assim, os valores apresentados podem apresentar variações em função das externalidades apresentadas.

Destaca-se que, para o desenvolvimento das atividades inerentes ao modelo, foram encontradas limitações nas empresas analisadas. Uma delas é referente à existência de informações, as quais demandaram coletas de dados pontuais e específicas para o trabalho.

Além disso, ressalta-se que o trabalho não pode imediatamente ser aplicado para outras empresas, tanto do setor moveleiro ou de outro segmento da economia, devendo ser ajustado para a realização da análise.

Finalmente, destaca-se que a não existência até o momento de um modelo confiável de mensuração de custos intangíveis impediu a incorporação dos mesmos nos cálculos elaborados. Assim, os valores obtidos podem variar para mais ou para menos, quando for possível incorporar tais valores no modelo.

7.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista que o MEGA ainda está em desenvolvimento, uma vez que o mesmo foi aplicado em empresas de um único segmento, algumas recomendações podem ser apresentadas em função das discussões realizadas no decorrer do trabalho.



A primeira recomendação é a expansão das análises realizadas para outras empresas da cadeia moveleira, comparando os resultados obtidos entre as mesmas. Nesse sentido, podem ser realizadas análises envolvendo mais de um período de tempo, podendo ser analisada a evolução dos resultados obtidos com o MEGA no período analisado. Tal aplicação é relevante no sentido de poder ser avaliado o resultado econômico das sugestões apresentadas pelo ecotime na fase do *feedback* deste modelo.

Outra recomendação possível de ser realizada é a aplicação do MEGA em outras empresas de elos anteriores ou posteriores da cadeia moveleira, comparando os valores obtidos entre as empresas da cadeia, verificando assim possíveis desequilíbrios em função do repasse de atividades e dos custos correspondentes para outros elos.

A aplicação das análises propostas pelo MEGA em empresas de outros segmentos é outra recomendação que pode ser apontada, tendo em vista que as duas aplicações apresentadas se referem a empresas pertencentes ao setor moveleiro. Assim, com a análise das variáveis ambientais com a utilização do MEGA em empresas de setores variados, podem ser realizadas análises comparativas entre segmentos distintos, explorando as diferenças existentes nos aspectos econômicos da gestão ambiental entre empresas de segmentos distintos.

Com o trabalho realizado, ficou evidenciada a necessidade de desenvolvimento de ferramentas integrantes de partes específicas do modelo. Assim, a necessidade de aprimoramento e disseminação da contabilidade ambiental, por exemplo, apesar de já existir legislação no País para tanto, é ponto que merece atenção especial por parte dos empresários em geral e de profissionais da área contábil. Nesse sentido, a contabilidade ambiental pode contribuir para a disseminação da divulgação dos elementos ambientais envolvidos nas empresas para os *stakeholders*.

A incorporação dos fatores intangíveis na análise econômica é outro ponto que foi ressaltado como necessário durante a realização dos trabalhos. Dessa forma, com o desenvolvimento de técnicas específicas para a quantificação de tais fatores, a incorporação dos mesmos no âmbito do MEGA é elemento relevante para trabalhos futuros. Assim, com a quantificação destes valores, é possível inserir os mesmos nas diversas análises realizadas, inclusive apresentando o seu registro na contabilidade ambiental de elementos como a geração dos créditos de carbono.

Nas análises realizadas pelo MEGA, foram analisados apenas os aspectos econômicos internalizados na empresa, em função das definições de escopo apresentadas pelo modelo. Assim, fica apontada a relevância na realização de outros



estudos avaliando as externalidades apresentadas pela organização, envolvendo empresas de diferentes segmentos e comparando os resultados obtidos entre as empresas envolvidas.

Tendo em vista a estruturação dos indicadores ambientais apresentados no MEGA, sugere-se que outros estudos avaliem a possibilidade de incorporar os mesmos em um *balanced scorecard* ambiental, envolvendo as perspectivas correspondentes para o gerenciamento ambiental da organização.

Por fim, a última sugestão apresentada é o desenvolvimento de uma plataforma informatizada para o tratamento das variáveis abordadas no modelo. Tal fato se justifica em função do grande número de etapas e fases apresentadas, onde um *software* que integrasse as mesmas facilitaria o manuseio destes dados, conduzindo de maneira mais eficiente o tratamento dos dados para a tomada de decisão. Nesse sentido, a integração desse *software* com o ERP da empresa (trabalhando como um sistema autônomo) contribuiria para o melhor entendimento de tais fatores em um ambiente integrado.



REFERÊNCIAS

AGÜERO, Pedro Hubertus Vivas. **Avaliação Econômica dos Recursos Naturais**. Tese (Doutorado em Economia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

AHMAD, Yusuf; EL SERAFY, Salah; LUTZ, Ernst. **Environmental Accounting for Sustainable Development**. Washington DC: A UNEP-World Bank Symposium, 1989.

ALBERTON, Anete. **Meio Ambiente e Desempenho Econômico-Financeiro: o impacto da ISO 14001 nas empresas brasileiras**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2003.

ALVES, Ivo Costa. **Metodologia para Apuração e Controle de Custos da Qualidade Ambiental**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2001.

ANDRADE, Rui Otávio Bernardes de; TACHIZAWA, Takeshy; CARVALHO, Ana Barreiros de. **Gestão Ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável**. 2ª Ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2002.

ASHEIM, Goir B. Contestability in a Resource Market With Non-Convex Costs. **The Scandinavian Journal of Economics**. Vol. 94, n 4, p. 609-618, 1992.

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, Modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2004.

BELLEN, Hans Michael van. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro, FGV, 2005.

BELLO, Célia Vieira V. **Zeri – Uma Proposta para o Desenvolvimento Sustentável, com Enfoque na Qualidade Ambiental Voltada ao Setor Industrial**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1998.

BEN, Fernando; NASCIMENTO, Luiz Felipe Machado do; KLIEMANN NETO, Francisco José. **Análise de Custos Ambientais em Empresa de Móveis Tubulares**. Anais do XXV Encontro Nacional de Engenharia da Produção. Porto Alegre, 2005.

BEN, Fernando; SCHNEIDER, Vânia Elizabete; PAVONI, Eloide Teresa. **Análise dos Custos Ambientais em uma Empresa do Pólo Moveleiro da Serra Gaúcha**. Anais do IX Congresso Internacional de Custos, XII Congresso Brasileiro de Custos e II Congresso Mercosul de Custos e Gestão. Itapema, 2005.

BEN, Fernando. Contabilidade Ambiental e a Realidade Empresarial. **Revista do**



Conselho Regional de Contabilidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, v. 124, p. 64-75, Abril de 2006.

BEN, Fernando. **Um Perfil da Gestão Ambiental em Empresas Moveleiras Brasileiras.** Anais da III Jornadas de Investigación Científico-Tecnológicas. Posadas – Argentina, 2005.

BEN, Fernando; MULLER, Cláudio; KLIEMANN NETO, Francisco José. **Custos Ambientais na Indústria Moveleira do Estado do Rio Grande do Sul.** Anais do XI Congresso Brasileiro de Custos – Porto Seguro, 2004.

BEN, Fernando; LIMA, Edison Silva. **Proposta de Modelo de Mensuração de Custos Ambientais para Empresas do Setor Moveleiro.** Anais do XXIV ENEGEP – Florianópolis, 2004.

BERGAMINI JÚNIOR, Sebastião. Contabilidade e Riscos Ambientais. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro: v.6, n.11, junho de 1999.

BONELLI, Valério Vitor; ROBLES Jr, Antonio. **Sistema ABC/ABM como Ferramenta à Gestão Ambiental.** Anais do IX Congresso Brasileiro de Custos – São Paulo, 2002.

BORGER, F.G. **Valoração Econômica do Meio Ambiente:** aplicação da técnica avaliação contingente no caso da bacia do guarapiranga. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, USP, 1995.

BORNIA, Antonio Cezar. **Análise Gerencial de Custos: aplicação em empresas modernas.** Porto Alegre: Boorman, 2002.

CALLENBACH, Ernest et al. **Gerenciamento Ecológico: *ecomangement*.** São Paulo: Cultrix, 1993.

CAMPOS, Lucila M. S. **Um Estudo para Definição e Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1996.

CAMPOS, Lucila M. S. **SGADA – Sistema de Gestão e Avaliação de Desempenho Ambiental: uma proposta de implementação.** Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, UFSC, Florianópolis, 2001.

CARVALHO, Rossane Cardoso. **Método para Identificação de Custos Ambientais na Cadeia Produtiva de Papel e Celulose.** Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, UFSC, Florianópolis, 2001.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos.** São Paulo: Atlas, 2000.



- CHEHEBE, José Ribamar B. **Análise do Ciclo de Vida de Produtos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- CHURCHILL, Gilbert A. **Marketing Research**. Wisconsin: Irwin McGraw-Hill, 1995.
- CLARK, Colin. **Mathematical Bioeconomics: the optimal management of renewable resources**. New York: John Wiley & Sons, 1976.
- CLEGG, Stewart R.; HARDY, Cynthia; NORD, Walter R. **Handbook de Estudos Organizacionais – Modelos de Análise e Novas Questões em Estudos Organizacionais**. Vol. 1. São Paulo: Atlas, 1999.
- CLEMENTE, Ademir (org). **Projetos Empresariais e Públicos**. São Paulo: Atlas, 1998.
- COMMON, Michael. **Environmental and Resources Economics**. New York: Longman, 1992.
- DE SIMONI, Livio D; PROPOFF, Frank. **Eco-Efficiency: The Business Link to Sustainable Development**. Cambridge, Mass. USA, The MIT Press, 1997.
- DESAIGUES, Brigitte; LESGARDS, Valérie. L’Evaluation Contingente des Actifs Naturels. **Revue d’Economie Politique**. Vol. 102, n. 1, p. 100-122, Janvier/Février, 1992.
- DIEHL, Carlos Alberto. **Custos Intangíveis: Uma Proposta de Avaliação**. Anais do VI Congresso Brasileiro de Custos. Fortaleza – CE, 1999.
- DIEPENDAAL, M. J.; WAALE, F. B. A Model for Environmental Costs for Corporations (MEC). **Waste Management & Research**. V. 12, p. 429-439, 1994.
- DJSGI – DOU JONES SUSTAINABILITY GROUP INDEXES. **Guide to the Dow Jones Sustainability Group Indexes**, Version 1.0, September 1999. In: <http://www.sustainability-index.com/methodology>. Sep 2004.
- DONAIRE, Denis. **Gestão Ambiental na Empresa**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- DURAIRAJ, Senthil K. et. al. **Evaluation of Life Cycle Cost Analysis Methodologies**. International Journal of Corporate Sustainability, v. 9, p. 30-39, 2002.
- FABER, Malter; MANSTETTEN, Reiner; PROOPS, John. **Ecological Economics: Concepts and Methods**. 2ª Ed. Massachusetts (USA): Edward Elgar Publishing Limited, 1998.
- FEPAM. **Inventário Nacional de Resíduos Industriais**. Fundação Estadual de Proteção Ambiental, 2006. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/rsi.asp>. Acesso em Set. 2006.
- FERREIRA, Aracéli Cristina de Souza. **Contabilidade Ambiental – Uma Informação para o Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Ed. Atlas, 2003.



FERREIRA, Aracéli Cristina de Souza. **Uma Contribuição para a Gestão Econômica do Meio Ambiente:** Um Enfoque de Sistema de Informações. Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 1998.

FIKSEL, Joseph. **Design for Environment:** Creating eco-efficient products and process. New York: McGraw-Hill, 1996.

FREDERICKS, Isis; MCCALLUM, David. **International Standards for Environmental Management Systems: ISO 14000.** Publicado em Canadian Environmental Protection, Canadá, ago/1995. Disponível em: <http://www.mitenpro.com.br/ISO%2014000>. Acesso em Nov/2005.

FREDMANN, David H. **Is Management Still a Science?** Harvard Business Review. Boston, v. 70, n. 6, p. 26-38, Dec/2002.

FROSCHE, Robert A. No Caminho para o Fim dos Resíduos. **Revista Baiana Tecnologia**, v. 12, n. 2, mai/ago. Camaçari, 1997.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira.** 7. ed. São Paulo: Harbra, 1997.

GOMES, Luiz Flávio; GOMES, Carlos Francisco Simões; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. **Tomada de Decisão Gerencial – Enfoque Multicritério.** São Paulo: Atlas, 2006.

GOMES, Luiz Flavio Autran Monteiro; ARAYA, Marcela Cecília González; CARIGNANO, Claudia. **Tomada de Decisões em Cenários Complexos.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

GONÇALVES-DIAS, Sylmara Lopes Francelino; TEODÓSIO, Armindo dos Santos de Sousa. Estrutura da Cadeia Reversa: “Caminhos” e “Descaminhos” da Embalagem PET. **Revista Produção.** Porto Alegre, V. 16, n. 3, set/dez 2006.

GONZALES, Francisco L. G. Algunas Reflexiones Alrededor de los Conceptos: Ecosistema, Cultura y Desarrollo Sostenible. **Revista Ambiente y Desarrollo,** Colombia, set/1993.

GTZ – **Elementos chaves da Gestão dos Custos Ambientais.** Cooperação Técnica Alemã. P3U – Documento de Trabalho 19e, 1999.

HAWKEN, Paul; LOVINS, Amory; LOVINS, L. Hunter. **Capitalismo Natural – Criando a Próxima Revolução Industrial.** São Paulo: Cultrix, 1999.

HILLIG, Everton; SCHNEIDER, Vânia Elisabete; PAVONI, Eloide Teresa. **Pólo Moveleiro da Serra Gaúcha – Geração de Resíduos e Perspectivas para Sistemas de Gerenciamento Ambiental.** Caxias do Sul: Educs, 2004.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. **Teoria da Contabilidade.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1997.



IUDÍCIBUS, Sérgio de, MARION, José Carlos. **Introdução à Teoria da Contabilidade**. 2^a ed., São Paulo: Atlas, 2000.

JOHNSON, H. Thomas; KAPLAN, Robert S. **Relevance lost: raise and fall of management accounting**. 2. ed. Boston: Harvard Business School Press, 1991.

JURAN, Joseph M. **Controle da Qualidade Handbook: Conceitos, Políticas e Filosofia da Qualidade**. Vol. 1. São Paulo: Makron Books, 1991.

KRAEMER, Tânia Henke. **Modelo Econômico de Controle e Avaliação de Impactos Ambientais – MECAIA**. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, UFSC, Florianópolis, 2002.

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **Gestão Ambiental na Construção da Imagem Corporativa**. Anais do XXIV ENEGEP – Florianópolis, 2004.

LACHTERMACHER, Gerson. **Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

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

LERÍPIO, Alexandre de Avila. **GAIA – Um Método de Gerenciamento de Aspectos e Impactos Ambientais**. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, UFSC, Florianópolis, 2001.

MAIA, Alexandre Gori. **Valoração de Recursos Ambientais**. Dissertação (Mestrado em Economia do Meio Ambiente) – Instituto de Economia, UNICAMP, 2002.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 2002.

MARIANI, Ivandro Amélio. **Avaliação da Implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em Empresa do Setor Metal-Mecânico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2002.

MARTÍNEZ ALIER, Joan; SCHLÜPMANN, Klaus. **La Ecología y la Economía**. México: Fondo de Cultura Económica, 1991.

MARTÍNEZ, Rayén Quiroga. **El Crecimiento Económico Chileno no es ecológicamente Sustentable**. Escuela de Economía, Universidad Bolivariana, 2000.

MARTINS, Eliseu e DE LUCA, Márcia M. Mendes. **Ecologia via Contabilidade**. Revista Brasileira de Contabilidade. Brasília: CFC, ano 23, nº 86, março 1994.

MELO, Daiane Aparecida de. **Indicadores de Desempenho Ambiental: Um Estudo Sobre a Utilização dos Indicadores nos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) em Empresas Catarinenses Certificadas pela NBR ISO 14001**. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade do Vale do Itajaí, 2006.



MOURA, Luis Antônio Abdalla de. **Economia Ambiental – Gestão de Custos e Investimento**. São Paulo: Ed. Juarez de Oliveira, 2000.

NAREDO, Jose Manuel. ¿Que Pueden Hacer los Economistas para Ocuparse de los Recursos Naturales? Pensamiento Ibero-Americano. **Revista de Economia Política**, n. 12, p. 61-74, 1987.

OLIVEIRA FILHO, Miguel Lopes de. **A Auditoria Ambiental Como Ferramenta de Apoio Para o Desempenho Empresarial e a Preservação do Meio Ambiente: Uma Abordagem Contábil e Gerencial em Indústrias Químicas**. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) – Universidade de São Paulo, 2002.

OLIVEIRA, José Antonio Puppim de; DOMINGUES, Josmar Borges. Testando o Conceito da Ecoeficiência. **Revista Brasileira de Management**. Ano V, Número 32, Maio/Junho 2002.

PAIVA, Paulo Roberto de. **Contabilidade Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2003.

PAULI, Gunter. **A Busca de Novos Paradigmas: O que os negócios podem afetar a sociedade**. Porto Alegre: EDIPURS, 1996.

PENTEADO, Hugo. **Ecoeficiência – Uma Nova Abordagem**. São Paulo: Lazuli, 2003.

PEARCE, David William. **Economic Values and the Natural World**. Massachusetts: The MIT Press, 1993.

REGATSCHNIG, Hermine Dimitroff, SCHNITZER, Hans. A Techno-Economic Approach to Link Waste Minimization Technologies With the Reduction of Corporate Environmental Costs: Effects on the Resource and Energy Efficiency of Production. **Journal of Cleaner Production**, v. 6, p. 213-225, 1998.

RIBEIRO, Maisa de Souza. **Contabilidade Ambiental**. São Paulo: Saraiva, 2005.

RIBEIRO, Maisa de Souza. **O Tratamento Contábil dos Créditos de Carbono**. Tese (Livre-Docência da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto) – Universidade de São Paulo, 2005.

ROBLES JR, Antonio. **Custos da Qualidade**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

ROBLES JR, Antonio; BONELLI, Valério Vitor. **Gestão da Qualidade e do Meio Ambiente: Enfoque econômico, financeiro e patrimonial**. São Paulo; Atlas, 2006.

ROESCH, Sylvia M. A. **Projeto de Estágio e de Pesquisa em Administração**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SAATY, Thomas. **The Analytic Hierarch Process**. RWS Publications, 1996.

SAKURAI, Michiharu. **Gerenciamento Integrado de Custos**. São Paulo: Atlas, 1997.



SCHIFTER, Eduardo Z., BASTOS, André L.A. **Avaliação do Desempenho Ambiental em Processos de Lavanderia de uma Indústria Têxtil**. Anais do XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Florianópolis, 2004.

SCHILLITO, D.E. Grand Unification Theory or Should Safety, Health, Environment and Quality be Managed Together or Separately? **Institution of Chemical Engineers**, Part B, v. 73, n. 3, p.194-202, Aug 1995.

SCHMIDT, Paulo; SANTOS, José Luiz dos. **Avaliação de Ativos Intangíveis**. Atlas, São Paulo, 2002.

SCHNEIDER, Vania Elisabete; NEHME, Marcelo Carlotto; BEN, Fernando. **Pólo Moveleiro da Serra Gaúcha: Sistema de Gerenciamento Ambiental na Indústria Moveleira**. Caxias do Sul: EDUCS, 2006.

SILVA, Edna L da; MENEZES, Ester M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação**. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2001.

SILVA, Ivanir. **Um Estudo da Utilização do Custeio Baseado em Atividades (ABC) na Apuração dos Custos Ambientais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFRGS, 2003.

SILVA, Ivanir Salete Techio da; GASPARETTO, Valdirene, KLIEMANN NETO, Francisco José. **Uma Aplicação do Custeio Baseado em Atividades Para a Apuração de Custos Ambientais em um Curtume**. Anais do VIII Congresso Del Instituto Internacional de Costos – Punta Del Leste, Uruguai, 2003.

SILVA, Jerônimo Rodrigues da. **Métodos de Valoração Ambiental: Uma Análise do Setor de Extração Mineral**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC, 2003.

SILVA, Paulo Ricardo Santos da. **Avaliação de Impactos e Custos Ambientais em Processos Industriais – Uma Abordagem Metodológica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2003.

SLACK, Nigel; et. al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

TACHIZAWA, Takeshy. **Gestão Ambiental e Responsabilidade Social Corporativa**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2004.

TINOCO, João Eduardo Prudêncio; KRAEMER, Maria Elizabete Pereira. **Contabilidade e Gestão Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2004.

TOCCHETTO, Marta Regina Lopes; PEREIRA, Lauro Charlet; TOCCHETTO, André Lopes. **Aspectos Ambientais do Gerenciamento da Atividade Galvânica**. Anais do VIII ENGEMA – Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: FGV, 2005.



WERNKE, Rodney. Relatórios para Acompanhamento e Controle dos Custos da Qualidade. **Revista de Contabilidade do CRC/RS**, Porto Alegre, n. 99, p. 6-15, dez. 1999. Disponível em: http://www.redecontabil.com.br/artigo/arquivos/art_30.pdf. Acesso em 30 Set 2004.

WERNKE, Rodney, BORNIA, Antonio Cezar. **Considerações Acerca dos Conceitos e Visões Sobre os Custos da Qualidade**. Revista FAE, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 77-88, maio/ago. 2000.

VELLANI, Cassio Luiz. **A Ciência Contábil e a Eco-Eficiência nos Negócios**. Dissertação (Mestrado em Contabilidade e Controladoria). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2007.

