

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Evidenciação dos Gastos Ambientais do Ciclo
de Vida do Produto: uma aplicação do Custeio
Baseado em Atividades na Indústria Eletrônica**

ROGÉRIO FERRAZ GARCIA DE ANDRADE

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. WILSON KENDY TACHIBANA

São Carlos

2006

Evidenciação dos Gastos Ambientais do Ciclo de Vida do Produto: uma Aplicação do Custeio Baseado em Atividades na Indústria Eletrônica

ROGÉRIO FERRAZ GARCIA DE ANDRADE

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Doutor WILSON KENDY TACHIBANA

São Carlos
2006

DEDICATÓRIA

À **DEUS** acima de tudo,
pelas oportunidades, ensinamentos,
longanimidade e por todas as pessoas que
contribuíram para o nosso crescimento.

À **Eunice Diva Garcia**, uma grande amiga -
ex-funcionária da EESC.
Seu carinho e lucidez fazem muita falta.

Aos meus pais
José Lopes de Andrade e
Zuleide Ferraz Garcia,
pelo constante incentivo aos estudos
e apoio ao longo das nossas vidas.

*“Coroa dos pais são os filhos dos filhos;
e a glória dos filhos são os pais”*
Provérbios 17:6

A minha esposa
Simone Y. Matsubara de Andrade,
pela dedicação, paciência e companherismo em
nossa caminhada, e por sempre compartilhar suas
experiências com críticas construtivas.

*“ A casa e os bens vêm como herança dos pais;
mas do SENHOR, a esposa prudente...”*

Provérbios 19:14

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda *Gratidão* a todos que contribuíram para a minha caminhada neste projeto:

- Ao **Prof. Dr. Wilson Kendy Tachibana**, meu orientador, pela oportunidade e encorajamento indicando os caminhos a seguir.
- À **Prof. Dra. Ana Maria Figueiredo - IPEN/CNEN**, minha orientadora desde os tempos de iniciação científica.
- Aos colegas e amigos da empresa objeto de pesquisa, **Luiz Paim Marzullo, Celso Fabrini, Douglas R. C. Santos, Diego C. Andrade, Luiz Pereira e Emerson Sérvulo** sem os quais o estudo prático seria impossível.
- Ao **Profs. Drs. Fábio M. Guerrini e Ricardo J. Almeida**, por compartilhar seus pontos de vista acerca deste trabalho, e pelas contribuições durante a Qualificação.
- Aos Professores **Robson Rosano** - UNICSUL / São Paulo, **Douglas Ribeiro** e **Anderson Pinzan** - USF / Bragança Paulista, pelos incentivos e oportunidades.
- Aos **Professores da EESC** que contribuíram para meu amadurecimento no meio acadêmico, apresentando novos pontos de vista e lapidando meu senso crítico. Agradeço, também, ao **Prof. Dr. Antônio A. C. Fleury**, pelas ricas discussões em Metodologia de Pesquisa.

- Aos colegas do curso de Pós-graduação que sem a atuação conjunta e colaboração, o amadurecimento necessário não se daria, e, em especial, aos amigos **Luis Carlos Morengui** e **Moacir Marques Pereira**.

- Aos **funcionários da Pós-graduação do Departamento de engenharia de Produção** e da **Biblioteca da EESC da USP São Carlos**, sem os quais ao longo dos caminhos os obstáculos seriam intransponíveis.

EPÍGRAFE

“ A mente que abre a uma nova idéia
jamais voltará ao seu estado natural ”

Albert Einstein

“ O mal de quase todos nós é que preferimos ser
arruinados pelo elogio a ser salvos pela crítica ”

Norman Vincent

RESUMO

ANDRADE, R. F. G. (2006). *Evidenciação dos Gastos Ambientais do Ciclo de Vida do Produto: uma Aplicação do Custeio Baseado em Atividades na Indústria Eletrônica*. São Carlos. 201 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 2006.

As questões ambientais são variáveis estratégicas para as organizações do século XXI, pois pressionadas pela legislação ambiental com nível de exigência crescente - exigindo responsabilidades cada vez maiores para as fases finais do ciclo de vida dos produtos - e a sociedade não mais aceitando os custos dos impactos ambientais causados pela ação industrial – as externalidades - impulsionam as empresas a melhorar o desempenho ambiental de seus produtos e processos. É neste ambiente de mudanças que se torna necessário aos gestores e àqueles que tomam decisões conhecer e evidenciar os gastos ambientais em todo o ciclo de vida dos produtos comercializados. Por estes motivos apresentados é que este trabalho trata da Evidenciação dos Gastos Ambientais no Ciclo de Vida do Produto através da aplicação do método de Custeio Baseado em Atividades e subsidiada pela realização de uma pesquisa-ação em uma empresa do setor eletrônico. A escolha do setor eletrônico se deve ao fato de que ao longo dos últimos 5 anos a legislação ambiental internacional de forma impositiva obrigou as companhias a alterar a composição de produtos - pelo banimento de diversas substâncias tóxicas, e a mudar processos - instituição obrigatória de índices de reciclagem por exemplo. Toda esta revolução foi acompanhada de perto pelo pesquisador, por isso a escolha da pesquisa-ação como metodologia, pois propiciou a modelagem de uma proposta de um método para a evidenciação dos gastos ambientais em todo o ciclo de vida do produto.

Palavras-chave: Ciclo de Vida do Produto, Avaliação do Ciclo de Vida, Custo do Ciclo de Vida, Custeio Baseado em Atividades, Gasto Ambiental, Gerenciamento do Ciclo de Vida.

ABSTRACT

ANDRADE, R. F. G. (2006). *Discovering evidences of the Environmental Costs in the Products Lifecycle: an application of Activity-based Cost in the Electronic Industry*. São Carlos. 201 p. MSc. Dissertation - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2006.

The environmental questions are strategical variables for the organizations in this century, therefore pressured by the increasing requirement level of the environmental legislation - which demands more responsibilities from the final phases of the products lifecycle - and the society, which is no longer accepting the costs of environmental impacts caused by the industrial actions - the externalities -, stimulating the companies to improve their products and processes environmental performance. This changing situation is the place where managers and other decision makers are asked to know and to evidence the environmental costs in all their traded products. It is because of these reasons that this work deals with the discovery of evidences of environmental costs in products lifecycle, by means of an application of the activity-based cost method, carried out according to the action research methodology in a company of the electronic segment. The choice of the electronic segment is due to the fact that in the last five years the international environmental legislation compelled these companies to change their products composition - by means of banishment of diverse toxic substances, and also to change their processes - by means of the institution of higher recycling rates, for example. All this revolution was closely followed by the researcher. This fact can explain the choice of action research methodology, which provided the proposal of a method for the evidence discovery of environment costs in the product lifecycle.

Keywords: Product Lifecycle; Lifecycle Evaluation; Lifecycle Cost; Activity-based Costing; Environmental Cost; Product Lifecycle Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Metodologia de Desenvolvimento da Pesquisa.....	Pág 20
Figura 2.1 - <i>Trade-off</i> no processo decisório ambiental Fonte: FERREIRA (2003, p. 34).....	24
Figura 2.2 - Origens da Modelagem de Cálculo do Ciclo de Vida do Produto	25
Figura 2.3 - Etapas de Um Ciclo de vida Genérico e suas Fronteiras Fonte: EPA (1993, apud MARTINS O., 1999, p.30).....	28
Figura 2.4 - Inventário do ciclo de vida ou balanço de carga Ambiental Fonte: EPA (1993, apud MARTINS O., 1999, p.42).....	29
Figura 2.5 - A Organização da ISO 14000 Fonte: CARVALHO e ROMER (2000, apud KRAEMER, 2002. p.51)..	33
Figura 2.6 - Os Dois Focos da ISO 1400: Produtos e SGAs Fonte: VALLE (2004, p. 141).....	34
Figura 2.7 - Metodologia da Família da Série ISO 14040 Fonte: CHEHEBE (2002, p.21).....	36
Figura 2.8 - Eficiência Ambiental Através da Aplicação de Estudos ACV.....	37
Figura 2.9 - Estratégias para a melhoria do Método ACV Fonte: HAES <i>et. al.</i> (2004, p. 25).....	40
Figura 2.10 - Expansão do Escopo do CCV Fonte: Adaptado de GÓRALCZYK e KULCZYCKA (2005, p. 122).....	46
Figura 2.11 - Resumo do Capítulo 2.....	50
Figura 3.1 - Custeio dos Objetos de Custo, segundo o Método ABC Fonte: CHING (1997, p. 40, apud SOUZA R., p. 28).....	54
Figura 3.2 - Atribuição de Custos no Método ABC Fonte: PAMPLONA (1997, p. 28).....	68
Figura 3.3 - Método ABC de Duas Hierarquias de Direcionadores de Custos Fonte: PAMPLONA (1997, p. 80).....	67

Figura 3.4 - Visão da alocação de custos e seus principais passos para a acuricidade do processo de custeio Fonte: Adaptado de BLEEKER (2002, p. 65).....	69
Figura 3.5 - Relacionamento ABC e MFP: direcionamento para a melhoria Fonte: Adaptado de COKINGS (2001, p. 15-6) e BLEEKER (2002, p. 65).....	71
Figura 4.1 - Utilização do ABC no método proposto por CARVALHO (2001) Fonte: CARVALHO (2001, p. 50).....	82
Figura 4.2 - Índice de Poluição Criado por EMBLEMSVÅG e BRAS (1997) Fonte: EMBLEMSVÅG e BRAS (1997, p. 4-5).....	85
Figura 4.3 - Aplicação por EMBLEMSVÅG e BRAS (1999, p. 4) do Método Proposto na Empresa WESTNOFA em 1995 Fonte: EMBLEMSVÅG e BRAS (1999, p.4).....	86
Figura 4.4 - Metodologia Aplicada por KUMARAM <i>et. al.</i> (2001) ao modelo desenvolvido pelos autores Fonte: KUMARAN <i>et. al.</i> (2001, p. 269).....	88
Figura 4.5 - Orçamentação de projetos via ABC Fonte: BLEEKER (2002, p. 67).....	98
Figura 5.1 - Metodologia para a formulação da Pergunta de Pesquisa.....	106
Figura 5.2 - Exemplo hipotético para ao custeio de prêmios de seguro e sinistros utilizando o ABC.....	114
Figura 5.3 - Ciclo de Produção de um Conector Eletrônico Típico.....	116
Figura 5.4 - Visão do Ciclo de Vida do Produto x Ciclo de Vida do Processo	120
Figura 5.5 - Mapa de processos de controle da RoHS para a Empresa Alpha Internacional.....	124
Figura 6.1 - Mecânica da Proposta de Evidenciação.....	128
Figura 6.2 - Atividades do Índice Galvânico.....	132
Figura 6.3 - Mecânica do IG.....	134
Figura 6.4 - A inter-relação do IG e a ACV.....	135
Figura 6.5 - Mecânica do ISA.....	138

Figura 7.1 - Trabalhos Futuros.....147

Figura A1.1 - Formas pelas quais as organizações respondem à variável ambiental

Fonte: Fundação Universitária Iberoamericana (2001, apud KREMER, 2002, p. 48), PAIVA (2003, p. 45-53), FERREIRA (2003, p. 29), MACHADO (2003, p. 279) e TINOCO e KRAEMER (2004, p. 130-7).....**181**

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Níveis possíveis para a apropriação de custos

Fonte: Adaptado de BRIMSOM (1996, p. 64).....**61**

Tabela 3.2 - Direcionador de Custos para uma empresa manufatureira típica

Fonte: O'GUIN (1990, apud PAMPLONA, 1997, p. 43).....**65**

Tabela 3.3 - Medidas de Atividades

Fonte: BRINSON (1996, p. 45).....**66**

Tabela 4.1 - Riscos Ambientais e exemplos típicos de externalidades

Fonte: AMERICAM CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (2001) E INTERNACIONAL LABOR OFFICE (1989) apud COLACIOPPO (2004, P. 263).....**90**

Tabela A2.1 - Custos Indiretos de Fabricação - Categorizado por atividades

Fonte: COGAN (1998, p. 118-9).....**197**

Tabela A2.2 - Direcionadores de Custos por atividades

Fonte: COGAN (1998, p. 120-1).....**198**

Tabela A2.3 - Taxas de Custos Indiretos por Atividades

Fonte: COGAN (1998, p. 121-2).....**199**

Tabela A2.4 - Custos de Fabricação para os Produtos P1 e P2	
Fonte: COGAN (1998, p. 123).....	200
Tabela A2.5 - Custeio ABC x Tradicional	
Fonte: COGAN (1998, p. 124).....	201
Tabela A2.6 - Custeio ABC x Tradicional	
Fonte: COGAN (1998, p. 125).....	201

LISTA DE FOTOS

Foto da Capa: Poluição no Rio Tietê	
Fonte: ANDRADE, R. F. G. (2005).....	1
Fotografia realizada às margens do Rio Tietê no município de Cabreúva – SP em 15/12/2005.	

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINEE - Associação Brasileira das Indústrias Eletro-Eletrônicas

ABC - *Activity-based Costing*, o mesmo que CBA

ABNT - Associação Nacional de Normas Técnicas

ACV - Análise do Ciclo de Vida

Agenda 21 - Documento aprovado por consenso na ECO-92 que versa sobre o Desenvolvimento Sustentável

AIIE - *American Institute of Industrial Engineers*

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Social

BOVESPA - Bolsa de Valores do Estado de São Paulo

BS - *British Standards*

BS 7750 - Norma Ambiental Britânica, publicada em 1992

BSC - *Balanced Scored Card*, o mesmo que Quadro de Indicadores Balanceados

CBA - Custeio Baseado em Atividades, o mesmo que ABC

CBS - *Cost Breakdown Structure*

CCV - Custeio do Ciclo de Vida

CAM-I - *The Consortium for Advanced Manufacturing*

CE - Comunidade Européia

CETESB - Companhia de Tecnologia de saneamento ambiental

CNI - Conferaderação Nacional da Indústria

CNUMAB - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento no Rio de Janeiro

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiental

CVM - Comissão de Valores Imobiliários

CVP - Ciclo de Vida do Produto

DFE - *Design for Environment*

ECO-92 - o mesmo que CNUMAB

EAR - Estudo de Análise de Risco

Eco-Custos - Custos Ambientais

- EPA** - *Environmental Protection Agency*, agência americana para proteção ambiental
- ERP** - *Enterprise Resource Planning*, sistema de controle informatizado para as operações das organizações
- ETE** - Estação de Tratamento de Efluentes
- FIESP** - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
- FIRJAN** - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
- FMEA** - *Failure Mode and Effects Analysis*
- FMEA Ambiental** - FMEA para aplicação ambiental
- GANÁ** - Grupo de Apoio à Normalização Ambiental
- IG** - Índice Galvânico, proposto por este trabalho
- INMETRO** - Instituto Nacional de Metrologia
- IRB** - Instituto de Resseguros Brasil, órgão fiscalizador dos seguros no Brasil, vinculado ao Ministério da Fazenda
- ISA** - Índice de Sinistralidade Ambiental, proposto por este trabalho
- ISA** - *International Standart Association*
- ISE** - Índice de Sustentabilidade Empresarial
- ISO** - *International Organization for Standardization*
- ISO 9000** - Normas ISO da Qualidade
- ISO 14000** - Normas ISO de Gestão Ambiental
- LCA** - *Life Cycle Analysis*, o mesmo que ACV
- LCC** - *Lifecycle Costing*, o mesmo que CCV
- LEI das S/A** - Lei das Sociedades Anônimas - Lei nº 10.303 de 2003
- MECAIA** - Modelo econômico de controle e avaliação de impactos ambientais, desenvolvido por KRAEMER (2002)
- MFP** - Mapeamento do Fluxo de Processo
- MRI** - *Midwest Research Institute*
- NBR** - Normas Brasileiras
- LCI** - *Life Cycle Inventory*
- OECD** - *Organization for Economic Co-operation and Development*, agência multilateral da qual o Brasil não participa

- ONG** - Organizações Não-Governamentais
- ONU** - Organização das Nações Unidas
- PPP** - Princípio do Poluidor Pagador, ou *Polluter Pays Principle*
- RH** - Recursos Humanos
- RSI** - Resíduos de Sólidos Industriais
- RoHA** - *Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment*, sigla da CE para substâncias banidas nos eletro-eletrônicos
- SAGE** - *Strategic Advisory Group on the Environment*, grupo de estudos para a proposição da ISO 14000
- SEBRAE** - Serviços Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas
- SETAC** - *Society of Environment Technology and Chemistry*
- SGA** - Sistema de Gestão Ambiental
- TC 207** - Comitê Técnico da ISO 14000
- UNCED** - *United Conference on the Environment and Development*
- Waste Index** - Índice desenvolvido por Embrensvåg e Brás (2001)
- WEEE** - *Waste from Electrical and Electronic Equipment*, sigla da CE

LISTA DE SÍMBOLOS QUÍMICOS

CFC - Clorofluorcarbono, são usados na manufatura como aerossóis, gás refrigerante, solvente, entre outros

CO₂ - Fórmula do Dióxido de Carbono

PBB - Polibromobifenilo, substância banida na CE

PBDE - Éter de Difenilo Polibromado, substância banida na CE

PET - Polietileno Teraftalato, plástico das garrafas de refrigerentes

LISTA DE PROCESSOS DA GALVANOLASTIA

Aurificação - processo de eletrodeposição de ouro, símbolo químico Au

Cobreação - processo de eletrodeposição de cobre, símbolo químico Cu

Cromação - processo de eletrodeposição de cromo trivalente ou hexavalente, símbolos químicos respectivamente Cr³⁺ e Cr⁶⁺ (banido pela CE)

Estanhação - processo de eletrodeposição de estanho, símbolo químico Sn

Niquelação - processo de eletrodeposição de níquel, símbolo químico Ni

SUMÁRIO

DEDICATÓRIAS.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	vi
EPIÍGRAFE.....	vii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xv
LISTA DE SÍMBOLOS QUÍMICOS E PROCESSOS.....	xviii
SUMÁRIO.....	xix
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1. O Problema de Pesquisa e o Objetivo de Trabalho.....	9
1.1.1. Objetivos específicos.....	11
1.2. Relevância e Justificativas.....	12
1.3. Limitações.....	13
1.4. Metodologia de Pesquisa e Caracterização do problema.....	14
1.4.1. Caracterização do Problema.....	14
1.4.2. Metodologia de Pesquisa Utilizada.....	15
1.5. Estrutura do Texto da Dissertação.....	18
CAPÍTULO 2 - PROPOSTAS PARA O CÁLCULO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NO CICLO DE VIDA DO PRODUTO.....	21
2.1. Análise do Ciclo de Vida (ACV).....	26
2.1.1. Definição e Metodologia da Análise de Ciclo de Vida.....	27
2.1.2. Análise do Ciclo de Vida na ISO 14000.....	30
2.1.2.1. A Norma ISO 14000.....	31
2.1.2.2. A Família ISO 14040.....	35

2.1.3. Análise do Ciclo de Vida do Produto.....	36
2.1.4. Crítica à Análise do Ciclo de Vida.....	38
2.1.4.1. Estratégias para o Aperfeiçoamento do Método.....	39
2.2. Custeio do Ciclo de Vida (CCV).....	41
2.2.1. O Surgimento do Custeio do Ciclo de Vida	43
2.2.2. Definição e Metodologia.....	44
2.2.3. A Crítica ao Método CCV.....	45
2.3. Apreciação Crítica do Capítulo.....	47
CAPÍTULO 3 - MÉTODO DE CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES.....	51
3.1. Definições de Custos.....	53
3.2. Métodos de Custeio.....	55
3.2.1. Críticas aos Métodos Tradicionais de Custeio.....	56
3.3. A Mecânica do custeio Baseado em Atividades.....	59
3.3.1. Atividade: a Unidade de Apropriação de Custos.....	60
3.3.2. Atribuição de Custos às Atividades.....	63
3.3.3. Evolução do Método.....	67
3.3.4. Visão Bidimensional do ABC.....	68
3.3.5 Condições para o Sucesso nas Implementações de Projetos do ABC.....	71
3.4. Definições em Contabilidade Ambiental.....	73
3.5. Apreciação Crítica do Capítulo.....	75
CAPÍTULO 4 - QUESTÕES SOBRE A APLICAÇÃO AMBIENTAL DO ABC E COMO INTERNALIZAR AS EXTERNALIDADES.....	77
4.1. Referências ao Método ABC para os Gastos Ambientais na Literatura.....	80
4.2. O ABC como parte Integrante de Métodos para o Cálculo do CVP.....	83
4.2.1. <i>Activity-Based LCA Method</i>	84

4.2.2. <i>Environmental Life Cycle Cost Analysis of Products</i>	87
4.2.3. Modelo Econômico de Controle e Avaliação de Impactos Ambientais - MECAIA.....	90
4.2.4. Avaliação de Impactos e custos Ambientais em Processos Industriais.....	91
4.3. A Questão das Externalidades.....	93
4.3.1. As Externalidades no contexto organizacional.....	95
4.3.1. Possíveis soluções para o cálculo das externalidades.....	97
4.4. Gestão do Risco Ambiental.....	99
4.4.1. Risco e Análise de Risco.....	100
4.4.2. Estimativa de Frequências.....	101
4.5. Apreciação Crítica do Capítulo.....	103
CAPÍTULO 5 - PESQUISA-AÇÃO.....	106
5.1. Apresentação da Empresa Alpha.....	107
5.2. Protocolo da Pesquisa-Ação.....	109
5.2.1. A Posição deste Pesquisador na Companhia.....	110
5.2.2. Pergunta de Pesquisa.....	111
5.2.3. Limites da Pesquisa-Ação.....	111
5.2.4. Condução da Pesquisa.....	112
5.3. Apresentação dos Resultados Obtidos.....	112
5.3.1. Seguro Ambiental.....	113
5.3.1.1. Aplicação.....	113
5.3.2. Questionário para a Renovação de Seguros.....	115
5.3.2.1. A Galvanoplastia no Processo Industrial Eletrônico..	115
5.3.2.2. Aplicação 1: Índice Galvânico (IG).....	117
5.3.2.3. Aplicação 2: Solução do Dilema - Produto vs Processo.....	120
5.3.3. Duas Novas Siglas no Horizonte da Indústria Eletrônica.....	121
5.3.3.1. O Que Significa RoHS e WEEE?.....	121

5.3.3.2. Aplicação 1: O Aumento da Responsabilidade dos Produtores.....	123
5.3.3.3. Aplicação 2: O Enorme Esforço para o Atendimento das Diretivas.....	123
5.3.4. Gerenciamento de Risco.....	125
5.3.4.1. Aplicação.....	125
CAPÍTULO 6 - EVIDENCIAÇÃO DO GASTO AMBIENTAL.....	127
6.1. Metodologia da Proposta de Método.....	127
6.1.1. Determinação de Escopo Projeto.....	129
6.2. Limitações da Proposta.....	131
6.3. Cenários Possíveis.....	131
6.3.1. Cenário Simplificado para o Índice Galvânico.....	131
6.3.2. Cenário Simplificado para o Índice de Sinistralidade Ambiental.....	135
6.3.3. Cenário Completo.....	139
6.4. Do método à estratégia da organização.....	141
6.5. Disposições Finais.....	141
CONCLUSÃO.....	142
7.1. Considerações acerca do Estudo Realizado.....	144
7.2. Considerações acerca da Modelagem Proposta.....	145
7.3. Sugestões para Trabalhos Futuros.....	147
7.4. Considerações sobre os reflexos dos Estudo realizado.....	148
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	151

GLOSSÁRIO.....	171
APÊNDICE 1 - Como as organizações respondem à variável ambiental....	180
APÊNDICE 2 - Aplicação do ABC para o Custeio Ambiental.....	196

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

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 das empresas - Callenbach, 1993.

Ao final dos anos 80 as questões de natureza ambiental tornaram-se significativas tanto para os tomadores de decisão nas organizações (GUPTA, 1995, p. 34; HANNA e NEWMAN, 1995, p. 38; KRAEMER, 2002, p. 47), quanto para os governos preocupados com os efeitos de impactos ambientais (KEMP, 1993, p. 86; GHOBADIAN *et. al.*, 1995, p.46; MACIEL¹, 2006, p. 25). Lustosa (2003) comenta que “*as questões relacionadas à competitividade e meio ambiente ganharam importância crescente*” neste período.

¹ O atual senador e ex-vice presidente Marco Maciel (PFL-PE) sustenta também que discussão ambiental - ao lado de outras como, por exemplo, o tráfico de drogas e o comércio ilegal - é encarada como um componente fora dos limites tradicionais da soberania nacional de cada país (MACIEL, 2006, p. 25), carregando todas as repercussões que este fato insere no contexto para a formulação de políticas ambientais por parte dos governos e parlamentares. Este raciocínio é referendado por Pedro e Frangetto (2004, p. 624) quando aduzem que a tendência em relação à questão ambiental é a internacionalização da tutela dos recursos ambientais.

Atenta a esta discussão mundial a Organização das Nações Unidas (ONU) ² promoveu, em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento no Rio de Janeiro (CNUMAD - ou como ficou mais conhecida, ECO 92) contando com a presença de representantes de 178 países. Da conclusão dos trabalhos resultaram na assinatura de cinco documentos: a AGENDA 21, a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Declaração dos Princípios sobre o uso das Florestas, o Convênio sobre a Diversidade Biológica e a Convenção sobre Mudanças Climáticas, sendo este último o embrião do Protocolo de Kioto assinado em 1997, do qual o Brasil é signatário.

A AGENDA 21, um plano de ação aprovado por consenso para o Desenvolvimento Sustentável, registra no seu capítulo 30 (CNI, 2002):

Reconhece-se cada vez mais que a produção e o manejo que utilizam recursos de maneira ineficiente, criam resíduos que não são reutilizados, despejam dejetos que causam impactos diversos à saúde humana e ao meio ambiente e fabricam produtos que, quando usados, provocam mais impactos e são difíceis de reciclar, precisam ser substituídos por tecnologias, sistemas de engenharia e práticas de manejo boas e conhecimentos técnicos-científicos que reduzam ao mínimo os resíduos ao longo do ciclo de vida do produto. Como resultado haverá melhora da competitividade geral da empresa.

Há quem defenda que não houve avanços ³ após a ECO 92 e da Agenda 21, porém Hoffmann (2003, p. 98) argumenta que “no plano das

² Em 1972 ocorreu a Conferência de Estocolmo foi “primeiro alerta para o mundo dos graves riscos ambientais causados pelo modelo de desenvolvimento vigente” (VINHA, 2003, p. 173). Segundo Viterbo (1998, p. 48) a conferência tratou basicamente do controle do ar e da água. O mesmo autor informa ainda que na década de 70 começaram a surgir os primeiros organismos oficiais de controle da poluição do ar e da água.

³ Segundo Carvalho, Moura e Costa (1994, p. 111-8, apud PELICIONI, 2004, p. 450) “o caráter conservador / retrógrado [da ECO 92] ao omitir, de sua pauta, qualquer crítica efetiva à totalidade pertinente à questão: o sistema capitalista mundial. Portanto, as estratégias desenhadas na ECO-92 têm suas limitações no próprio sistema vigente, uma vez que não enfrentam as contradições da totalidade pertinente à questão. Somente enfrentando estas contradições pode-se enfrentar a questão ambiental numa abordagem transformadora / progressista”.

idéias ou das percepções sociais a mudança é inegável, decisões de consumidores já são influenciadas por conceitos ou preconceitos ambientais, e a presença de atividades e balanços ambientais melhora a imagem de empresas passando, então, a fazer parte de seu ‘marketing’”. Ferreira (2003, p. 13) confirmando esta tendência assinala que “se estabeleceu um compromisso maior dos países participantes com o assunto e onde os conceitos de ‘ambientalmente correto’ e de ‘desenvolvimento sustentável’ tomaram maior dimensão e começaram a fazer parte do cotidiano de um número maior de empresas”.

As organizações pró-ativas que captaram esta mensagem que ecoava na sociedade elevaram as questões ambientais ao nível de variável estratégica ⁴ (KEMP, 1993, p. 88; HANNA e NEWMAN, 1995, p. 38; DENTON, 1998, p. 60; FLORIDA e DAVISON ⁵, 2001, p. 64; DIAS FILHO, 2002, p. 3). De acordo com o Relatório da Competitividade da Indústria Brasileira ⁶ (BNDES, CNI e SEBRAE, 2001, p. 66) para 50% dos respondentes a formulação da gestão ambiental é realizada na direção geral e para outros 20% na gerência de produção, evidenciado a prática organizacional acima comentada, corroboradas também pelas pesquisas da FIRJAN (FIRJAN, 2002, p. 6) e do BNEDS, CNI e SEBRAE (1998, p. 44-5).

As implicações decorrentes são imediatas e tem impacto direto no *design* dos produtos e processos e nas operações da manufatura (GUPTA, 1995, p. 40-42; HANNA e NEWMAN, 1995, p. 38; DIAS FILHO, 2002, p. 8) como também no gerenciamento do ciclo de vida dos produtos (BRINSON, 1996, p. 115; COGAN, 1998, p.104; RIBEIRO, 1998a, p. 155; LUSTOSA, 2003, p. 162), entre outras implicações de igual importância.

⁴ Ou como citam Romero e Salles (ROMERO e SALLES, 1995, apud MARTINS P., 2004, p.108), à criação de competências para a busca de vantagens competitivas.

⁵ Florida e Davison (2001, p. 64) sintetizam: surgem três paradigmas *zero* na manufatura, pois as organizações, simultaneamente, procuram alcançar ‘*defeito zero*’, ‘*inventário zero*’ e ‘*poluição zero*’.

⁶ Amostra de 1.158 empresas de 23 setores da economia, dados de 1999.

Por outro lado, as ações externas também são formadoras de opiniões e um exemplo importante da variável estratégica em que se tornaram as questões ambientais vem do Mercado de Capitais brasileiro. A Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) criou em 2005 um índice chamado de *Índice de Sustentabilidade Empresarial*⁷ (ISE), pioneiro em toda a América Latina, “*que é uma carteira com ações de empresas consideradas sólidas em longo prazo, com forte desempenho financeiro e nos quesitos sociais, ambientais e de governança corporativa*” (VIALLI, 2005, p. B14), representando 28 empresas de 12 diferentes setores, entre as quais: Aracruz Celulose, Belgo Mineira, Braskem, Embraer, Itaúsa, Natura, Perdigão, Suzano Papel e Celulose e Votorantim Papel e Celulose.

As empresas que têm as ações listadas neste índice passam a ser obrigadas a evidenciar em seus relatórios as práticas sócio-ambientais das quais praticaram, bem como investimentos e riscos ambientais - ao final de cada exercício as empresas devem dar publicidade aos seus relatórios, indo além da publicação dos instrumentos obrigados pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e da nova Lei das Sociedades Anônimas - Lei das S/A de nº 10.303 de 2003 (BOVESPA, 2005).

Entretanto, é interessante notar que o aumento da percepção da questão ambiental deve ir além, pois, conforme Cramer e Zegveld ([199?], p. 466 apud MARTINS P., 2004, p. 111) comentam “*se a preocupação com o meio ambiente continuar, os consumidores exigirão padrões crescentemente mais altos de qualidade ambiental dos produtos que compram*”, tornando-se um dos principais meios a pressionar a indústria a melhorar o sistema produtivo e cuidar das fases finais do ciclo de vida do produto (O'BRIEN, 2002, p. 3870; TOFFEL, 2003, p. 61). Sobre este aumento

⁷ O americano data de 1999 - Índice *Dow Jones* de Sustentabilidade (DJSI) – que lista também empresas brasileiras. Entre os emergentes, só existe o índice da África do Sul, criado em 2003 (VIALLI, 2005, p. B14).

da preocupação ambiental como também da escalada da responsabilidade dos fabricantes a ONG Greenpeace ⁸ (GREENPEACE, 2002, p. 3) declara:

Princípio nº 2: Ampliar a Responsabilidade Corporativa:

*As corporações devem ser responsabilizadas independentemente de culpa por todo e qualquer dano advindo de quaisquer de suas atividades que causem danos ao meio ambiente, a propriedade ou pessoas, incluindo remediação do local atingido... **A responsabilidade das corporações por seus produtos deve se estender por todo o ciclo de vida do produto, desde a produção até a disposição final.** Os Estados devem responsabilizar diretores e representantes das corporações enquanto pessoa física pelas ações ou omissões das empresas que representam, incluindo as ocorridas nas subsidiárias (grifo nosso).*

O produto, ou melhor o seu ciclo de vida, passa a constar na agenda das preocupações de consumidores (HERTWICK, 2005, p. 4; COOPER, 2005, p. 55) e da sociedade em geral (HAWKEN, LOVINS e LOVINS, 2002, p. 45-9; LEEUW, 2005, p. 7; DRIEDGER, 2005, p. 90). Para as indústrias passa a ser parte da estratégia das organizações quando refletem possíveis fontes de problemas ambientais no tocante a:

- **Criação de risco ambiental:** Annes (2005, p. 15-6) cita que atualmente existem à disposição da indústria cerca de 90 mil diferentes materiais - agrupados em metálicos, cerâmicos, polímeros, naturais e os compósitos, que são compostos por dois a mais tipos de materiais diferentes. O risco está na agregação de materiais que terão existência maior que a sua vida funcional e de difícil reciclagem.

⁸ Os princípios se referem ao documento chamado de Princípios de Bophopal e Responsabilidade Corporativa. A menção à cidade de Bophopal, na Índia, é decorrência ao desastre ambiental ocorrido em 1984 que vitimou 150 mil pessoas e levando a morte 8.000 pessoas (GREENPEACE, 2002, p. 4).

A indústria eletrônica é um exemplo importante desta situação de criação de risco ambiental, pois os compósitos manufaturados fruto da composição destes diversos materiais, que somados a tratamentos específicos para a condução de corrente elétrica, são depois de utilizados descartados com implicações ao meio ambiente e às pessoas (JOFRE e MARIOCA, 2000, p. 30-1; GOOSEY, 2004, p. 41-3; HRISTEV, 2005. p. 6-7).

- **Aumento de responsabilidades:** a responsabilidade dos fabricantes está sendo ampliada, em direção às fases finais do ciclo de vida dos produtos, principalmente no que diz respeito à disposição final destes (MANZINI e VEZZOLI, 2000, p. 87; TOFFEL, 2003, 61-65; HARISTEV, 2005, p. 6,7 e 18,19; JOFRE e MARIOKA, 2005, p. 25; POLIDO, 2005, P. 138). Driedger (2005, p. 90) entende que este processo deve levar em conta todo o processo de produção e todos os envolvidos no ciclo de vida do produto, sejam eles terceiros, fornecedores e também o canal de distribuição. Porém, a responsabilidade pode ir além, como relata Souza A. (2004, p. 1) que *“os bancos privados, assim como os públicos, estão sujeitos a serem responsabilizados ambientalmente pelos danos ocorridos por conta de concessões de financiamentos e/ou créditos a seus clientes”*.

- **Reconhecimento dos passivos ambientais criados⁹ (e em um desdobramento estratégico, a percepção de que gerenciamento do risco ambiental pode evitar os passivos ambientais):** os produtos, e também os processos pelos quais estes são originados, como também os resíduos resultantes do

⁹ **Passivo ambiental:** *“os passivos ambientais referem-se a benefícios econômicos que serão sacrificados em função de obrigação contraída perante terceiros para a preservação e proteção ao meio ambiente”* Martins e De Luca (1994, p. 27).

processo industrial, podem gerar passivos ambientais. E estes devem ser evidenciados, tanto contabilmente (BERGAMINI, 2000, p. 305; LIMA e VIEGAS, 2002, p. 48; MACHADO, 2003, p. 299; PAIVA, 2003, p. 40; GRAY, 1993, apud FERREIRA, 2003, p. 65-8) como juridicamente (DITTENHOFER, 1995, p. 44 e 47, JOFRE e MARIOKA, 2005, p. 25) e devidamente tratados. As lâmpadas fluorescentes e as baterias de celulares e de automóveis ¹⁰ são exemplos auto-explicativos dos **riscos que produtos eletroeletrônicos carregam nas fases finais do seu ciclo de vida, devido aos efeitos externos negativos**, e por este motivo são objetos da exigência de regulamentação da legislação ambiental brasileira e sobretudo internacional.

Estes três potenciais problemas descritos acima são enfrentados pela Indústria eletrônica mundial em uma escala maior que a maioria dos outros setores industriais. Um exemplo para esta afirmação é a exigência da comunidade europeia limitando quantidades máximas de substâncias nocivas em componentes eletrônicos a partir de 1º de julho de 2006 expressa no Artigo 4º da Diretiva 2002/95/CE ¹¹ (PARLAMENTO EUROPEU, 2003):

Artigo 4º Prevenção

1 - Os Estados-Membros assegurarão que, a partir de 1º de julho de 2006 os novos equipamentos elétricos e eletrônicos colocados no mercado não contenham chumbo, mercúrio, cádmio, cromo hexavalente, polibromobilfenilo (PBB) e/ou éter de difenilo polibromado (PBDE)...

¹⁰ **Compostos da Bateria:** Sulfeto de ferro - FeS (40 a 50%) e traços de Chumbo - Pb, Sulfeto de Chumbo - PbS, Cobre - Cu, Zinco - Zn, Níquel - Ni e Antimônio - Sb (COYA, MARANÓN e SASTRE, 2000, p. 292).

¹¹ Em 18 de Agosto de 2005 a diretiva foi mudada para 0,1% em peso para chumbo, mercúrio, cromo hexavalente, PBB e PBDE e 0,01% para cádmio.

A análise do ambiente em que as empresas eletrônicas estão inseridas se caracteriza como um excelente campo para observações dos gastos ambientais a que estas estão sujeitas em suas operações. Aliado a esta constatação, muitas organizações do setor eletrônico são fornecedoras para as montadoras de automóveis, que também sob severa fiscalização por parte das autoridades ambientais - haja vista a Diretiva 2000/53/EC da Comunidade Européia (PARLAMENTO EUROPEU, 2000) que discorre sobre as políticas para reuso, reciclagem, controle das substâncias nocivas ¹² e para o descarte de componentes e materiais dos automóveis, pois estes geram em torno de 8 a 9 milhões de toneladas de resíduos por ano - pressionam ainda mais seus fornecedores de componentes eletrônicos.

Portanto, corrobora-se a idéia de que a *evidenciação dos gastos ambientais* é de vital importância às organizações no tocante a formulação das estratégias (MACHADO, 2003, p. 299-303; PAIVA, 2003, p. 25-42; MOURA, 2003, p. 58) e que a sua materialização pode ser realizada através do estudo do *ciclo de vida dos produtos* pelo caráter abrangente, no tempo e no espaço, que a vida dos produtos têm nas mãos dos consumidores (período de uso) e na natureza (descarte).

Com este objetivo de *evidenciação dos gastos ambientais*, este presente trabalho discutirá este tema através da proposição de uma metodologia para o *cálculo de custo do ciclo de vida do produto*, utilizando-se do método contábil do *Custeio Baseado em Atividades* e também através das informações coletadas em uma pesquisa-ação realizada em uma companhia do setor eletrônico com expressivas vendas no mercado mundial.

A pesquisa-ação refletiu a mudança organizacional que a companhia está passando para o enquadramento às normas da Comunidade Européia, bem como todo o esforço à adequação à legislação brasileira na sua unidade

¹² Esta Diretiva geral para tratamento do *end-of-life* dos automóveis deu origem à Diretiva acerca das substâncias tóxicas que já teve efeito prático. Outras duas imposições que serão ainda objeto de implementação são: (a) criação de um certificado de destruição e (b) percentuais de reciclabilidade, de 85% a partir de 1º de janeiro de 2006 e 95% a partir de 1º de janeiro de 2015 (PARLAMENTO EUROPEU, 2000).

fábrica, que em última instância evidenciou a extensão das responsabilidades no tocante aos seus produtos comercializados e os aumentos dos gastos ambientais, sem a contrapartida do efetivo custeio ambiental para cada produto em si.

1.1- O Problema de Pesquisa e o Objetivo de Trabalho

Para Kuhn ¹³ (2003) o ambiente de negócios em que as empresas estão inseridas apresenta as características de um período de crise em se tratando da problemática das respostas que indústrias oferecem, ou estão dispostas a oferecer, às questões de cunho ambiental. Como comentado na introdução, pressões por parte da sociedade organizada e também pelas novas legislações estão a cada dia aumentando mais, construindo uma oportunidade para a quebra dos paradigmas vigentes sem a contrapartida ambiental. Os principais paradigmas relacionados com a questão ambiental são sumarizados a seguir:

- **Paradigma do Estilo de Vida:** do atual modo de vida massificado que prioriza o individualismo, o consumismo exagerado e a descartabilidade desenfreada a um contexto de vida que dê valor ao que as pessoas são e não o que elas têm. A resposta, pensando-se em termos ambientais, levará ao consumo consciente.

- **Paradigma Econômico:** do crescimento econômico a qualquer preço, baseado em ciclos de curto prazo, e na geração de poluição à um novo rumo de desenvolvimento

¹³ Segundo Kuhn (2003) os cientistas profissionais sentem-se angustiados e confusos ao depararem-se com as incongruências que permeiam o ambiente científico: o conflito entre o determinismo e as incertezas. Mas, quando conseguem compreendê-las, viabilizam os avanços importantes, o que leva à revolução do pensamento, da ciência e, muitas vezes, à mudança de paradigma (KRAEMER, 2002, p. 42).

sustentável, conjugando a sustentabilidade econômica, ambiental e social.

- **Paradigma dos Recursos Naturais:** se os recursos não renováveis estão caminhando a exaustão, os recursos “*considerados renováveis, parecem atingir um limite para a sua recomposição, pois o tempo geológico contrasta cada vez mais com a velocidade de utilização*” (RODRIGUES, 1993, p. 6, apud MARTINS, 2004, p. 104), sendo proeminente o uso racional destes.
- **Paradigma da Gestão da Produção:** Florida e Davison (2001, p. 64) sintetizam a atual problemática que as indústrias devem ultrapassar com relação à gestão da produção: surgem três paradigmas *zero* na manufatura, pois as organizações, simultaneamente, procuram alcançar defeito zero, inventário zero e poluição zero.

Ainda dentro deste contexto de quebra de paradigmas, o setor industrial encontra-se em um patamar de exigência muito maior que a maioria dos demais setores da economia devido à **extensão da responsabilidade sobre o ciclo de vida dos produtos comercializados** - exigências como a retirada dos produtos com substâncias de caráter nocivo (tóxico) por parte da legislação ambiental internacional e a preocupação com o surgimento de passivos ambientais resultantes das operações (subprodutos da industrialização, tais como as emissões, efluentes e resíduos sólidos) e dos produtos em si (a somar-se com as embalagens destes) – ou seja, **a quebra de um outro paradigma ambiental acontecerá quando as indústrias passarem a ser responsabilidades pelas externalidades resultantes dos produtos, em todo o ciclo de vida, e como as organizações poderão**

internalizar os custos inerentes a este processo em conjunto com todos os outros gastos ambientais.

Com a assimilação deste quadro delineado às indústrias em geral e em especial à indústria eletrônica, é que se apresenta o problema de pesquisa deste trabalho: **Como os gastos ambientais (incluídos nesta proposta a discussão das externalidades) podem ser evidenciados ao longo do ciclo de vida dos produtos?** Questão também motivada pela pequena massa crítica com relação aos estudos que contemplem o custeio ambiental e a ausência da preocupação com todo o ciclo de vida dos produtos.

Para responder a esta questão, o objetivo principal do projeto desta pesquisa **é evidenciar os gastos ambientais no ciclo de vida dos produtos utilizando-se da metodologia do método de custeio baseado em atividades**, que contemple, de forma integrada e sistemática, a análise de todos os custos diretos e indiretos de natureza ambiental que recaiam sobre os produtos e procure internalizar os possíveis passivos ambientais (ou os efeitos das externalidades negativas) a que as empresa do setor eletrônico estão sujeitas.

1.1.1 - Objetivos Específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- ❑ Analisar as abordagens de Ciclo de Vida de Produto.
- ❑ Discutir os principais Métodos de Cálculo/Avaliação do Ciclo de Vida de Produto.
- ❑ Explicar porque o Método de Custeio Baseado em Atividades é um método robusto à evidenciação do gasto ambiental quando

utilizado em consonância com outras metodologias de cálculo ou avaliação do ciclo de vida do produto (modelagem híbrida).

- Preparar as bases para o cálculo do Custo do Ciclo de Vida dos Produtos utilizando-se do método de Custeio Baseado em Atividade.

- Tornar as informações geradas pela evidenciação do gasto ambiental disponível para a estratégia das empresas.

1.2 - Relevância e Justificativas

Como um primeiro ponto a justificar esta pesquisa é considerar a importância do estudo do ciclo de vida do produto para as empresas quando este faz parte da estratégia de negócios das organizações, pois a gestão do ciclo de vida do produto serve de apoio à competitividade dos negócios e para a tomada de decisão sob várias abordagens, inclusive a ambiental.

Um segundo ponto a considerar é o aprofundamento de pesquisa visando, devido a lacunas existentes na literatura, entender a extensão da responsabilidade da indústria que, a cada dia, se torna responsável pelo final da vida dos produtos. Este fato é melhor evidenciado quando a tendência da Comunidade Européia e de outros países como o Canadá, legislam diferentemente do entendimento da legislação brasileira ¹⁴.

O terceiro ponto relevante da presente pesquisa se expressa na proposição de evidenciar os gastos ambientais incorridos durante todo o ciclo de vida do produto. Proposição esta, que tem a sua importância elevada em virtude do momento em que as empresas estão vivenciando em virtude da extensão das responsabilidades do produtor e da crescente exigência por parte da legislação internacional e da sociedade em geral.

¹⁴ O Apêndice 1 comenta esta diferença.

A quarta justificativa se refere ao fato de que para se operacionalizar a evidenciação dos gastos ambientais devem ser utilizados métodos para este fim, e, portanto, este trabalho apresenta os principais métodos para o cálculo e avaliação do ciclo de vida, suas metodologias, a comparação entre estes, e a oportunidade de se conjugar modelos híbridos com o objetivo de melhorar a aderência ao gasto ambiental e maior abrangência das fases finais do ciclo de vida do produto.

Por fim, deve-se reforçar o caráter do tema geral que se trata nesta pesquisa, devido a elevação da questão ambiental ao nível de variável estratégica dentro das organizações. Não se pode pensar mais em sobrevivência e competitividade dos negócios sem levar em consideração a formulação ambiental, tanto quanto aos efeitos positivos, como para os efeitos negativos, enfim, as externalidades.

1.3 - Limitações

As limitações deste trabalho são comentadas abaixo:

- **Contabilização de Impostos e Legislação Tributária:** devido a excrecência da mutação diária da legislação tributária brasileira tornou-se difícil a inclusão desta variável neste estudo, bem como a sua a sua previsão na modelagem da evidenciação dos gastos ambientais.
- **Discussão da Legislação Ambiental e de Política Públicas:** não é escopo deste trabalho a discussão da legislação atual, sendo aceita sem a contestação de doutrinas ou jurisprudências, bem como de Políticas Públicas. Apenas se evidenciam alguns aspectos da legislação brasileira em contraste com as de outros países.

- **Design e desenvolvimento de produtos e processos menos poluidores:** apesar de discutir métodos para a tomada efetiva de decisão, esta pesquisa não discutirá o processo de mudanças de *design* ou no desenvolvimento de produtos ou processos.
- **Limites da Pesquisa-Ação:** discutido no protocolo de pesquisa no Capítulo 5, na sessão 5.2.
- **Limites de ação no tempo, espaço e conceituação contábil de ativo e passivo ambiental para a modelagem:** estas três dimensões são discutidas nas limitações da modelagem no capítulo 6, na sessão 6.2.

1.4 - Metodologia de Pesquisa e Caracterização do Problema

São apresentadas a seguir a caracterização do problema e a metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho.

1.4.1 - Caracterização do Problema

É necessária que se verifique a aderência da proposta do objetivo de estudo ao escopo das áreas de estudo da *Engenharia de Produção*. De acordo com o *American Institute of Industrial Engineers* – AIIE (AIIE, 1998, apud FLEURY e NAKANO, 1998):

A Engenharia de Produção será reconhecida como a profissão de vanguarda, cujos praticantes planejam,

projetam, implantam e gerenciam sistemas integrados de produção e de serviços, que asseguram desempenho, confiabilidade, mantenebilidade, aderência ao programa e controle de custos. Tais sistemas têm natureza sócio-técnica e devem integrar pessoas, informações, materiais, equipamentos, processos e energia através de todo o ciclo de vida do produto, serviço ou programa (grifo nosso).

Utilizando-se desta definição, o objetivo deste estudo se enquadra perfeitamente na definição do AIIE, pois trata diretamente de dois tópicos elencados: **Controle de Custos** e **Ciclo de Vida do Produto**.

De acordo com a classificação que Popper (1980) designa, este estudo trata de um **problema incompleto, científico e praxiológico**, pois o mesmo nunca terá uma solução definitiva; surgiu de aspectos da realidade, que atraíram a atenção do ser humano e desencadeou um processo crítico destes aspectos pela mente humana; finalmente, constitui-se de uma ação humana, sem levar em conta quaisquer elementos da vida interior que determinam esta ação.

Analisando-se os níveis de caracterização de Boulding (1956), nota-se que o problema proposto localiza-se no **Nível 8**, pois visa a proposta de um modelo de custeio, que pode ser utilizado no auxílio à gestão das organizações e a tomada de decisão.

1.4.2 - Metodologia de Pesquisa utilizada

Para se atingir o objetivo deste trabalho, o desenvolvimento da metodologia de pesquisa foi dividido em nas seguintes fases (figura 1.1, à página 20):

- (a) **Pesquisa Exploratória:** segundo Lakatos e Marconi (1991, p. 187) a pesquisa exploratória apresenta as seguintes finalidades:

- Desenvolver hipóteses,
- Aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno e,
- Auxílio à realização de pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar conceitos.

Todas estas três finalidades estiveram presentes no início desta pesquisa, auxiliando a estabelecer as prioridades para a revisão bibliográfica e justificar a escolha da metodologia a ser seguida.

(b) Revisão da Bibliografia: levantamento teórico detalhado abordando os temas: estratégia empresarial, métodos de custeio, influência das questões ambientais para as organizações, métodos de análise de ciclo de vida e sistemas de gerenciamento ambiental, com seguintes focos:

- *Contextualização do problema dentro da área de estudos* (ALVES, 1991 apud GUERRINI, 2002, p. 23).
- *Análise do referencial teórico* (ALVES, 1991 apud GUERRINI, 2002, p. 23).
- Verificação do nível de desenvolvimento do conhecimento até o momento atual.
- Se existem lacunas entre o conhecimento a ser estudado (CROOM, 2002, p. 150).

(c) Pesquisa-Ação: a pesquisa-ação, assim como o estudo de caso e a pesquisa participante são métodos de pesquisa qualitativos. Segundo Nakano e Fleury (1996, p. 5) as características da pesquisa qualitativa são as seguintes:

- ❑ O pesquisador observa os fatos sob a ótica de alguém interno à organização;
- ❑ A pesquisa busca uma profunda compreensão do contexto da situação;
- ❑ A pesquisa enfatiza o processo dos acontecimentos, isto é, a seqüência dos fatos ao longo do tempo;
- ❑ O enfoque da pesquisa é mais desestruturado, não há hipóteses fortes no início da pesquisa. Isso confere à pesquisa bastante flexibilidade;
- ❑ A pesquisa emprega mais de uma fonte de dados.

A decisão pelo método da Pesquisa-Ação se justifica pelas seguintes observações (COUGHLAN e COGHLAN, 2002, p. 220-39):

- ❑ O pesquisador observa a ação como um observador primário e faz parte da resolução de problemas.
- ❑ A Pesquisa é fundamentalmente sobre mudanças e é interativa.
- ❑ A pesquisa se desenvolve com uma visão global durante o projeto e reconhece a complexidade organizacional: segundo Nadler e Tushman (1984 apud COUGHLAN e COUGHLAN, p. 225) as organizações são sistemas sócio-técnico dinâmicos, pesquisadores necessitam ter a visão aberta de como o sistema trabalha e ser habilidoso para mover-se entre a estrutura formal e informal da organização e dos subsistemas humanos.

- A pesquisa se nutre de variadas fontes, mas exige do pesquisador o entendimento do meio ambiente corporativo.
- Trabalha em tempo real.

(d) Modelagem: Segundo Bertand e Fransoo (2002, p. 245) registram que um modelo é uma abstração da realidade e não tem a pretensão de incluir toda a realidade completa no modelo proposto, com qual Most (1982, p. 60, apud PAIVA, p. 127) completa dizendo que *“um modelo em pesquisa é uma construção que permite a observação dos efeitos de certas variáveis identificadas pelas hipóteses, podendo, por essa razão, resumir aspectos da realidade modelada que não são afetados pelas variáveis selecionadas, ou efeitos em que o pesquisados não esteja interessado”*.

1.5 - Estrutura do Texto da Dissertação

Este trabalho estrutura-se da seguinte forma:

- **Primeiro Capítulo:** faz-se a introdução, as justificativas pela escolha do tema, apresentação da metodologia de pesquisa e as limitações deste trabalho.
- **Segundo Capítulo:** aborda os principais métodos para o cálculo do custo de vida do produto e sugere, a partir da pesquisa bibliográfica, um método contábil para suporte do cálculo do ciclo de vida do produto.

- **Terceiro Capítulo:** também parte da pesquisa bibliográfica, este capítulo busca a compreensão da mecânica do método de custeio baseado em atividades.

- **Quarto Capítulo:** estudo da extensão da responsabilidade do produtor e suas conseqüências para as organizações, bem como, formas para a internalização dos custos externos às empresas, ou seja, as externalidades. Discute-se ainda, a utilização do Método ABC para as questões ambientais.

- **Quinto Capítulo:** apresenta os resultados da pesquisa-ação realizada.

- **Sexto Capítulo:** modelagem do projeto para a evidência dos gastos ambientais durante o custo do ciclo de vida do produto, onde são apresentados três cenários para aplicação.

- **Sétimo Capítulo:** as considerações gerais, as contribuições, a conclusão, as sugestões de trabalhos futuros e as considerações finais.

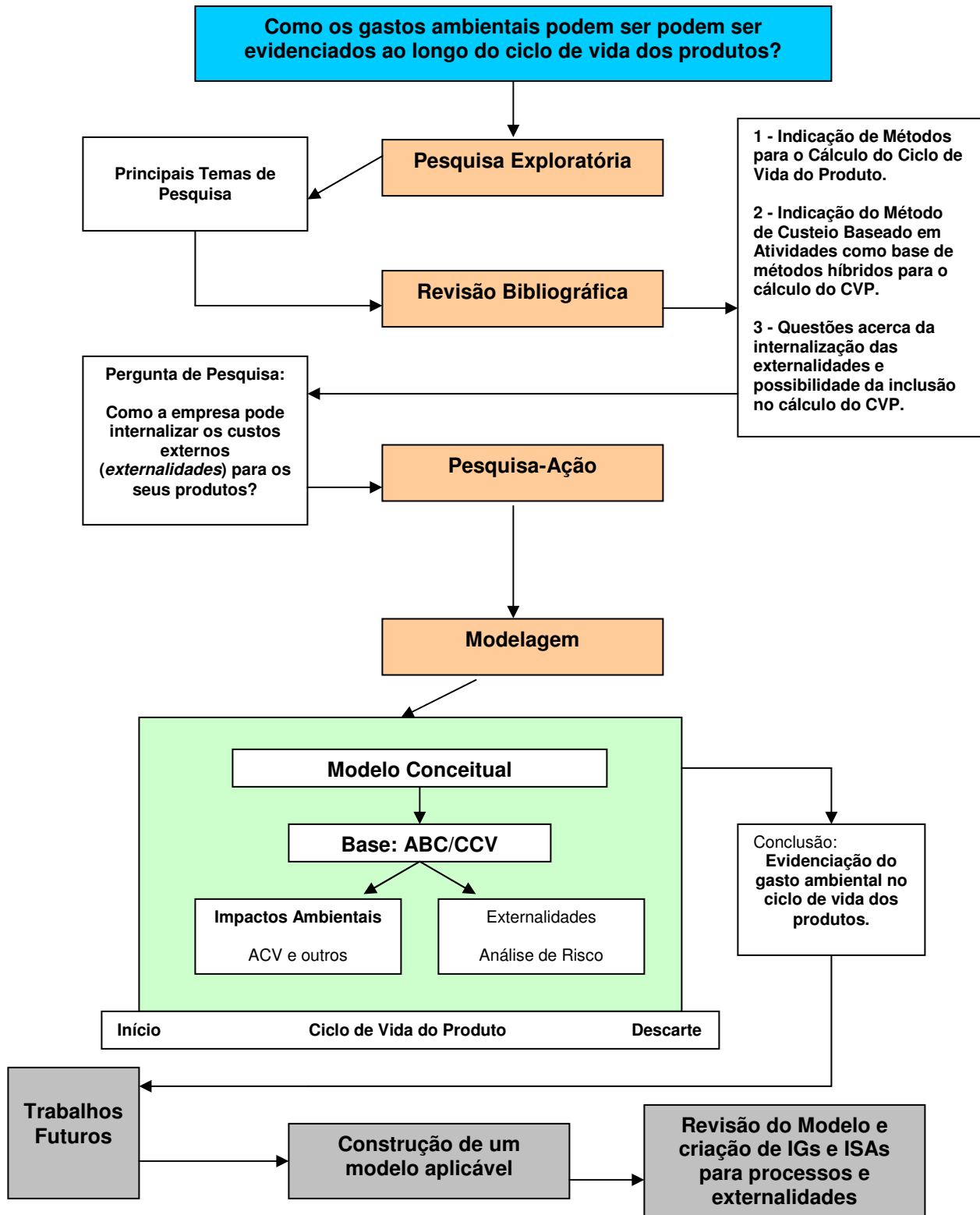


Figura 1.1 - Metodologia de Desenvolvimento da Pesquisa

CAPÍTULO 2 - PROPOSTAS PARA O CÁLCULO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NO CICLO DE VIDA DO PRODUTO

O custeio do ciclo de vida considera todos os custos que incidem no ciclo de vida do produto, desde a pesquisa até a situação de ser descartado - do berço à sepultura - Profº Samuel Cogan, 1998.

A importância do *Ciclo de Vida do Produto* para as organizações fica clara quando passa a “*fazer parte das estratégias de negócios dirigida pelos desejos dos consumidores, pressões competitivas e oportunidades de conservação de recursos*” (AGBEJULE, FERNANDEZ e d’ESPINEY, 2004, p. 111), ou no momento em que é utilizada como ferramenta de apoio à competitividade dos negócios e para a tomada de decisão (DIAS FILHO, 1992, p. 3; LEEUW, 2005, p. 7).

Entretanto, o termo *ciclo de vida de produto* (CVP) está sujeito a *ambigüidades* conforme salienta Manzini e Vezzoli (2002, p. 91). Para efeito deste trabalho será adotada a seguinte definição segundo as formulações de Manzini e Vezzoli (2002, p. 91) e Ribeiro (1998a, p. 154):

O ciclo de vida dos produtos inicia-se já no projeto de concepção do produto, compreendendo todas as fases destinadas ao desenvolvimento do produto e do processo de produção, bem como todos processos de produção pelos quais o produto é processado, incluindo a relação com o meio ambiente quanto aos fluxos de materiais, energia e emissão de resíduos, suas estocagens, e finalizando com o último tratamento de todos dos materiais utilizados na manufatura do produto e sua desativação.

Em se tratando de *ambigüidades* com relação ao CVP, Doyle (1976 apud SLACK, 1999, p. 80) também comenta que há diversas formas para a formulação de estratégias para a gestão do CVP segundo as várias abordagens de diferentes áreas do conhecimento humano. As principais abordagens são relacionadas abaixo:

- **Produção** (FABRYCKY e BLANCHARD, 1991, p. 6-12, HANSEN e MOWEN, 2000, p. 438) cujo objetivo são ações da organização no ciclo produtivo - pesquisa e desenvolvimento, produção, suporte no pós-venda e descarte.

- **Marketing** (KOTLER e ARMSTRONG, 1998, p. 224-6 ; KOTLER, 1998, p. 308-10; McKENNA, 1999, p. 35) cuja abordagem é entender o curso da venda do produto, em suas diferentes fases - introdução, crescimento, maturidade e declínio ¹⁵ - para a maximização de receitas durante a vida do produto no mercado;

¹⁵ O CVP na visão de Kotler e Armstrong (1998, p. 224) é constituído de 5 fases: Estágio de Desenvolvimento do Produto, Introdução, Crescimento, Maturidade e Declínio.

- **Ambiental** (MANZINNI e VEZZOLI, 2002, p. 92) pois considera o ciclo de vida do produto em termos da análise dos conjuntos de entradas e saídas em todas as fases do ciclo com a finalidade de avaliar conseqüências ambientais e sociais.

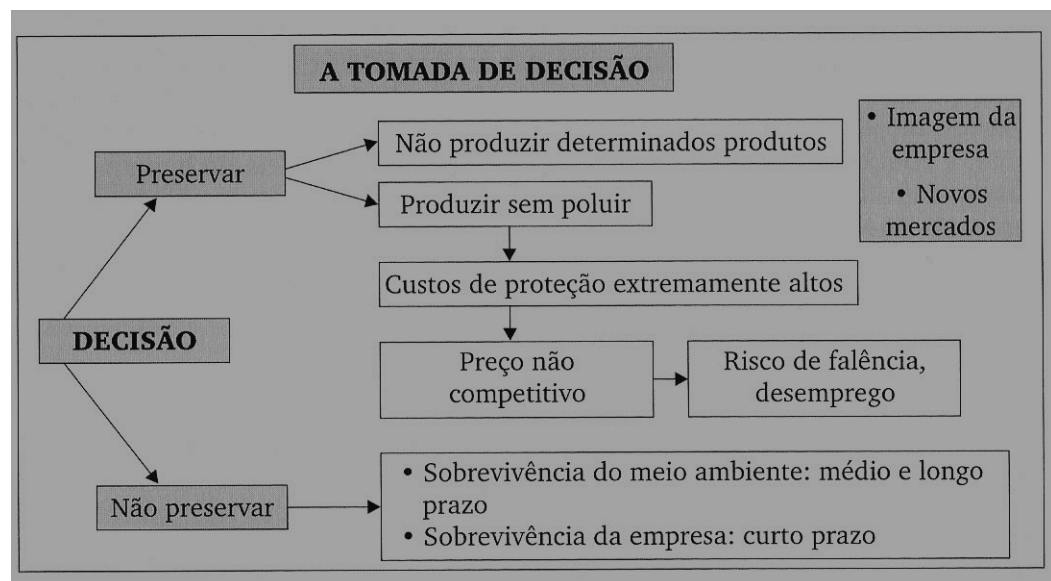
- **Econômico-financeira** (FABRYCKY e BLANCHARD, 1991, p. 12; MADUREIRA, 2002, p. 26-29), pois considera que para os acionistas e diretores o importante é saber quais áreas da empresa são lucrativas e quais produtos estão gerando um retorno correspondente ao investimento realizado ou planejado - relação custo-benefício.

Em termos de comparação entre as abordagens acima citadas, Hansen e Mowen (2001, p. 438) afirmam que a abordagem “*de marketing está preocupada com a natureza do padrão de vendas no decorrer do ciclo de vida do produto*” sendo orientado para a maximização de receitas. Uma das principais razões do estudo do CVP para esta abordagem é o posicionamento do produto ou a sua substituição (KOETLER, 1998, p. 226) e análises baseadas em fatores intangíveis da percepção dos consumidores (McKENNA, 1999, p. 16). Porém, este enfoque não faz parte do escopo deste estudo, apesar da sua inegável importância para as organizações em geral (KOTLER e ARMSTRONG, 1998, p. 225-6; KOTHER, 1998, p. 309-10; SLACK, 1999, p. 82; McKENNA, 1999, p. 3-10).

As outras três abordagens têm aderência com o objetivo de estudo e são referências para a modelagem de métodos de cálculo do ciclo de vida do produto, pois:

- A abordagem da produção, segundo Hansen e Mowen (2001, p. 438-9), é orientada para os custos, pois enfatiza o custeio do ciclo de vida dos produtos.

- A abordagem ambiental segundo O'Brien (2002, p. 3868) comenta formula em termos da sustentabilidade dos negócios ao longo do tempo, ou seja, da exploração sustentável do meio ambiente, principalmente de recursos não renováveis, e como esta afetará a vida das gerações futuras - *trade off*¹⁶ lucro / natureza, traduzido em uma pergunta de Manzinni e Vezzoli (2002, p. 81): “*Como pode uma empresa torna-se mais competitiva optando pela direção da sustentabilidade?*” ou pelo esquema da figura 2.1.



Fonte: FERREIRA (2003, p. 34).

Figura 2.1 - *Trade off* no processo decisório ambiental.

- A abordagem econômico-financeira conforme explica Fabrycky e Blanchard (1991, p. 12) considera que o essencial pré-requisito de qualquer empreendimento é a sua viabilidade,

¹⁶ **Trade-off:** decisão a ser realizada entre alternativas onde existem relações inversas entre variáveis, de modo que mais de uma implica necessariamente menos de outra.

exemplificado nas suas palavras: “*Há muitos exemplos de estruturas, processos e sistemas que possuem excelente design mas pouco mérito econômico*” (p. 12).

Como já comentado, estas três abordagens servem de base para a formulação de métodos de cálculo do CVP. De acordo com alguns autores (KUMARAN *et. al.*, 2001, p. 260-4; EMBLEMSVÅG, 2001, p. 17; AGBEJULE, FERNANDEZ e d’ESPINEY, 2004, p. 111-2; HAES *et. al.*, 2004, p. 22) é possível dividir as propostas de métodos para o cálculo do ciclo de vida considerando-se duas vertentes: a vertente ambiental e a vertente de custos (que engloba as abordagens econômica-financeira e da produção).

Estas duas vertentes dão origem a duas metodologias distintas de cálculo do CPV, sendo denominadas respectivamente como Análise do Ciclo de Vida (*Life Cycle Assessment - LCA*) e Custeio do Ciclo de Vida (*Life Cycle Costing - LCC*) e são comentados nas próximas sessões. A figura 2.2 apresenta a formação do escopo de pensamento para o cálculo ambiental do ciclo de vida do produto.

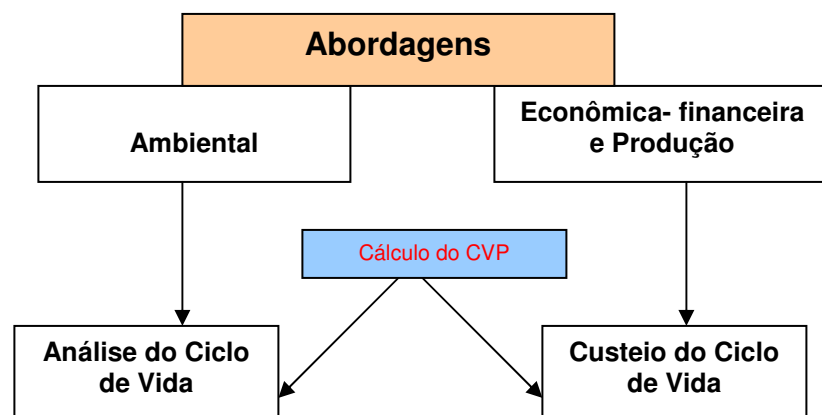


Figura 2.2 - Origens da Modelagem de Cálculo do Ciclo de Vida do Produto.

2.1 - Análise do Ciclo de Vida (ACV)

O surgimento da Análise do Ciclo de Vida, na década de 60, foi motivado quando começaram as preocupações sobre a possível falta de recursos naturais e energia incentivando a elaboração de métodos para quantificar o uso de recursos em projetos visando a redução do uso dos fatores produtivos e impactos ao meio ambiente.

O desenvolvimento do primeiro método de cálculo de impacto ambiental que se tem notícia foi realizado por pesquisadores da *Midwest Research Institute* (MRI) a serviço da Coca-Cola, em 1965, quando foram confrontados com um desafio: comparar diferentes tipos de embalagens de refrigerante para a determinação de qual delas apresentava índices mais adequados de emissão para o meio ambiente e menor consumo de recursos. Este estudo, conhecido como *Resource and Environmental Profile Analysis*, quantificou o uso de matérias primas e combustíveis, relacionando com as cargas ambientais processadas na produção das mesmas para cada uma das alternativas. Era a gênese da ACV com enfoque em estudos de impacto ambiental, que a partir deste estudo inicial se desenvolveu em escala mundial a partir dos anos 90, tanto em termos de metodologia como em suas aplicações (STEEN, 2005, p. 108).

Kumaran *et. al.* (2001, p. 267) explica que a ACV foi desenvolvida de forma a encontrar as crescentes necessidades das organizações que procuravam agregar aspectos ambientais no desenvolvimento de produtos e também em programas de melhoria procurando atender aos anseios de consumidores e da legislação.

Devido a aceitação do método no meio acadêmico e nas organizações ¹⁷ a ACV tem fundamentado diversas novas metodologias de avaliação e projeto de processos industriais e sistemas energéticos, que se dividem em três níveis de atuação (STEEN, 2005, p. 108):

¹⁷ O Ministério da Ciência e Tecnologia tem um *website* só dedicado ao assunto: <http://acv.ibict.br>. Neste *website* encontram-se sessões com fóruns de discussão, publicações, dissertações e teses sobre o tema e eventos.

- **No nível das organizações:** muitas empresas têm conduzido estudos para avaliação de impactos ambientais dos seus produtos, pois “*a ACV é um método para medir o impacto de um produto ou processo no meio ambiente, incluindo impactos diretos e indiretos, iniciando-se quando da produção de insumos até o descarte final, completando assim o ciclo do produto*” (BROEK *et. al.*, 2002, p. 69) (grifo nosso).

- **No nível nacional:** a ACV tem balizado certificações e rotulagem ambiental de programas nacionais.

- **No nível internacional:** tem fundamentado diversos programas de gestão ambiental, com especial menção ao *Design* para o Meio Ambiente (*Design for Environment - DFE*), a Prevenção à Poluição nos Processos Industriais e a Norma ISO 14040 (MARTINS O., p. 20).

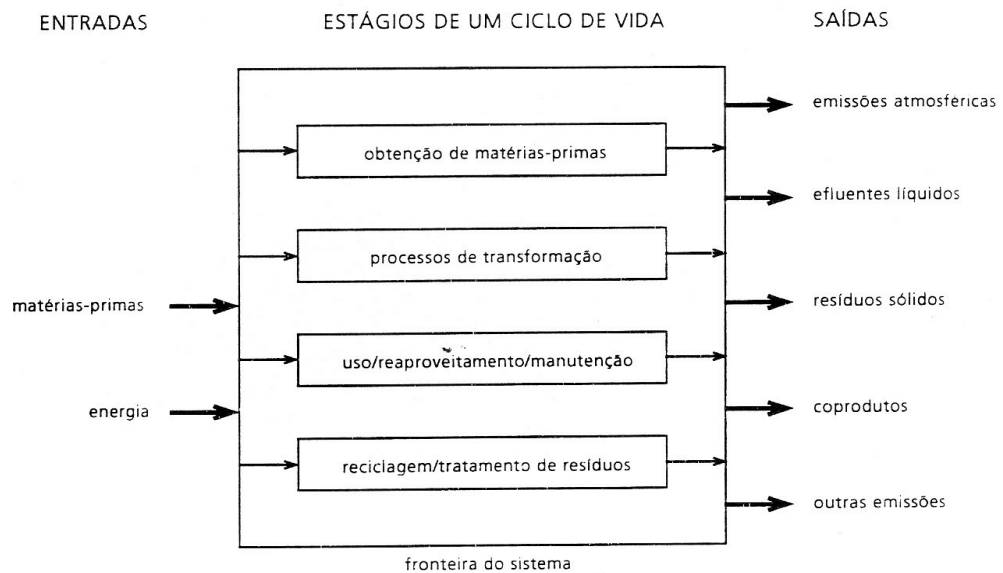
2.1.1 - Definição e Metodologia da Análise de Ciclo de Vida

Segundo Martins O. (1999, p. 20) o conceito da Análise do Ciclo de Vida ¹⁸ (ACV) é definido por: “*O estudo de todas as entradas e saídas de matéria e energia em todas as fases do ciclo de vida de um produto ou serviço, ou seja, desde a produção das matérias primas até a disposição final, passando por todos os processos de transformação envolvidos na produção dos mesmos*”. A figura 2.3 apresenta os estágios de um ciclo de vida segundo a ACV com as suas entradas e saídas.

¹⁸ Segundo Lora (2002, p.50) são encontrados outros termos semelhantes para a ACV, tais como: Balanço ecológico, Análise do perfil de recursos e meio ambiente e Análise da linha do Produto.

Entretanto, Chehebe (2002, p. 8) alerta para um problema importante que surgiu com relação à adoção das ACVs, no que diz respeito “à proliferação de estudos realizados com base em metodologias as mais diversas, as grandes discrepâncias observadas entre os resultados alcançados e os inconvenientes gerados justificavam a necessidade urgente de uma padronização dos termos e critérios utilizados”.

A primeira entidade a se preocupar de forma sistematizada foi a *Society of Environmental Technology and Chemistry* (SETAC) que assim definiu a ACV: “É uma abordagem holística para avaliar o impacto ambiental de um produto do berço ao túmulo” (SETAC, 1990, apud LORA, 2002, p. 50).

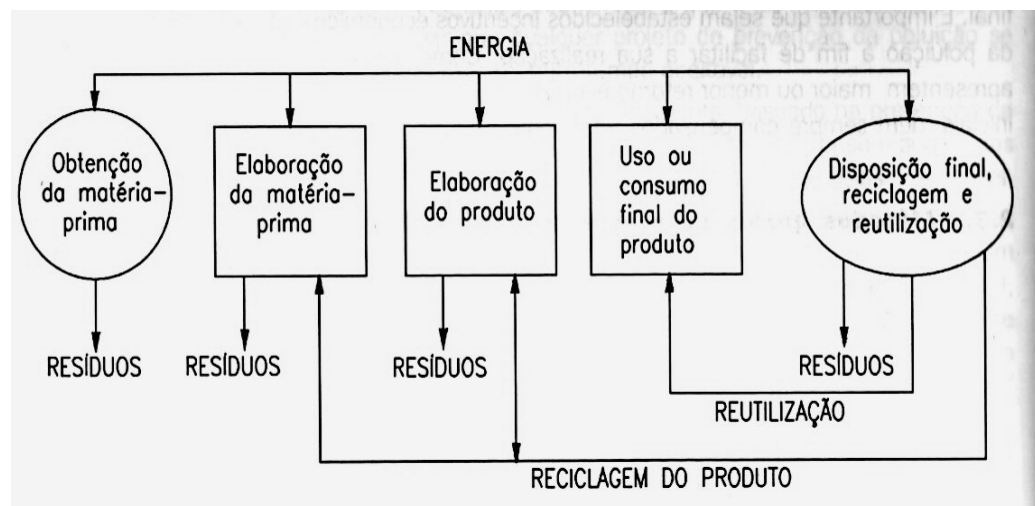


Fonte: EPA, 1993, apud Martins O., 1999, p. 30.

Figura 2.3 - Etapas de um ciclo de vida genérico e suas fronteiras.

Segundo a SETAC a metodologia da ACV é composta de quatro etapas (SETAC, 1991, apud LORA, 2002, p. 50-1):

- **Definição de Objetivos e Limites:** nesta primeira etapa, definição e escopo, são definidos, bem como as fronteiras e todas as considerações necessárias para conduzir um determinado trabalho e seu grau de confiabilidade.
- **Inventário do Ciclo de Vida:** nesta segunda etapa é realizado o inventário, ou seja, o processo de quantificação das entradas e saídas definidas na fase anterior em todas as etapas do ciclo de vida do produto, o que inclui, a aquisição de matérias primas e energia, manufatura de materiais, fabricação do produto, embalagem, distribuição, uso, manutenção e destinação final, ou seja, toda a estimativa de carga ambiental. Este procedimento também é chamado de *Life Cycle Inventory* (LCI). A figura 2.4 apresenta o esquema para a montagem do Inventário do Ciclo de Vida.



Fonte: EPA (1993 apud Martins O., 1999, p. 42).

Figura 2.4 - Inventário do Ciclo de Vida ou balanço de carga ambiental.

- **Análise de Impactos:** Esta etapa é constituída da *Classificação* (em grupos relativamente homogêneos de impacto), *Caracterização*

(estimativa de potencial impacto) e *Valoração* (determinação dos valores relativos ou pesos para os diferentes impactos) dos efeitos das cargas ambientais associadas ao ciclo de vida.

- **Análise de Melhorias:** Por fim, a última etapa tem o objetivo claro de sugerir mudanças com o intuito de diminuir os danos ao meio ambiente alterando a utilização de energia ou matérias-primas com base nos dados agregados em todo o processo da ACV.

2.1.2 - Análise de Ciclo de Vida na ISO 14000

A *International Organization for Standardization* (ISO) nasceu em 1926 em virtude da crescente necessidade de normalização¹⁹ que a sociedade industrial procurava. Inicialmente com o nome de *International Standard Association* (ISA - Associação Internacional de Normalização) fruto da incorporação da Comissão Eletrotécnica Internacional, que já atuava desde 1906.

Durante a 2ª Guerra os trabalhos da ISA foram interrompidos, mas em 1946, 25 países decidiram criar uma nova organização que se tornou a própria ISO, iniciando os seus trabalhos em 23 de fevereiro de 1947. A abreviação ISO não surgiu por ser o acróstico do nome da organização e sim por ser a derivação do vocábulo grego *isos* que significa igual.

A ISO é uma entidade não-governamental sem fins lucrativos baseada em Genebra, Suíça, onde congregam mais de 120 países, com o objetivo de promover o desenvolvimento da normalização e atividades relacionadas com a intenção de facilitar o intercâmbio internacional de bens e de serviços e desenvolver a cooperação nas esferas intelectual, científica,

¹⁹ A normalização é a atividade que estabelece, em relação a problemas existentes ou potenciais, prescrições destinadas à utilização comum e repetitiva com vistas à obtenção do grau ótimo de ordem em determinado contexto (OLIVEIRA e MELHADO, 2004, p. 57).

tecnológica e de atividade econômica. No Brasil a entidade que compõe a ISO é o Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO).

É importante salientar que as normas editadas pela ISO não são de adoção obrigatória pelos países membros, não existindo aparato legal para a sua imposição. No entanto, as empresas que buscam as certificações estão interessadas em responder as pressões de clientes e da sociedade em geral, para a manutenção da sua competitividade ou buscar novos mercados (MARTINS O., 1999, p. 70-1; LORA, 2002, p. 55), principalmente se objetivar mercados no exterior (VIANA e NOGUEIRA, [199?]; OLIVEIRA e MELHADO, 2004, p. 59).

Uma das mais conhecidas certificações da ISO é a série da Norma ISO 9000 versão 2000, publicada em dezembro de 2000 - a anterior, e também primeira, foi a versão de 1994. Com versão 2000 a certificação é realizada apenas na Norma 9001 que especifica requisitos para o sistema de gestão da qualidade, onde se deve certificar a capacidade da empresa em fornecer produtos que atendam aos requisitos dos clientes e aos regulamentos aplicáveis, objetivando aumentar a satisfação dos clientes (OLIVEIRA e MELHADO, 2004, p. 59). No Brasil o comitê técnico sobre a ISO 9000 é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

2.1.2.1 - A Norma 14000

Um dos desdobramentos da ECO 92 foi o interesse da *United Nations Conference on the Environment and Development* (UNCED), com o apoio dos países membros, no desenvolvimento de um programa internacional sobre manejo ambiental, pois se constatava várias ações de programas de atuação regional e nacional. A UNCED comunicou este interesse à ISO que delegou ao *Strategic Advisory Group on the Environment* (SAGE), grupo formado por representantes da iniciativa privada, governos e agências nacionais de normas, bem como profissionais da área de meio ambiente, a

função de um estudo preliminar tendo como referência a norma britânica BS 7750 e o sucesso da ISO 9000 (ABOULNAGA, 1998, p. 67).

Em 1993, por recomendação da SAGE os trabalhos foram divididos em sete grupos de trabalho dentro de um comitê técnico chamado de TC 207 - sendo um destinado especificamente à análise de ciclo de vida coordenado pela França. Estes grupos de trabalho procuravam identificar normas para a formação de sistemas de gerenciamento ambiental de forma a permitir que as organizações pudessem identificar os problemas nos sistemas produtivos que não comprometessem o desempenho ambiental (ABOULNAGA, 1998, p. 67; MARTINS O., 1999, p. 74).

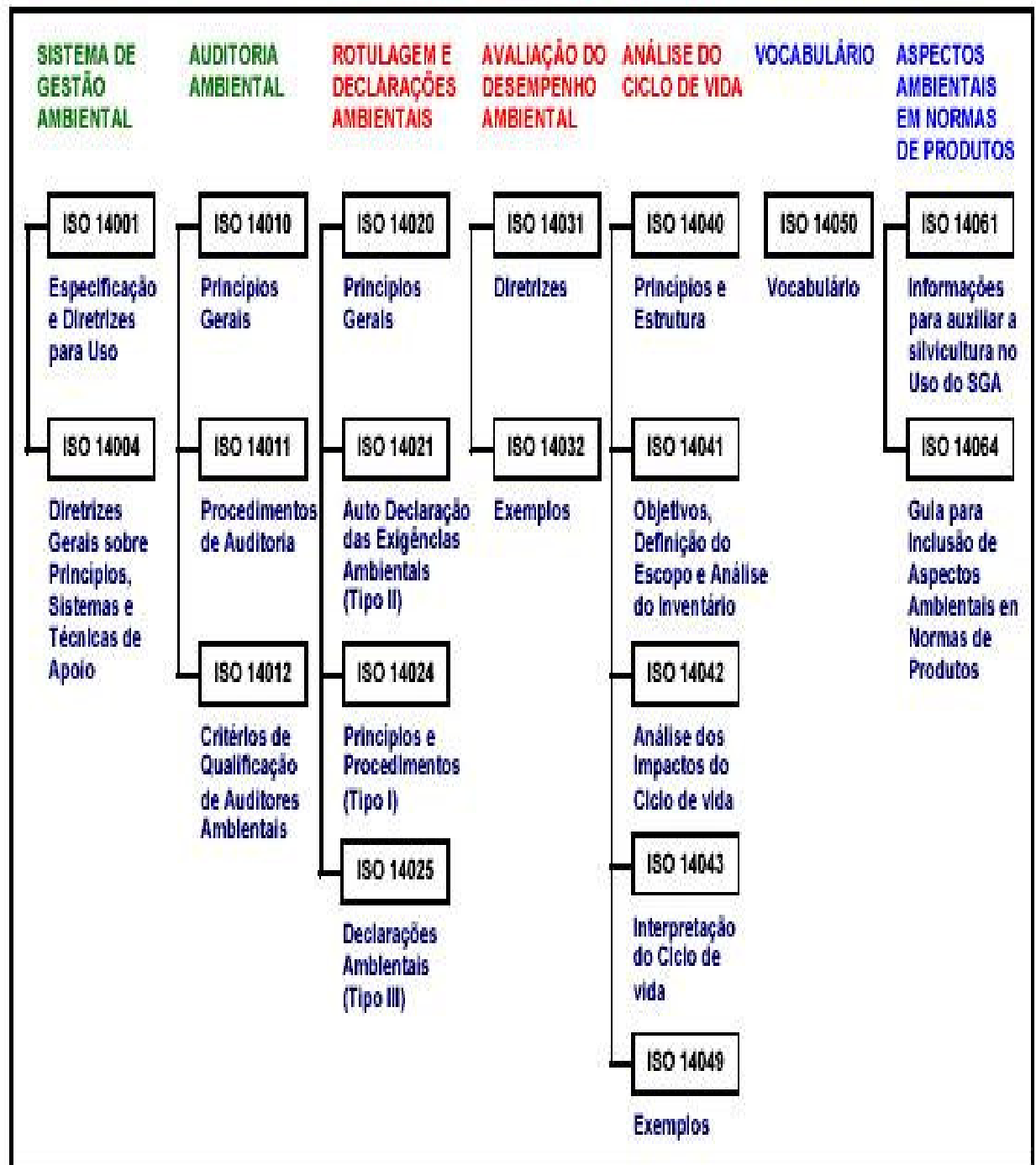
A Norma ISO 14001, instituindo a implantação de Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA) ²⁰, e a ISO 14004, versando sobre os requisitos para a implantação deste SGA, foram publicadas em 1996 e as demais normas da ISO 14000 até o ano 2000 ²¹. A figura 2.5 apresenta o esquema da constituição da norma ISO 14000.

A ISO 14000 pode ser decomposta em dois grupos de conjuntos de normas devido ao objeto focado nestes, sendo um para a organização e outro para o produto (figura 2.6). Na opinião de Lora (2002, p. 55) a necessidade do segundo grupo de normas para o produto se deve pela insuficiência da avaliação que se realiza nas empresas, pois os produtos podem ter impactos ambientais negativos nas diferentes fases do seu ciclo de vida.

No Brasil a ABNT criou em 1994 o Grupo de Apoio à Normalização Ambiental (GANNA) com o objetivo de acompanhar a TC 207, procurando considerar as especificidades do setor produtivo brasileiro e apontar eventuais divergências entre as normas propostas e a legislação brasileira, como também não afetar a competitividade nacional.

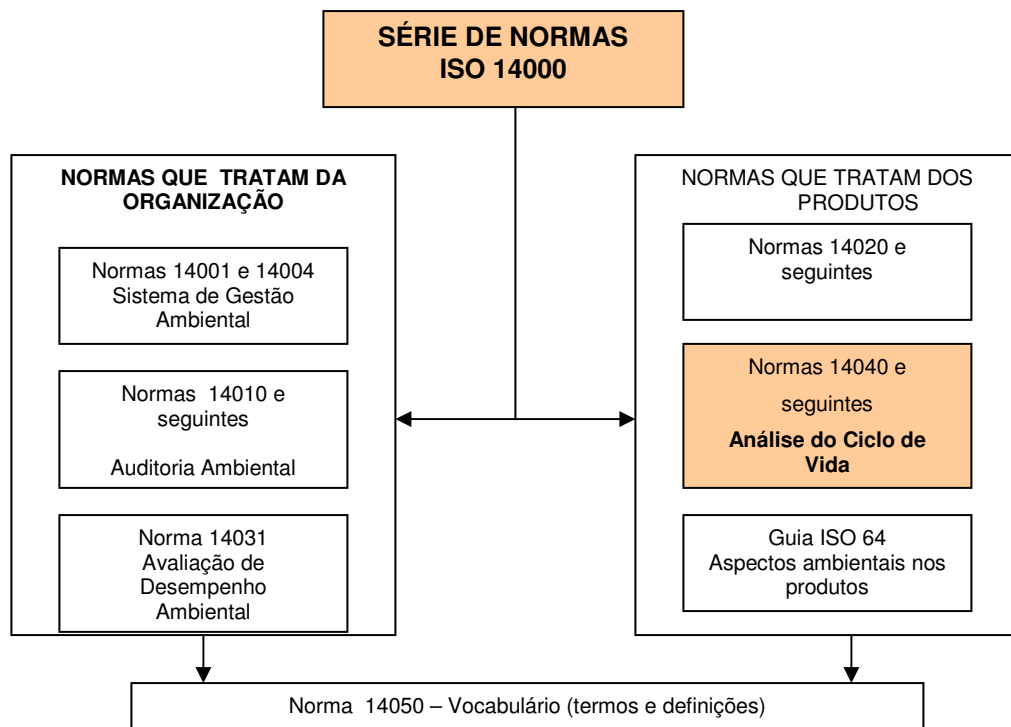
²⁰ Segundo Viterbo (1998, p. 72 a 132) a ISO 14001 recomenda que a organização que desejar a certificação da norma deve estabelecer e manter um sistema de gestão ambiental, cujos requisitos são: (a) política ambiental; (b) planejamento ambiental; (c) objetivos e metas; (d) programas de gestão ambiental; (e) implementação e operação; (f) verificação e ação corretiva; (g) análise crítica pela administração.

²¹ Com a publicação a Norma ISO 14000 passou a fazer parte das regras da *World Trade Organization* (WTO).



Fonte: Carvalho e Romer (2000, apud KRAEMER, 2002, p. 51).

Figura 2.5 - A organização da ISO 14000.



Fonte: VALLE (2004, p. 141).

Figura 2.6 - Os dois focos da ISO 14000: produtos e SGAs.

As normas ISO 14000 são de caráter voluntário e não estabelecem índices de desempenho ambiental, ou seja, **o padrão de desempenho é a legislação**²² (LORA, 2002, p. 55) especificada pela própria Norma 14001 quando diz que “a organização deve estabelecer e manter procedimento para identificar e ter acesso à legislação e outros requisitos por ela subscritos, aplicáveis aos aspectos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços” (ISO 14001, 1996, apud VITERBO, 1998, p. 88). Entretanto, a certificação pela Norma ISO 14001, a única certificável da série 14000, tem crescido bastante no Brasil: em 1998 eram apenas 53 empresas, já em 2000 este número subiu para 190, em 2001 para 350 e em 2002, 900 empresas (BANAS QUALIDADE, 2006).

²² Para Martins O. (1999, p. 84) “em última instância, o que a ISO faz é medir o quanto a empresa está de acordo com a política ambiental da própria empresa”.

2.1.2.2 - A Família ISO 14040

A família ISO 14040 ²³ é o conjunto de normas que tratam da Análise do Ciclo de Vida, sendo que cada norma corresponde a um componente da metodologia ACV que é proposta pela ISO (figura 2.7):

- **14040 - Princípios e Práticas Gerais** (publicada em 1997): estabelece que a que a ACV deve incluir a definição do objetivo e o escopo do trabalho, uma análise do inventário, uma análise de impacto e a interpretação dos resultados. Com relação à definição de objetivos e escopo, deve-se citar a sua abrangência e limites e os procedimentos necessários para a garantia da qualidade do estudo bem como **o método a ser utilizado para o cálculo do impacto ambiental do produto.**

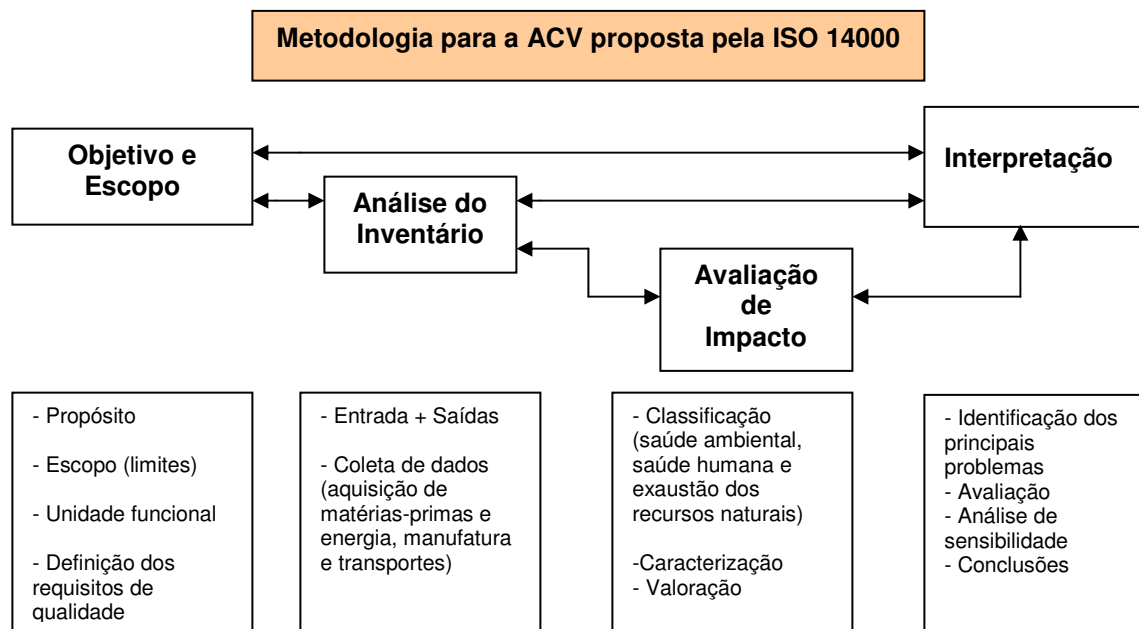
- **14041 - Análise do Inventário do Ciclo de Vida do Produto** (publicada em 1998): é fase de coleta e quantificação de todas as variáveis envolvidas no estudo a ser realizado.

- **14042 - Avaliação de Impactos** (publicada em 2000): o resultado da etapa anterior é uma listagem de dados e estes necessitam ser avaliados quanto a seu impacto ao meio ambiente e a saúde humana, o que deve ser realizado nesta fase, através da *Seleção e definição de categorias*, sua *Classificação* e por fim a *Caracterização*. **A ISO 14042 não prevê métodos para a avaliação dos impactos** (MARSMANN, 2000, p. 317).

- **14043 - Avaliação de Melhorias do Ciclo de Vida** (publicada em 2000) ou Interpretação: as hipóteses estabelecidas durante

²³ Como já comentado, a Norma não exige certificação.

a ACV afetam o resultado final, portanto, é necessário ao final do projeto a avaliação dos resultados obtidos, como também a avaliação dos critérios e métodos adotados.



Fonte: CHEHEBE (2002, p. 21).

Figura 2.7 - Resumo da metodologia da família da série ISO 14040.

2.1.3 - Análise de Ciclo de Vida do Produto

Utilizando-se a metodologia original da SETAC foram desenvolvidos vários programas, como a ISO 14040, que inseridos dentro de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), se utilizam em algum momento da ACV para a avaliação de impacto ambiental dos produtos.

Para o cálculo efetivo do impacto ambiental do produto, ou seja, **os impactos gerados em todo o ciclo de vida do produto**, vários autores

têm propostos métodos para os mais diversos segmentos industriais ²⁴, tendo como entradas os recursos que serão processados, e como saídas, os resíduos que se formam durante o processo de manufatura e ao longo de todo o CPV, objetivando um produto com melhor configuração ambiental, em termos de diminuição de resíduos, *design*, introdução de novos materiais, redesenho de processo, reciclagem e reuso de materiais, remoção de substância nocivas e aumento da durabilidade do produto e sua vida útil (LIN, JONES e HSIEH, 2001, p. 73; DeMENDONÇA e BAXTER, 2001, p. 52; MANZINI e VEZZOLI, 2002, p. 92). A figura 2.8 ilustra esta discussão:

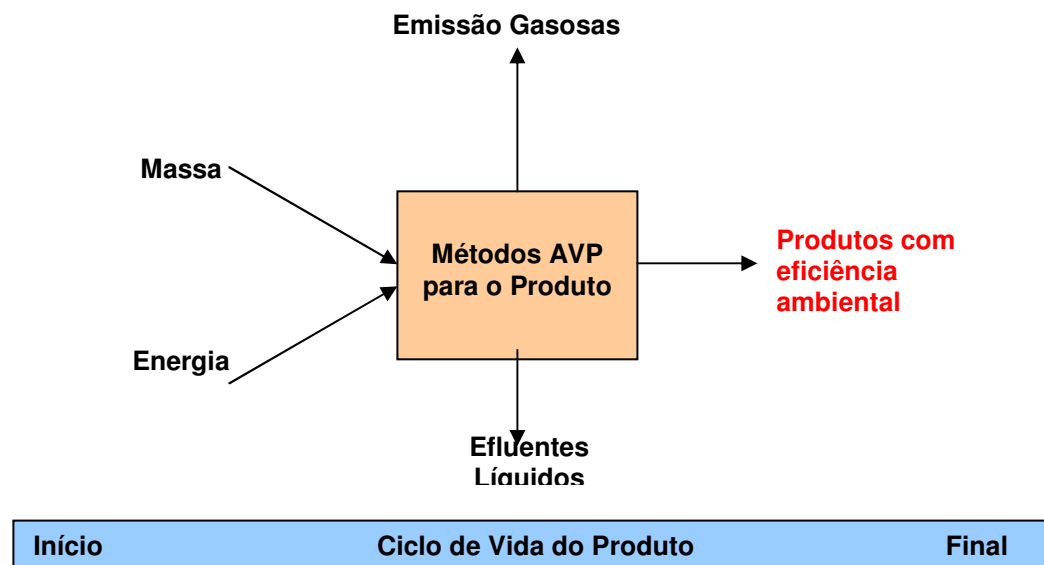


Figura 2.8 - Eficiência ambiental através da aplicação de estudos ACV.

²⁴ Como comenta Silva R. (2003, p. 87) tradicionalmente as ACVs focam em impactos ambientais gerados por emissões gasosas e efluentes líquidos.

Exemplos importantes da aplicação da ACV do Produto são listados na literatura entre os quais se destacam dois, sobre os setores eletrônico e automotivo:

- Um *microchip* típico de dois gramas consome em sua fabricação 1,6 quilos de combustível fóssil, 72 gramas de produtos químicos e 32 quilos de água. Para um chip de 32 Mbytes de memória são processados 630 vezes mais massa de insumo que o produto final (FOLHA ONLINE INFORMÁTICA, 2002).
- Um estudo conduzido na Alcoa constatou que o alumínio reduz o ciclo de vida da energia e o lançamento de dióxido de carbono, uma vez que carros mais leves emitem menos CO₂. Kruglianskas e Santo ²⁵ (1998, p. 6) que conduziram o estudo informam que através da ACV *“foi possível adotar ferramentas inovadoras para auxiliar no gerenciamento e em processos de tomada de decisão, visando a melhoria do ciclo de vida do produto com a mitigação dos impactos ambientais”*

2.1.4 - Crítica à Análise do Ciclo de Vida

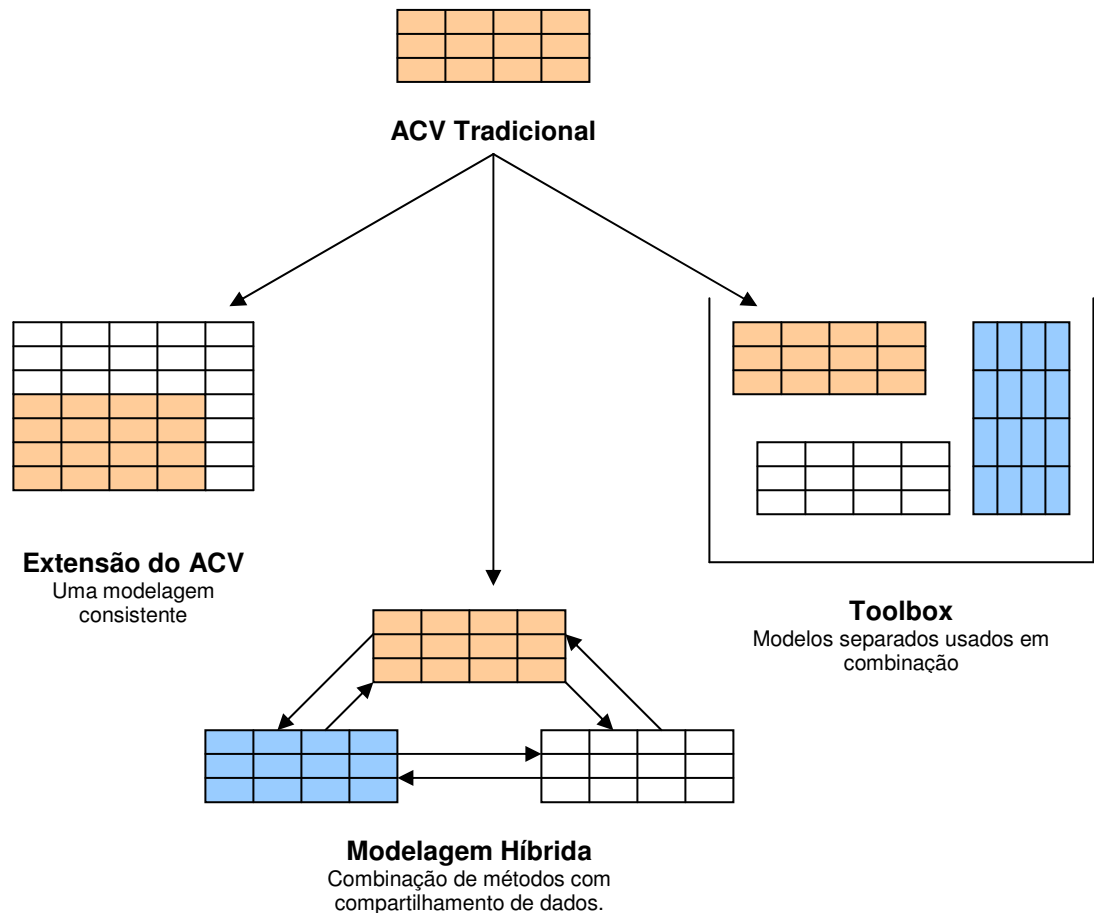
Algumas críticas têm sido elaboradas com relação aos métodos de Análise do Ciclo de Vida, estas podem se dividir em dois grupos: os que propõem melhorias aos métodos ACVs e os que propõem um novo caminho.

²⁵ Com imenso prazer que cito este trabalho de pesquisa pois foi resultado de esforços de três agentes que se fazem necessários ao desenvolvimento da ciência e da competitividade no Brasil: (a) uma bolsa de iniciação científica para uma aluna interessada, Angélica E. Santo, com fomento da FAPESP; (b) um orientador que propôs um tema ainda gestação para estudo (em 1997 e 98 no Brasil tinha-se pouca massa crítica, o que não mudou muito hoje) e; (c) o objetivo da publicação que se fez presente, que devido ao bom trabalho realizado foi aceito no congresso que em participou.

2.1.4.1 - Estratégias para a melhoria do método

Haes *et. al.* (2004, p. 19-29) cita que muitos esforços em pesquisa estão sendo realizados para a melhora do ACV em termos do aumento da dimensão espacial e temporal do método, como também do seu escopo. Os mesmos autores enfocam três estratégias (a figura 2.9 ilustra estas estratégias):

- **Extensão do ACV:** tradicionalmente a ACV é limitada quanto a três aspectos: (a) à dimensão ambiental; (b) foco principalmente em alguns tipos de impactos, relativos a extração e emissão (entrada e saída de matérias e energia); (c) ao padrão de tempo dos impactos. A proposta de extensão vem do aumento do escopo incorporando outras dimensões como a social e econômica. Além disso, alargando a dimensão espacial com o estudo do ciclo de vida completo do produto ou o aumento do estudo prévio do inventário em todas as fases do ciclo de vida do produto - LCI (HEIJUNGS e SUH, 2006, p. 47).
- **Uso de métodos em separado (*toolbox use*):** para especificidades diferentes utilizam-se ferramentas especializadas, como por exemplo uma para os aspectos temporais, outra para espaciais ou para outros tipos de impacto. Após o estudo em separado os dados são consolidados.
- **Combinação de modelos (híbrido):** métodos diferentes podem operar em paralelo com a ACV utilizando as mesmas fontes de dados e trocando informações simultaneamente.



Fonte: Haes *et. al.* (2004).

Figura 2.9 - Estratégias para a melhoria do método ACV.

Com evolução da dinâmica da modelagem da ACV, um método híbrido surgiu, sendo chamado de método ACV Baseado em Atividades (no original *Activity-based LCA*) (EMBREMSVÅG e BRAS, 1999, p. 1-2; EMBREMSVÅG e BRAS, 2001, p. 95-127). A importância desta modelagem se deve as seguintes características segundo os mesmos autores:

- A união do mais moderno método de custeio, o Custeio Baseado em Atividades, unindo em duas dimensões, a econômica e a ambiental.

- Com o método ACV que trabalha com dois aspectos ambientais: consumo de energia e monitoração da poluição gerada.
- Tratando das seguintes variáveis: (a) custo, gasto geral dos recursos; (b) eficiência produtiva dos recursos; (c) eficiência do consumo de energia.
- **Tendo como resultado:** modificações em produtos e serviços que levaram a reduções do consumo de energia.

2.2 - Custeio do Ciclo de Vida (CCV)

Os autores que propõem um outro caminho acreditam na dimensão econômica para a avaliação do ciclo de vida do produto. Haes *et. al.* (2004, p. 20), apesar de defender a extensão dos métodos ACV, concorda que as aplicações normais da ACV ficam restritas ao design do produto e as comparações entre alternativas de opções, e que as considerações econômicas não são levadas em conta.

Kumaran *et. al.* (2001, p. 267) cita que “a ACV provêem os mecanismos para a medição de critérios ou indicadores que demonstram a performance ou a aceitabilidade do produto no mercado, **mas não pode mostrar os custos do mesmo em termos econômicos**” (grifo nosso). Com o qual Steen (2005, p. 108) concorda afirmando que o ponto fraco do uso do método é o entendimento por parte das empresas dos resultados obtidos pelas ACVs para a sua efetiva economia nos processos.

Para Emblemsvåg (2001, p. 17), Norris (2001, p. 1) e Kumaran *et. al.* (2001, p. 267-8) a solução é incorporar os **custos ambientais do produto na formulação dos métodos, com o intuito de agregar também a**

dimensão econômica. Estes mesmos autores apresentam as razões para a incorporação dos custos ambientais na discussão do ciclo de vida:

- Sem a informação dos custos ambientais, não se podem tomar decisões com relação ao gerenciamento ambiental e sobre investimentos.
- As organizações entendem que iniciativas como gerenciamento do desperdício, de processos ou produtos mais eficientes, de economia de energia e reciclagem são aspectos de geração de lucros e de imagem positiva. **Sem ter como mensurar os custos não se podem tomar decisões.**
- Padrões internacionais, como também a ISO 14000, estão requerendo que as companhias desenvolvam sistemas de gerenciamento ambiental e isto inclui que procedimentos e ferramentas possam calcular os custos ambientais.
- A agência ambiental americana - EPA recomenda que os custos ambientais sejam mensurados em todo o ciclo de vida do produto.
- Devem ser feitos estudos comparativos de custos de produtos para que se possa processar mais rapidamente a substituição de produtos com maior potencial nocivo.
- De acordo com as normas ISO (ISO/TC207/SC5N143) as ACVs devem achar novos meios para incorporar os custos dos recursos despendidos na produção: os custos de transformação que apropriam os impactos ambientais associados com os custos de descarte.

2.2.1 - O surgimento do Custeio do Ciclo de Vida

O método do Custeio do Ciclo de Vida (CCV) surgiu como uma necessidade da indústria aeroespacial americana nos anos 60 para as análises de custos dos seus projetos para o governo americano, devido as dimensões temporais e do volume de investimentos demandados. Stone (1997, apud GÓRALCZYK e KULCZYCKA, 2005, p. 120) explica as razões:

Pela incorporação total dos custos, o Departamento de Defesa desenvolveu a habilidade de melhor identificar os possíveis impactos de custo através do completo ciclo de vida, incluindo situações onde os custos são transferidos de uma parte do sistema para outro.

Steen (2005, p. 108) comenta que o uso inicial do CCV não tinha relação direta com o estudo de impactos ambientais e nem era utilizado para a contabilização de custo ambiental, sendo mais utilizado como uma ferramenta para suporte à decisão de investimentos como modelos de análise de fluxo de caixa e valor presente (NORRIS, 2001, p.1).

A partir dos métodos iniciais em finanças, o CCV foi aumentado em seu escopo, primeiramente pela necessidade da implementação da análise de custos nas fases iniciais de desenvolvimentos de produtos e processos e identificação das relações entre custos e design (KUMARAN *et. al.*, 2001, p. 2001) até encontrar aplicabilidade para o custeio ambiental (STEEN, 2005, p. 109-111; GÓRALCZYK e KULCZYCKA, 2005, p. 121), tendo também servido como método de referência para do custeio da qualidade, de logística, sistemas de produção, entre outros (KUMARAN *et. al.*, 2001, p.111).

2.2.2 - Definição e Metodologia

O custeio do ciclo de vida para aplicação ambiental é definido por Barringer e Weber (1996, apud Góralczyk e Kulczycka, 2005, p. 120) como a soma de todos os custos estimados que ocorrem desde o design, desenvolvimento, produção, operação, manutenção, suporte, e disposição final. Góralczyk e Kulczycka (2005, p. 120) complementam afirmando que o CCV incorpora todas as implicações econômicas durante o ciclo de vida, como também inclui medidas financeiras como gasto de energia, redução de multas ambientais, operação da capacidade industrial e custo de manutenção.

Góralczyk e Kulczycka (2005, p. 121) citam que como a aplicação é voltada para o custo ambiental a coleta de dados financeiros deve seguir cada estágio da metodologia da ACV definida pela SETAC ²⁶, porém deve-se observar para os seguintes cuidados específicos:

- **Objetivo e Escopo:** definição das fronteiras do projeto e todas as unidades funcionais que caracterizam o mesmo. É crucial que cada unidade funcional seja definida de acordo com o produto ou processo a ser analisado.

- **Inventário do Ciclo de Vida:** coleta de dados e o cálculo para quantificação das relevantes entradas e saídas do sistema produtivo, incluindo recursos como ar, água e terra associada ao projeto. Para o completo inventário financeiro todos os itens mensuráveis devem ser coletados nesta fase.

²⁶ A SETAC criou um grupo de estudo independente, com mandato de três anos, no final de 2002 para desenvolver um código das melhores práticas, a exemplo da AVC, assim como uma metodologia para pesquisa (REBITZER e SEURING, 2003, p. 1-2).

- **Análise dos Impactos:** classificação e valoração dos potenciais impactos. É possível nesta fase fazer correlações de cada unidade funcional com o processo geral.
- **Ponderação e Interpretação:** nesta fase são ponderadas todas as diferentes categorias de impactos da fase de análise objetivando agregar todas as informações, abrindo espaço para a tomada de decisão com base em um esquema multidimensional.

Para o cálculo efetivo do CCV utiliza-se a função-custo que leva em conta muitos parâmetros para a determinação do custo total, a seguinte é proposta por Kumaran *et. al.* (2001, p. 270-1):

Tc = custo total do produto ou de uma unidade funcional

EQUAÇÃO 1

Tc = custo de controle de efluentes + custo do tratamento de efluentes + custo da disposição dos efluentes + custo dos SGA + custo das penalidades da legislação + custo de reabilitação + custo da energia
– custo de eventuais economias.

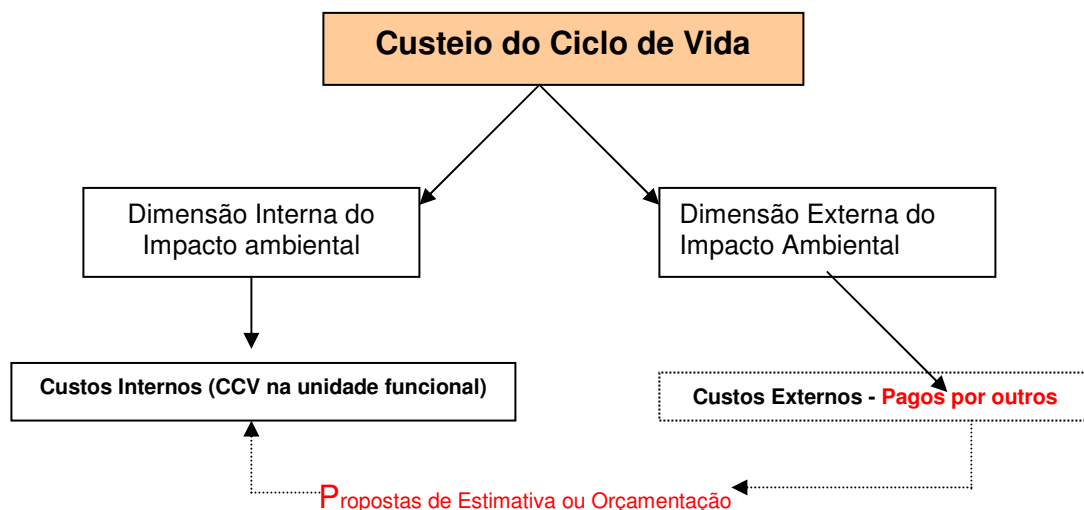
EQUAÇÃO 2

2.2.3 - A Crítica ao Método CCV

Uma das principais críticas que é feita ao método é quanto aos custos externos às organizações, uma vez que não são efetivamente assumidos pela empresa e, portanto de difícil valoração - o que os economistas

chamam de externalidade ²⁷. Uma possível solução para contornar o problema tem sido a estimativa para cobrir eventuais custos externos (figura 2.10). Outra crítica na mesma linha é que o custeio do ciclo de vida completo do produto fica sujeito às técnicas de estatística ou gestão orçamentária e não do efetivo custeio.

Norris (2001, p. 2) cita que a análise no tempo é crítica, pois apresenta apenas o valor presente nas análises ou em um espaço de tempo específico, se a dimensão de tempo for o longo prazo, os custos e os benefícios serão ignorados para a análise de investimentos.



Fonte: Adaptado de Góralczyk e Kulczycka (2005, p. 122).

Figura 2.10 - Expansão do Escopo do CCV.

Emblemsvåg (2001, p. 18) e Norris (2001, p. 1) constatam que a maioria dos métodos de CCV na literatura são considerados como métodos de análise de fluxo de caixa e não métodos de custeio. A diferença segundo os autores está no fato de que análise de fluxo de caixa representa o fluxo,

²⁷ As externalidades ocorrem quando o consumo ou produção de um bem gera efeitos adversos (ou benefícios) a outros consumidores e empresas, e estes não são efetivamente compensados no mercado via sistemas de preços (KRAEMER, 2002, p. 75). Este conceito é melhor explicitado na sessão 4.3 à página 93.

negativo ou positivo, que investiga a capacidade para a realização ou não de um evento. Porém, para os mesmos autores **os métodos de custeio devem observar o consumo de recursos e a demanda por eventos a serem realizadas.**

Por fim, Haes (2001. p. 22) explica que custo é um dos aspectos da dimensão econômica, pois seria necessário incluir outros fatores como por exemplo inflação, desenvolvimento tecnológico, entre outros, para ser considerado uma ferramenta que aborde a dimensão em um caráter mais abrangente.

Apesar destas restrições, Kumaran *et. al.* (2001) desenvolveu uma metodologia híbrida para o cálculo do ciclo de vida inteiro do produto, como também foram os primeiros a fazê-lo, segundo Agbejule, Fernandez e d'Espiney (2001, p. 111), utilizando a função linear apresentada na Equação 1 e o custeio baseado por atividades como suporte ao tratamento matemático.

2.3 - Apreciação Crítica do Capítulo

Comentários importantes a cerca deste capítulo:

- A literatura apresenta diferentes abordagens acerca da orientação que se deve dar ao Ciclo de Vida do Produto. A abordagem de Marketing tem uma visão estratégica clara, ou seja, maximizar o resultado do produto ao longo da sua vida comercial ou promover novas opções. As outras abordagens têm foco mais operacional, pois:
 - Ambiental: foco em impactos ambientais e, como consequência melhorias em produtos em processo.

- Produção e Econômica-Financeira: foco nos custos e *trade-off* da viabilidade econômica do produto.
 - Faltam às outras três visões o alinhamento à estratégia da organização, assim como marketing realiza com o gerenciamento do CVP.
 - Um exemplo desta constatação é a conclusão que o cientista encarregado sobre o estudo dos chips, viabilizado pela AVC, fez com relação aos resultados da sua pesquisa: “*Segundo Williams, como os microchips vieram para ficar, é necessário conscientizar a indústria sobre as questões ambientais ligadas às novas tecnologias*” (FOLHA ONLINE – INFORMÁTICA, 2002).
- Talvez por este motivo as ACVs ficaram restritas a discussão de assuntos de ordem técnica, mais especificamente, impacto ambiental de emissões gasosas e de efluentes líquidos, servindo como ferramenta de auxílio à tomada de decisão, para principalmente estudos de mudanças de *design* de produtos, materiais e processos.
 - Por outro lado, o Custeio do Ciclo de Vida integra a proposta de agregar a dimensão econômica a discussão do CVP. Porém, estes métodos ainda não prevêem a integração dos custos ambientais externos à empresa (*externalidades*) apesar de gerados pela mesma.

- Entretanto, duas metodologias chamaram a atenção, durante a revisão bibliográfica:
 - **O modelo híbrido *Activity-based LCA* de Embrechts e Bras (1997; 1999)**, pois conseguiu unir a dimensão ambiental em dois aspectos com a dimensão econômica - aspectos de custos. Tendo utilizado o método de Custeio Baseado em Atividades como suporte técnico para o cálculo.
 - **E o modelo híbrido de Kumaran *et. al.* (2001)**, que caminhando pela metodologia do CCV, apresentou uma modelagem que pela primeira vez incluiu a tentativa de abranger todo o ciclo de vida do produto. Entretanto, este modelo não contempla as *externalidades* das operações das empresas. O interessante é que a base para o cálculo do modelo também é o Custeio Baseado em Atividades - a figura 2.11 apresenta a relação entre estas modelagens.
 - **Conclusão deste capítulo:** o Método de Custeio Baseado em Atividades **pode** ser utilizado como suporte ao cálculo do custo do ciclo de vida do produto. Por este motivo, no capítulo seguinte será apresentada a metodologia de aplicação do método de custeio e no Capítulo 4 discute-se a sua aderência aos gastos ambientais.

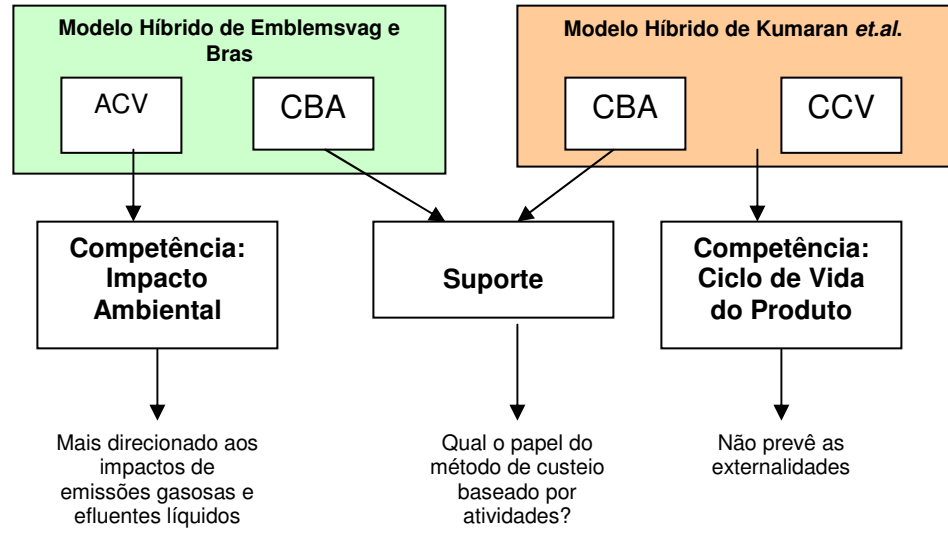


Figura 2.11 - Resumo do Capítulo 2.

CAPÍTULO 3 - MÉTODO DE CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES

Se algum de vós está querendo edificar uma torre, não se assenta primeiro a fazer as contas dos gastos, para ver se tem com que acabar? - JESUS CRISTO - Lucas 14: 28.

Johnson e Kaplan (1987) fazendo uma análise histórica dos sistemas de contabilidade analisam que a partir dos anos 80 a contabilidade de custos e o controle gerencial tornaram-se particularmente desfavoráveis à competição global. Complementam dizendo que as conseqüências de custos inexatos de produtos no controle de processos e avaliação eram devidas aos sistemas de custeio tradicionais à época que alocavam as despesas gerais aos produtos empregando direcionadores baseados no volume de produção, embora se reconhecesse que este tipo de procedimento era deficiente, porém não havia outro capaz de superar o modelo vigente. Peter Druker ²⁸ resume esta situação: *“os sistemas contábeis das corporações impedem os administradores de enxergar os custos de operação de uma instalação*

²⁸ Prof. Peter Drucker, austríaco de nascimento, economista e reconhecido como o pai da administração moderna, *“tornou-se único por sua capacidade de lançar idéias e de ter razão: volta e meia os fatos terminam por confirmar os vaticínios que ele parecia extrair do ar”* (VEJA, 2005, p.152). Uma homenagem ao velho mestre falecido em 2005.

produtiva para uma linha completa de produtos". (196?, apud JOHNSON e KAPLAN, 1987).

Neste contexto, dois pesquisadores, Cooper e Kaplan, passaram a estudar alguns sistemas de custeio que foram desenvolvidos para empresas americanas. Encontraram em algumas um novo método de custeio que analisava não somente os custos de produção, mas levava em consideração também as despesas de marketing, vendas e logística. Observaram que o que havia em comum entre estes sistemas era o foco nas atividades de cada setor como o elemento chave para estudar o comportamento dos seus custos (KAPLAN, 1994, apud SILVA R., 2003, p. 63).

Do olhar atento às atividades surgiu um novo modo de se pensar a alocação de custos nas organizações, apoiando-se na premissa de que os produtos consomem atividades e estas consomem recursos, ou seja, ao identificar as atividades da organização, pode-se calcular o custo de cada atividade e, conseqüentemente, custear um determinado produto baseado no consumo desta atividade (ARAUJO, 1995, p. 2; GUNASEKARAN e SINGH, 1999, apud LEE e KAO, 2001, p. 72). Surgindo então, o Custeio Baseado em Atividades (CBA) ou como é conhecido internacionalmente, *Activity-based Costing* (ABC), denominação que será utilizada no restante deste trabalho.

Em 1991 o CAM-I (*The Consortium for Advanced Manufacturing – International*), definiu o método como sendo a atribuição de custos às atividades, baseados no uso de recursos, e a posterior alocação aos objetos de custos, como os produtos e serviços. Reconhecendo assim, o relacionamento causal entre as atividades através da mensuração do custo, e o desempenho dos objetos de custos (COGAN, 1999, p. 43).

Na seqüência deste capítulo é apresentada a mecânica do método contábil ABC.

3.1 - Definições de Custos

Definições de custos importantes para a discussão deste trabalho. Vários autores definem o conceito de custos, entre estes, Martins E. (2001, p. 25), Warren, Reeve e Fess (1999, p. 5), Kaplan *et. al.* (2000, p. 125), Hornengren, Foster e Datar (2000, p. 35), Maher (2001, p. 64) e Hansen e Mowen (2001, p. 61) como um sacrifício de recursos que pode ser um imediato desembolso de caixa ou equivalente, ou o compromisso de quitação da obrigação no futuro com a intenção de gerar receitas para a organização.

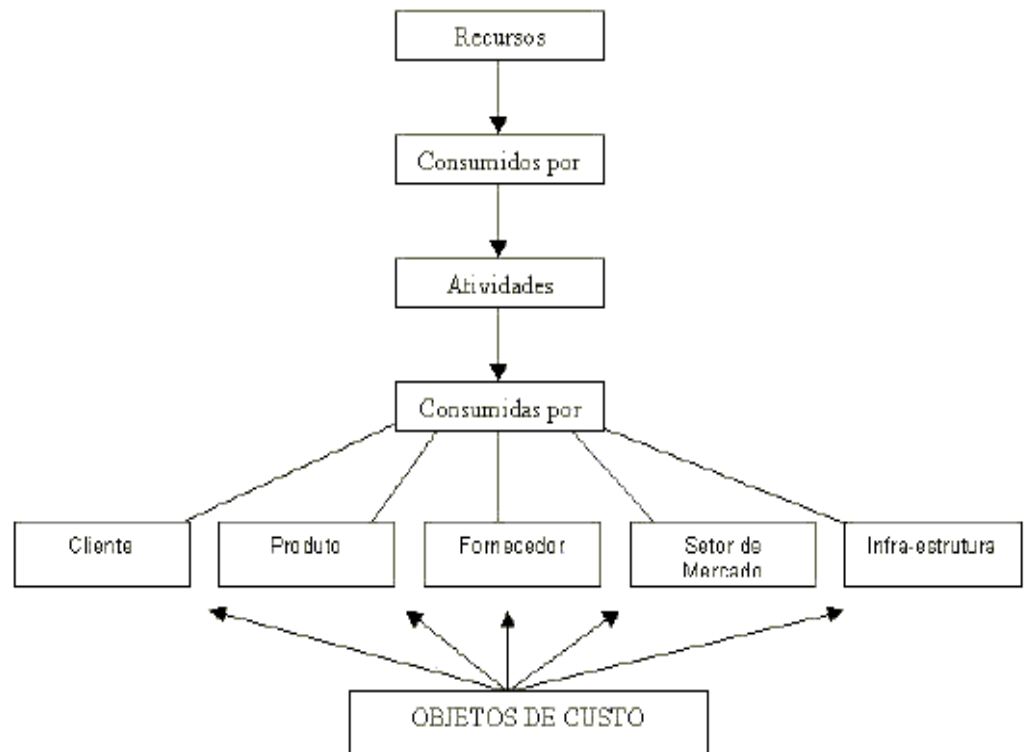
Entretanto, os mesmos autores têm visões diferentes quando à vinculação de *custos* e *despesas*, de forma que é adotada a visão de Maher (2001, p. 64) que aduz:

*A contabilidade de custos focaliza custos, e não despesas. Os princípios contábeis geralmente aceitos - e regulamentos específicos, tal como a legislação do imposto de renda - especificam quando os custos são tratados como despesas. Embora os termos custo e despesa sejam algumas vezes tratados como sinônimos, neste livro [e neste presente trabalho] **utilizamos custo para todos os objetivos administrativos. (grifo nosso)***

A contabilidade de custos é estruturada para medir e atribuir os custos para os **objetos** que possam ser custeados ou atribuídos de valor. Hansen e Mowen (2001, p. 61) definem **Objetos de Custo** como “*qualquer item, como produtos, clientes, departamentos, processos, atividades, e assim por diante, para o qual os custos são medidos e atribuídos*”. A figura 3.1 apresenta a atribuição dos custos aos objetos de custos.

Os custos podem ser atribuídos ou apropriados direta ou indiretamente. Os custos diretos são os que guardam relação direta com objetos, ou nas palavras de Martins E. (2001, p. 52-3) são os “*custos que podem ser diretamente apropriados aos produtos [ou objetos], bastando*

haver uma medida de consumo (quilogramas de materiais consumidos, embalagens utilizadas, horas de mão-de-obra e até quantidade de força consumida)”. Por sua vez, os custos indiretos não permitem a sua identificação diretamente nos produtos, mas “deve-se apropriá-los com base em critérios de rateios bem definidos, o que significa dizer que o consumo de material direto, hora ou valor de mão-de-obra, hora máquina aplicada, área utilizada ou outro parâmetro, devem refletir a correlação existente entre a ocorrência dos custos indiretos e os produtos” (MARTINS E., 2001, p. 53).



Fonte: CHING (1997, apud SOUZA R., p. 28).

Figura 3.1 - Custeio dos Objetos de Custo, segundo o Método ABC

3.2 - Métodos de Custeio

A maneira como a contabilidade de custos atribui os custos para os objetos, ou seja, as alternativas que se dispõem para a valoração dos objetos são realizadas através dos métodos de custeio. Nascimento (1980, p. 98, apud FROSSARD, 2003, p. 99) comenta que os “*métodos de custeio correspondem às alternativas de que dispõem a contabilidade de custos para a valoração dos estoques [ou mais amplamente, objetos] e determinação do resultado do período*”, o que corrobora com a definição que Martins E. (2001, p. 55) usa, como sendo a forma de apropriação dos custos.

Os diversos autores consultados, eles Martins E. (2001, p. 56), Rayburn (1996), Warren, Reeve e Fess (1999, p. 5), Kaplan et. al. (2000, p. 125), Maher (2001, p. 64) e Hansen e Mowen (2001, p. 61) apontam para os seguintes métodos de custeio:

- Custeio Pleno, Integral ou RKW;
- Custeio por Absorção;
- Custeio Direto;
- Custeio Variável;
- Custeio Baseado em Atividades

Para o presente trabalho, o método escolhido para a apropriação dos custos dos objetos que tenham relação com gastos ambientais ²⁹ foi o **Método de Custeio Baseado em Atividades (ABC - *Activity-based Costing*)**, por três motivos principais:

- Pela crítica que os Métodos Tradicionais - Custeio Pleno, Custeio por Absorção, Custeio Direto e Custeio Variável - têm recebido ao longo dos anos.

²⁹ Gasto ambiental é definido formalmente na sessão 3.4.

- Adequação do Custeio baseado em Atividades para a apropriação dos objetos com características específicas, como por exemplo, os requisitos ambientais - discutido com maior detalhamento no capítulo 4.

- Indicação da literatura que cita o método e/ou o utiliza para custeio ambiental, também apresentado no capítulo 4.

3.2.1 - Críticas aos Métodos Tradicionais de Custeio

Nakagawa (2000, p. 34) explica que *“as tecnologias avançadas de produção, ao mesmo tempo, que vêm revolucionando os processos de produção no nível de chão de fábrica, têm provocado, simultaneamente sensíveis alterações nos padrões de comportamento dos custos”*, o autor continua o seu raciocínio explicando este novo tipo de comportamento dizendo que *“a incidência em custos com materiais e mão-de-obra direta vem decrescendo, os custos indiretos de fabricação, como a depreciação, gastos com engenharia e processamento de dados, têm aumentado sensivelmente”*. O efeito deste comportamento é visível na adequação dos métodos tradicionais de custeio à nova realidade das organizações, como pormenoriza Nakagawa (2000):

- Os métodos tradicionais têm gerado distorções no custo dos produtos ao alocarem os custos indiretos utilizando critérios de rateio arbitrários. A somar-se a isso estes métodos usam poucas bases de apropriação de custos - horas de mão-de-obra e horas-máquina.

- Com a diminuição das bases de apropriação, aumentam-se os riscos de erros na apuração do custo dos produtos.

- Os métodos atuais não permitem a identificação e eliminação das atividades que não adicionam valor, ao contrário acabam induzindo a organização a produzir em larga escala para a diluição de custos fixos, gerando, por decorrência, aumentos dos estoques, quando não quantidades excessivas.
- O foco está muito mais nos custos correntes da produção, ao invés de se pensar no Ciclo de Vida dos Produtos e na permanência deste no mercado.
- Os decisores não obtêm as informações necessárias sobre as oportunidades de eliminação de desperdícios e implementação de melhorias e investimentos.

Cogan (1998, p. 67) por seu turno faz duas reflexões importantes:

- Os métodos tradicionais medem com precisão os recursos diretos, mas em atividades que não se relacionam diretamente com o volume físico das unidades produzidas, estes métodos apresentam distorções quanto à alocação nos custos aos produtos individuais;
- A diversificação encontrada nos produtos atualmente, em termos de variedade de itens, volume e complexidade, não conseguem, com a precisão desejada, ser alocados aos custos dos produtos;

Brimson (1996, p. 24) é mais contundente quanto às críticas aos métodos tradicionais de custeio quando afirma que os custos operacionais são rateados, ao invés de identificados especificamente por produto e, que

muitas das atividades incluídas nas despesas de vendas e administração geral são identificáveis a produtos específicos, mas que os benefícios são generalizados, ocasionando severas distorções.

Cokins (2001, p. 127) e Armstrong (2002, p. 101) comentam que os métodos tradicionais de custeio também influenciam negativamente os decisores, pois não produzem os números corretos para as decisões estratégicas, fazendo com que estes percam o foco nos processos (especialmente, nos que possuem relação direta com os consumidores), em virtude do controle dos seus gastos e taxas de rateios. O resultado é que as organizações carregam produtos que geram prejuízos, sem ao menos possuírem indícios de quais são eles. Cogan (1999, p. 46-7), também se referindo à rentabilidade de produtos acrescenta que os métodos tradicionais têm:

Dificuldade de distribuir [os custos indiretos] aos objetos dos custos... [e] em consequência disso, alguns produtos estão subcusteados, talvez mesmo trazendo prejuízos sem que a empresa disso perceba, enquanto outros, supercusteados estão carregando outros produtos menos rentáveis, quando ao contrário poderiam ser mais competitivos.

Visto que a crescente diversificação de produtos que uma mesma organização pode produzir, aliado a complexidade de manufatura e diminuição da porcentagem total dos custos diretos (COGAN, 1999, p. 47; NAKAGAWA, 2000, p. ; ARMSTRONG, 2002, p. 99-100), se faz necessário a adoção de um método de custeio que possa suprir estas necessidades identificadas e, além de atender a esta enorme missão, deve também contemplar as demandas atuais que surgem no agressivo ambiente de negócios³⁰, pois como Drucker (1990, p. 68) resumiu:

³⁰ No apêndice 2 é apresentada uma comparação entre o custeio tradicional e o custeio ABC para uma empresa hipotética com a problemática de entender melhor a alocação dos custos ambientais dos produtos manufaturados.

Como um relógio de sol, que mostra as horas quando o sol brilha, mas não dá informação em um dia nublado ou à noite, a contabilidade de custos tradicional mede apenas os custos de produção.

3.3 - A Mecânica do Custeio Baseado em Atividades

Currie (1999, p. 59) cita que o Método de Custeio Baseado em Atividades possui cinco objetivos chaves:

- **Entender a relação entre custos e produtos:** Brimson (1996, p. 36) comenta que *“a maior exatidão dos custos... diminui o problema de informações não confiáveis que são transmitidas pelos sistemas tradicionais. Um custo de produto incorreto aumenta as possibilidades de se tomarem decisões erradas”*.
- **Identificar os direcionadores dos custos:** Relação de causa e efeito dos custos, pode assim identificar os verdadeiros geradores de custos (PAMPLONA, 1997, p. 90; HOMBURG, 2001, p. 197-8).
- **Isolar os custos indiretos:** Martins E. (2001, p. 93) complementa afirmando que o *“ABC é uma metodologia de custeio que procura reduzir sensivelmente as distorções provocadas pelo rateio arbitrário dos custos indiretos”*.
- **Diferenciar entre atividades que agregam valor das que não agregam:** Brimson (1996, p. 110-5) e Pamplona (1997, p.32-6) explicam que a análise das atividades fornece

informações para a identificação das atividades que são redundantes, duplicadas ou de desperdício, juntamente com os fatores que geram o custo.

- **Ser uma poderosa ferramenta de informação para decisão estratégica, em todos os níveis:** Dentre as decisões estratégicas possíveis, Brimson (1996, p. 92), Kaplan *et. al.* (1998, p. 610) e Cogan (1998, p. 103-4) entre outros defendem a aplicação do custeio ABC na determinação completo do Ciclo de Vida dos Produtos.

Para se atingir estes objetivos, Brimson (1996, p. 95) ensina que a organização deve ser dividida em atividades, ou seja, o foco do custeio, na visão do método, é a *atividade*, e não departamentos, clientes, etc. Como definição final, Ching (1995, p. 41) apresenta o método ABC da seguinte forma:

É um método de rastreamento de custos de um negócio ou de um departamento para as atividades realizadas e verificação de como estas atividades se relacionam quanto ao consumo dos recursos e geração de receitas.

3.3.1 - Atividade: a Unidade de Apropriação de Custos

Para Ching (1995, p. 42) a “*atividade, retrata-se através do consumo de recursos para produzir um produto ou serviço*”, idéia que Martins E. (2001, p. 100) complementa afirmando que “*uma atividade é uma combinação de recursos humanos, materiais, tecnológicos e financeiros para se produzirem*

bens ou serviços”, sendo “compostas por um conjunto de tarefas necessárias ao seu desempenho”.

Ching (1995, p. 40) comenta que “o ABC permite balancear adequadamente a demanda e o fornecimento de recursos disponíveis por parte da empresa e mostra detalhadamente os recursos consumidos pelas atividades”, sendo por este motivo que as atividades foram escolhidas como o nível apropriado para o gerenciamento de custos, pois o nível de função e dos processos é muito genérico e global para que neles se localizarem os custos, enquanto o nível das tarefas e operações é muito pormenorizado, tornando-se insignificante (CHING, 1995, p. 41). A Tabela 3.1 apresenta os possíveis níveis onde se poderiam gerenciar os custos, mostrando que as atividades se enquadram como a melhor opção para a apropriação dos custos.

Níveis possíveis para a apropriação de custos	Exemplos
Função	Marketing e Vendas
Processo	Venda de Produtos
Atividade	Proposta de Venda
Tarefa	Preparar documentação da proposta
Operação	Imprimir a documentação

Fonte: Adaptado de Brimson (1996, p. 64).

Tabela 3.1 - Níveis possíveis para a apropriação de custos.

Brimson (1996, p. 83-94) respondendo porque as atividades são o nível ideal para a apropriação do custo apresenta as seguintes razões:

- **As atividades aperfeiçoam a acuricidade do custo dos produtos:** Através do consumo das atividades é possível o rastreamento dos custos.

- **Pode-se entender com clareza os geradores dos custos:** As atividades realçam as áreas onde são gerados os custos e indica exatamente quem ou o que está gerando.

- **As atividades facilitam a avaliação de alternativas:** Permitem a avaliação da empresa para se determinar se estas estão sendo desempenhadas com eficiência de custos em comparação com alternativas internas ou externas.

- **As atividades complementam a melhoria contínua:** Apresentam atividades que agregam e também as que não agregam valor. Estas atividades que não agregam valor são a base para programas de melhoria ou eliminação de desperdícios.

- **As atividades são facilmente entendidas pelos usuários:** As pessoas entendem mais naturalmente as atividades porque estas fazem parte das suas funções diárias, facilitando a identificação.

- **As atividades realçam as interdependências:** As atividades são inter-relacionadas, pois a saída de uma é a entrada da próxima atividade e desta forma se pode visualizar o desempenho de uma atividade com relação a outra.

- **As atividades facilitam o gerenciamento do ciclo de vida do produto:** pode-se rastrear as atividades desde a

sua concepção até a descontinuação dos produtos e o posterior descarte.

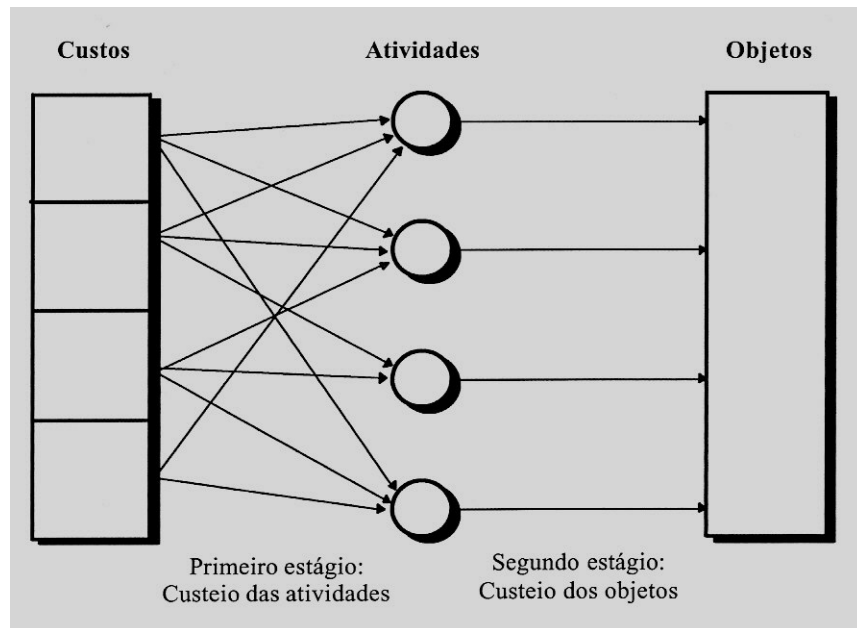
- **As atividades melhoram a tomada de decisões:** fornecem variadas informações acerca do consumo de uma atividade, oferecendo melhores subsídios para a tomada de decisões.

3.3.2 - Atribuição de Custos às Atividades

O primeiro passo para a atribuição de custos às atividades é a identificação das atividades relevantes dentro da organização. Brimson (1996, p. 96) salienta:

A análise das atividades é utilizada para decompor uma empresa grande e complexa em processos elementares (atividades), sendo os resultados das atividades compreensíveis e gerenciáveis. Análise de atividades é baseada na observação de um sistema inteiro é muito grande para gerenciar, mas seus componentes individuais não.

Esta fase de identificação de atividades (Figura 3.2) e a posterior análise visa o atingir dois objetivos importantes: compreender o que a organização faz e entender o encadeamento lógico das entradas e saídas, ou seja, as transações que disparam as atividades (BRIMSON, 1996, p. 95; COKINS, 2001, p. 83-84).



Fonte: PAMPLONA (1997, p. 28).

Figura 3.2 - Atribuição de Custos no Método ABC.

Uma vez identificadas as atividades relevantes deve-se determinar os custos para cada atividade (BRINSON, 1996, p. 128). Martins (2001, p. 101) comenta que *“o custo de uma atividade compreende todos os sacrifícios de recursos necessários para desempenhá-la”*. ÖZBAYRAK, AKGÜN e TÜRKER (2003, p. 4) citam que o custo de uma atividade inclui todos os fatores de produção - pessoas, máquinas e equipamentos, insumos, sistemas, ativos fixos em geral, mão-de-obra direta e indireta, como também os gastos administrativos - empregados para a realização da atividade.

Uma das grandes contribuições do método de custeio baseado por atividades está na escolha dos direcionadores de custos, que segundo Martins E. (2001, p. 201):

Direcionador de custos é o fator que determina a ocorrência de uma atividade. Como as atividades exigem recursos para serem realizadas, deduz-se que o direcionador é a verdadeira causa dos custos. Portanto, o direcionador de custos

deve refletir a causa básica da atividade e, conseqüentemente, da existência de seus custos.

Portanto, após a identificação das atividades relevantes e a análise destas deve-se levantar os direcionadores das atividades para o posterior custeamento das atividades identificadas. A tabela 3.2 exemplifica a escolha de direcionadores de custo para uma típica operação manufatureira.

Categoria de Custo	Direcionador de Custo
De ocupação (aluguel, arrendamento, impostos prediais, seguros)	Área (metros quadrados)
Depreciação	Depreciação por localização
Setor de pessoal	Número de empregados
Encargos sociais	% do custo de mão-de-obra
Segurança e limpeza	Área (metros quadrados)
Manutenção preventiva	Nº de máquinas no programa, registro nos cartões de tempo, nº de quebras
Reparo de máquinas	Registro nos cartões de tempo, designações de trabalhadores
Ferramentaria	Nº de ferramentas
Utilidades	Medições
Inspeções	Nº de inspeções, designações de departamento
Armazenagem	Nº de recebimento e remessas
Controle de chão de fábrica	Nº de movimentos
Engenharia Industrial	Ordem de trabalho, mudanças de rotas, estudos e levantamentos
Engenharia de Qualidade	Defeitos, Especificações, plano de testes

Fonte: O'GUIN (1990, apud PAMPLONA, 1997, p. 43).

Tabela 3.2 - Direcionador de Custo para uma empresa manufatureira típica.

Robles (1992, p. 163) comenta que *“os direcionadores constituem um método de alocação de custos... e os direcionadores medem a freqüência ou*

a intensidade da demanda de certo tipo de atividade". Sendo assim, o custo é determinado a partir do direcionador de custos que controlam o consumo dos recursos pelas atividades, portanto, cada vez que direcionador for acionado, indicando consumo de recursos, incrementa-se o valor monetário do evento em questão. Na tabela 3.3 são relacionados algumas atividades e os seus correspondentes direcionadores de custos.

Atividades	Medidas de Atividades
Contas a pagar	Faturas, Cheques
Contas a receber	Pedidos de Clientes, Duplicatas
Controle de estoque	Número de itens
Planejamento e controle de Materiais	Número de itens
Compra	Número de pedido de compras
Recebimento e armazenagem de componentes	Número de pedidos de compra
Inspeção de entrada	Número de inspeções
Controle de qualidade	Número de inspeções
Avaliação de vendedores	Número de vendedores
Certificação de Vendedores	Número de vendedores

Fonte: BRIMSON (1996, p. 45).

Tabela 3.3 - Medidas de Atividades.

Com referência aos centros de custos, Cogan (1998, p. 36) sugere que sejam atendidos os seguintes requisitos:

- Somente atividades do mesmo nível devem ser combinadas: por exemplo, no nível de unidades, nível de lote, nível de produto e nível de planta.

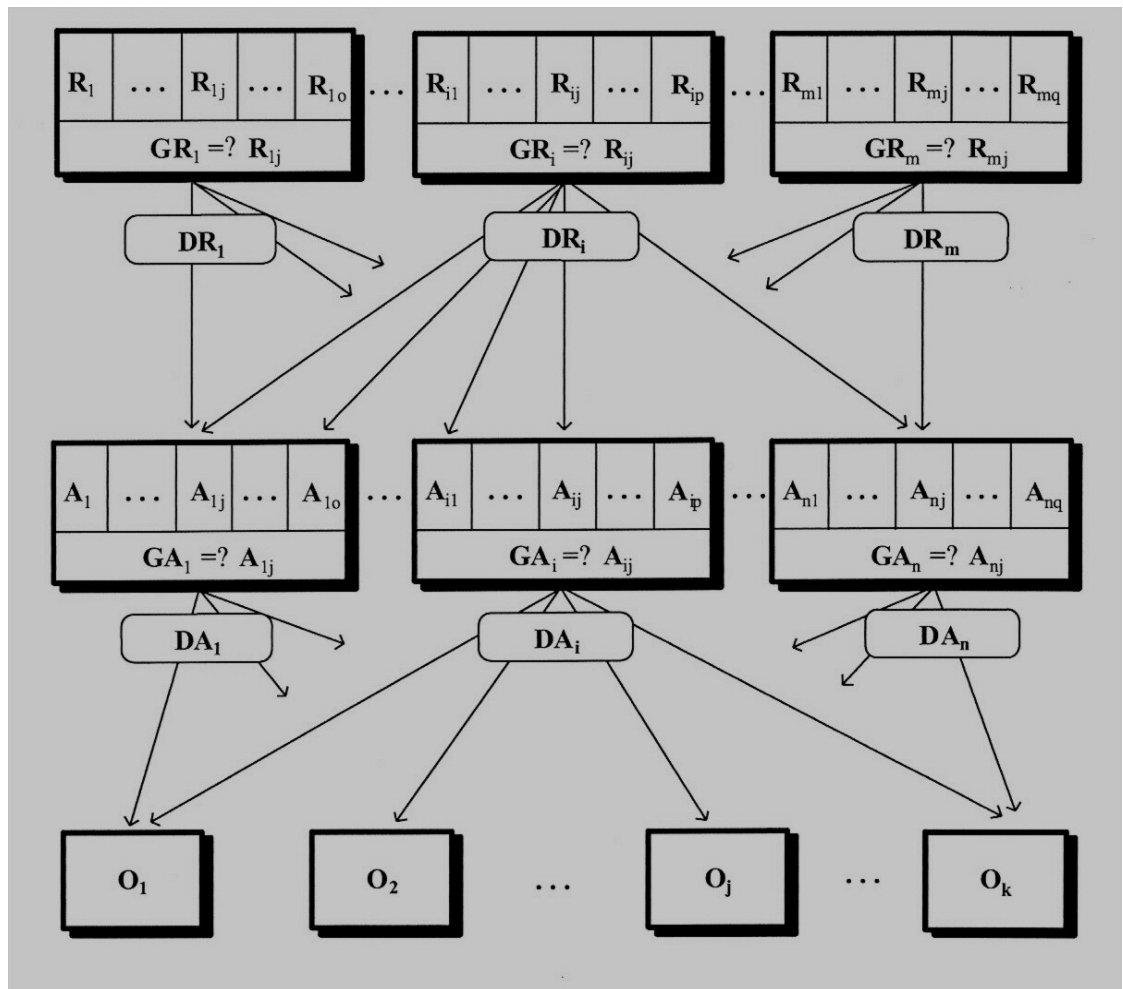
- Atividades que usem o mesmo direcionador de custos devem ser combinadas.

3.3.3 - Evolução do Método

A primeira modelagem do método de custeio baseados em atividades foi chamada de dois estágios (apresentado na figura 3.2 à página 64), porque há em primeira instância a alocação de custos para as atividades, e depois, diretamente, os custos são apropriados para os objetos - produtos ou serviços.

Segundo Cogan (1998, p. 39) o principal problema desta proposição foi que a definição das atividades se realizava em níveis gerais (mais agregados), além do que não se imputava a um responsável, diretamente, os custos de cada atividade (ou centro de atividade) apurada. Pamplona (1996a; 1996b) concordando com este raciocínio conclui que para se ter maior acurácia, o cálculo dos custos dos objetos deveria ser feito a partir do consumo de recursos de cada atividade, ou seja, com a utilização de um direcionador de segundo estágio para cada atividade.

A partir destas constatações, surgiu uma nova modelagem que utiliza a configuração de custeio em dois níveis hierárquicos de direcionadores de custos: um direcionador de custos de 1^o nível, chamado apenas de Direcionador de Custos e um de segundo nível (com maior capilaridade), chamado de Direcionador de Atividades (PAMPLONA, 1997, p. 59; COGAN, 1998, p. 39; TSAI, 1998, p. 729). A figura 3.3 apresenta um esquema desta evolução do ABC.



Legenda: GR (Grupo de recursos); A (Atividades); GA (Grupo de Atividades); O (Objetos de Custos); DR (Direcionadores de Recursos); DA (Direcionadores de Atividades).

Fonte: PAMPLONA (1997, p. 80).

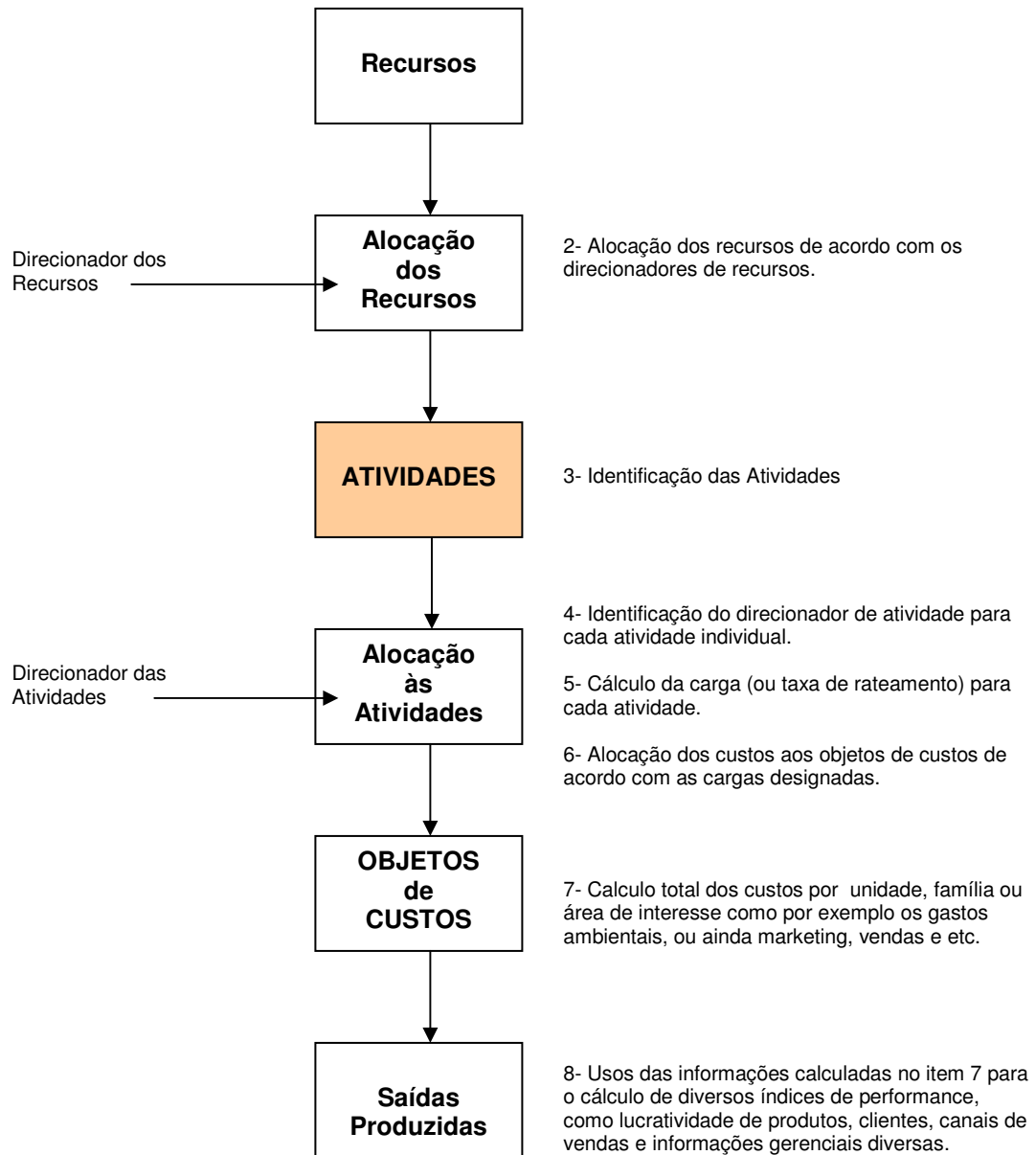
Figura 3.3 - Método ABC com duas hierarquias de direcionadores de custos.

3.3.4 - Visão bidimensional do ABC

Para que o Método de Custeio ABC tenha acurácia é necessário que se entenda perfeitamente como os custos são incorridos às atividades. A figura 3.4 abaixo apresenta esquematicamente os passos para esta mencionada acuricidade.

Passos para a acuricidade da alocação dos custos

1- Identificação dos recursos disponíveis.



Fonte: Adaptado de BLEEKER (2002, p. 65).

Figura 3.4 - Visão da alocação de custos e seus principais passos para a acuridade do processo de custeio.

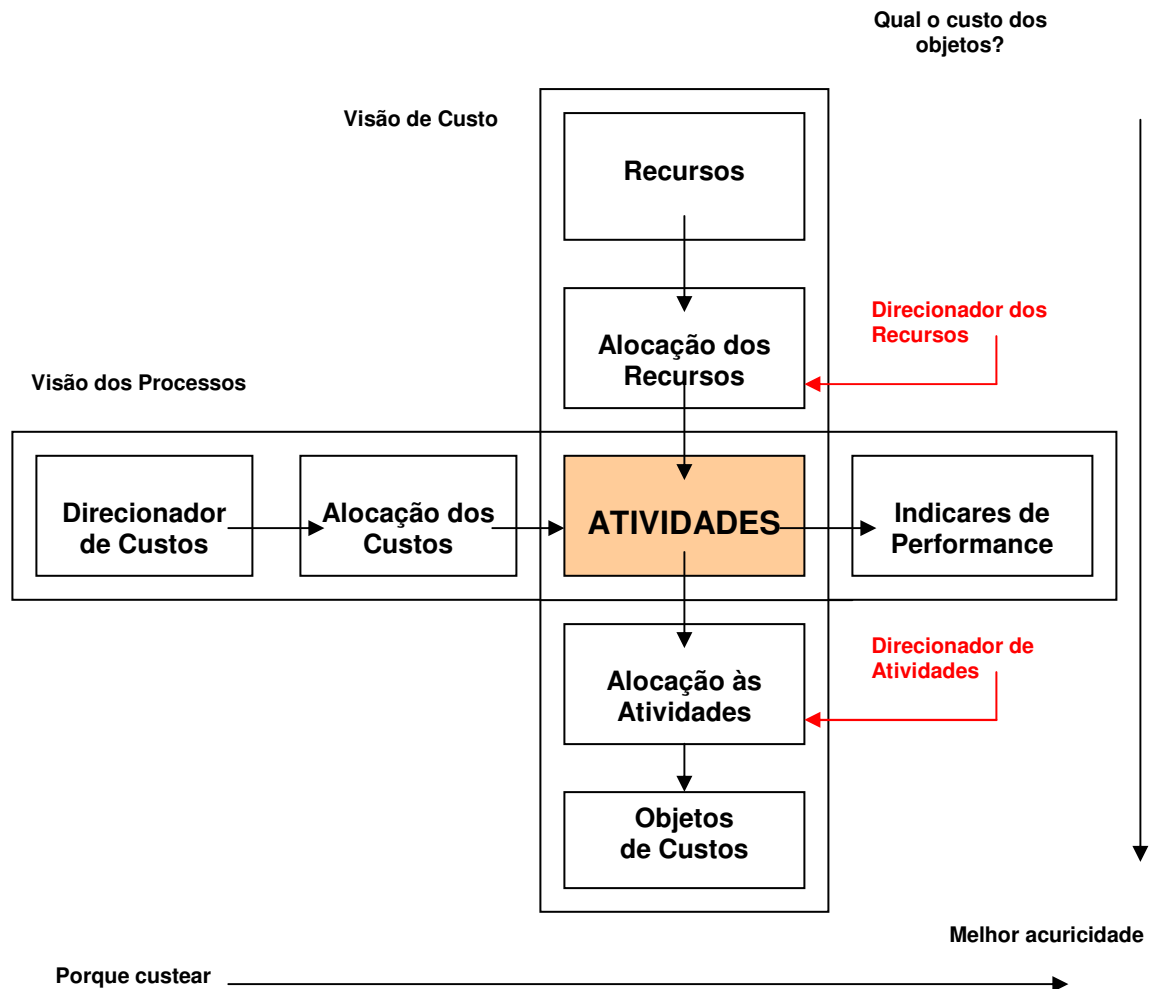
Assim sendo, para facilitar e auxiliar a implementação e operação do método deve-se entender plenamente o fluxo dos processos pelos quais os produtos ou serviços são submetidos durante a sua produção ou execução. Uma técnica utilizada para este fim é o Mapeamento do Fluxo de Processos (MFP), sendo pois, definida como uma ferramenta de visualização completa e

conseqüente compreensão das atividades executadas em qualquer processo, bem como a inter-relação entre estas e o processo que a contém (CORREIA e ALMEIDA, 2004, p. 2), como também apresenta um foco na melhoria do desempenho da organização na medida em que enxerga todos os processos diretos e indiretos inerentes à própria organização (TSAI, 1998, p. 727-8; GUPTA e GALLOWAY, 2003, p. 133).

A visão bidimensional do ABC está na inter-relação entre a metodologia do ABC e o mapeamento realizado pelo MFP, pois se cruzam exatamente nas **atividades das organizações**, uma vez que a MFP também divide os processos em atividades, o que coincide com a unidade de custeio para o ABC, que se apropria dos custos nas atividades. Este relacionamento entre o ABC e MFP é ilustrado na figura 3.5.

Esta inter-relação permite dois tipos diferentes de saídas do processo de alocação de custos com a concomitante análise do fluxo de processos, conforme apresentado nas figuras 3.4 e 3.5:

- **Custeio dos Objetos:** análise de custos de todos os objetos, como também permitindo a análise também de lucratividade das famílias de produtos, clientes, canais de vendas e outras informações que a organização desejar formatar, como por exemplo os gastos ambientais de um determinado produto, unidade fabril ou da organização, pois dados para tal são fornecidos durante a alocação dos custos pelo ABC.
- **Índices de Performance:** construção de diversos índices de performance com a união das análises de custos e do fluxo dos processos proporcionando informações para os sistemas gerenciais das organizações, como por exemplo os bancos de dados e os sistemas de controle gerencial.



Fonte: Adaptado de COKINS (2001, p. 15-6) e BLEEKER (2002, p. 65);

Figura 3.5 - Relacionamento ABC e MFP: direcionamento para a melhoria.

3.3.5 - Condições para o sucesso nas implementações de projetos do ABC

Alguns autores, entre estes Pamplona (1996a, p. 1-7; 1996b, p. 1-7; 1997, p. 81-88), Maccarone (1998, p. 151), Gunasekaram (1999, p. 125-6), Cokins (2001, p. 350-1), Homburg (2001, p. 197-8) e Bleeker (2002, p. 64-6)

recomendam os seguintes cuidados quando da implementação do método de custeio:

- O método deve ao máximo evitar o uso de *rateios* para alocação dos custos. Se for necessário a utilização *dos rateios* utilizar os *direcionadores* na base do rateio, para o **efetivo controle da taxa de rateio**, pois de outra forma se volta ao problema antigo discutidos dos métodos tradicionais.
- Geralmente um número grande de direcionadores de custo é utilizado para medir os custos indiretos para se manter a *acuricidade* - devido ao problema discutido acima. Sugere-se a otimização da seleção dos direcionadores através da combinação destes de forma a manter o método com a mesma precisão, mas com maior flexibilidade e objetividade. Pamplona (1997, p. 107-118) e Homburg (2001, p. 198-202) propõem respectivamente metodologias para a seleção e avaliação dos direcionadores (na modelagem, capítulo 6 , será abordado novamente o problema dos direcionadores de custos).
- Cuidado no agrupamento de recursos e atividades não relacionados, pois os direcionadores fatalmente não cumprirão os seus objetivos.
- Não ficar preso ao modelo conceitual (apresentado na figura 3.3 à página 68), pois na prática mais de dois níveis hierárquicos de direcionadores são necessários.

- Se o processo inicial não identificar corretamente todos os processos empresariais da organização, as etapas seguintes do projeto de implementação do ABC são comprometidas.

3.4 - Definições em Contabilidade Ambiental

A Contabilidade Ambiental criou corpo e hoje dispõem de escopo de conhecimento suficiente para formalizar a sua própria terminologia e princípios. Os termos principais são destacados a seguir:

- **Ativos ambientais:** Segundo Martins e De Luca (1994, p. 26) *“os ativos ambientais são todos os bens da empresa que visam à preservação, proteção e recuperação ambiental”*.
Constituem os ativos ambientais: **Estoques** - insumos necessários à produção para eliminar, reduzir ou controlar os níveis de emissão de poluentes e materiais para recuperação -, **Imobilizado** - investimentos realizados em itens que viabilizem a redução de resíduos poluentes - e **Diferido** - investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia no longo prazo, quando estes puderem ser claramente relacionados com receitas futuras de períodos específicos.
- **Passivo ambiental:** Também para Martins e De Luca (1994, p. 27) *“os passivos ambientais referem-se a benefícios econômicos que serão sacrificados em função de obrigação contraída perante terceiros para a preservação e proteção ao meio ambiente”*.

□ **Origem do Passivo ambiental:**

- Segundo Souza e Ribeiro (2004, p. 57) os passivos ambientais podem advir dos seguintes eventos:
 - Aquisição de ativos para contenção de impactos ambientais;
 - Aquisição de insumos que serão inseridos no processo operacional para que estes não produzam resíduos tóxicos;
 - Despesas de departamento encarregado do gerenciamento ambiental;
 - Gastos com recuperação e tratamento de áreas contaminadas;
 - Pagamentos de multas e infrações ambientais;
 - Gastos para compensar danos irreversíveis, inclusive os relacionados à tentativa de reduzir o desgaste da imagem da empresa;

- A *Price Waterhouse Coopers* complementa (2000, p. 116 apud SOUZA e RIBEIRO, 2004, p. 57) que as administrações das empresas tem registrado também passivos ambientais em função de diferentes motivos:
 - Quando notificados pela autoridade competente;
 - Descoberta de passivos ambientais por estudos internos³¹;
 - A medida que os gastos de recuperação incorrem e;

³¹ Esta pesquisa trabalha com a hipótese de se antecipar à ocorrência do passivo ambiental. Será discutido no capítulo 5 a criação de um índice alcunhado de Índice de Sinistralidade Ambiental exatamente para esta função de antecipação da externalidade negativa.

- Após estudos de alternativas de recuperação e a sua viabilidade.

- **Gasto Ambiental:** no âmbito deste trabalho custos ambientais e despesas ambientais serão tratados como sinônimos, não importando a divisão clássica já comentada na sessão 3.1. Para tanto a definição a ser utilizada é a proposta por Ribeiro (1998a, p. 128) para a sua definição de custos ambientais:

Os gastos ambientais “são representados pelo somatório de todos os custos [e despesas] dos recursos utilizados pelas atividades desenvolvidas com o propósito de controle, preservação e recuperação ambiental”, como também para educação e treinamento e informação nos mais variados níveis.

3.5 - Apreciação crítica do capítulo

Comentários importantes acerca deste capítulo:

- Com relação ao método sob a ótica contábil esta pesquisa concorda com o exposto por Ludicibus (1996, p. 2):

O custeamento baseado em atividade apresenta inegáveis vantagens sobre os critérios mais tradicionais, pois chama a atenção para os ‘direcionadores’ de custos, bem como consegue atribuir os custos indiretos aos produtos de forma a espelhar a utilização de capacidade por parte dos produtos de maneira muito melhor do que o tradicional rateio de custos indiretos calculados numa base de volume de atividade único, mesmo que utilizando várias taxas departamentais.

- Com relação ao Mapeamento do Fluxo de Processos (MFP) o pensamento de Bornia (2002, apud SILVA R., 2003) resume a sua importância: “**é uma etapa fundamental para o método ABC possa ser aplicado em uma empresa**”. (grifo nosso).
- Quanto aos Direcionadores de Custos, Robles (1992, p. 163) citado à página 61 se refere a estes como ‘medidores de frequência’ das atividades. Este medidor de frequência deve ser encarado como o *looping* do método a ser modelado, pois a cada gasto de recursos para atendimento de um gasto ambiental, é acionada uma atividade que agrega custos um objeto de custo.
- Quanto aos direcionadores de custos, alguns autores citados defendem a sua seleção destes para uma melhor compreensão do método. Para a aplicação ambiental como devem ser estas escolhas?
- Outra pergunta que surge após a análise do capítulo é como agregar ao custeio os passivos ambientais mencionados pelos autores na sessão 3.4, ou seja, como custear a problemática das questões das externalidades. Estas questões são discutidas no próximo capítulo.

4 - QUESTÕES SOBRE A APLICAÇÃO AMBIENTAL DO ABC E COMO INTERNALIZAR AS EXTERNALIDADES

Jogadores apostam por mera brincadeira. Entre os que pescam por prazer, o melhor não é o que pesca mais peixe, mas o que mais aprecia pescar. O ponto central da brincadeira é que brincar não tem ponto central. - John Gray, 2005.

Até o presente momento da revisão bibliográfica, a literatura indicou duas metodologias diferentes para o cálculo/análise para fases do Ciclo de Vida do Produto (CVP): uma através da Análise do Ciclo de Vida (ACV), e outra através do cálculo do Custeio do Ciclo de Vida (CCV).

Em cada metodologia apresentada, desenvolveram-se métodos (ou modelos) para o cálculo ou a análise do CVP, sendo que dois se destacaram para os objetivos deste trabalho - pela preocupação do rastreamento em todo o CPV:

- Um proveniente da aplicação da ACV: o modelo desenvolvido por Emblemståg e Bras (1997; 1999) e;

- Outro, uma aplicação do CCV - representado pelo modelo de Kumaram *et. al.* (2001).

Ambos os métodos citados constituem-se de uma aplicação híbrida da metodologia original da cada método somado à mecânica operacional de um método contábil, o ABC, servindo de suporte para o cálculo do CVP - por esta razão se realizou o estudo detalhado do ABC no capítulo 3.

Porém, após a verificação do nível de desenvolvimento até o momento constatou-se que ainda existem lacunas entre o conhecimento a ser desenvolvido, como Croom (2002, p. 150) salientou que poderia aflorar quando do desenvolvimento da revisão bibliográfica, pois se reconhecem, ainda, aspectos falhos ou incompletos para o cálculo do CPV na sua totalidade:

- **A questão das externalidades:** já referenciada no capítulo 2, e que continua sendo um aspecto fundamental para o estudo completo do ciclo de vida, pois ainda não foram desenvolvidas soluções, e, portanto, não se operacionalizou nenhuma resposta pelos métodos e modelos estudados, com exceção para a formulação de Carvalho (2001) discutido mais adiante.
- **A questão estacionária dos métodos (ou modelos):** a maioria dos métodos considera um estado estacionário para a proposição de soluções referentes ao impacto ambiental conforme cita Chevalier e Le Téo (1996, apud SILVA R., 2003, p. 42) quando invoca três hipóteses básicas para as metodologias de ACV:

- **Estado Estacionário:** *admite-se que não há variação temporal, ou seja, as emissões produzidas não se modificam ao longo dos anos.*

- **Isolamento:** *assume-se que não há interação do sistema com suas vizinhanças, isto é, ao se analisar um produto isola-se o mesmo do universo, embora a análise ocorra ao longo de todo o seu ciclo de vida, sendo isto necessário para evitar que a expansão do sistema torne a análise não gerenciável.*

- **Precisão:** *considera-se que nenhum fluxo material ou energético possa ter mais que um único valor.*

- **A discussão produto/processo:** os métodos CCV não estão aparelhados para integrar de forma sistemática todo o completo CPV e ao mesmo tempo enxergar todos os processos ³² de produção. O mesmo acontece com ACV, pois conforme salienta a SETAC (2002, apud SILVA R., 2003, p. 74) que a utilização da ACVs em todo o CVP torna a análise muito complexa, ficando impossível gerenciá-la.

Portanto, este capítulo tem por objetivo colher informações e ensinamentos dos métodos desenvolvidos para o cálculo do CVP indicados

³² Segundo Furtado apud Lerípio (2001, p. 24, apud KRAMER, p. 53) as definições de produto e processo dentro do **contexto ambiental** são:

- **Processo:** conservação de materiais, água e energia; eliminação de materiais tóxicos e perigosos; redução da quantidade e toxicidade de todas as emissões e resíduos, na fonte, durante a manufatura.

- **Produto:** **redução do impacto ambiental e para a saúde humana, durante todo o ciclo, da extração da matéria-prima, manufatura, consumo/uso e na disposição/descarte final.**

pela literatura - tema que será desenvolvido na sessão 4.2 -, e colocar em evidência os tópicos assinalados acima, como também subsidiar as ações e propostas de questionamentos para a pesquisa-ação e a posterior proposta de modelagem desta pesquisa.

4.1 - Referências ao Método ABC para aos gastos ambientais na literatura

Na literatura os autores que mencionam a utilização do método podem ser divididos em duas categorias bem distintas:

- Os que citam o método como o melhor para aplicações de natureza ambiental e/ou apresentam exemplos simplificados de sua aplicação.
- E os autores que utilizam o ABC efetivamente como método de custeio, seja para compor algum modelo híbrido, seja para avaliação de sistemas de custeio de aplicação ambiental ou seja como método aplicável em si.

Entre os autores da primeira categoria podem ser citados:

- **Cogan³³ (1998)**: Apresenta dois capítulos completos, um para a discussão do método ABC para o Custeio do Ciclo de Vida do Produto e outro para o custeio do ciclo de vida em uma empresa hipotética com problema de despejos que afetam o meio ambiente. Merece destaque (COGAN, 1998, p. 104):

³³ É apresentado no apêndice 2 um dos exemplos deste autor para o custeio ambiental levando-se em consideração a simulação do ABC com o custeio tradicional.

O custeio do ciclo-de-vida, contudo, mede por completo todos esses custos, não apenas os custos incorridos durante a produção, surge então o papel exercido pelo ABC na determinação correta de todos os custos que incidem e irão incidir durante o ciclo-de-vida do produto.

- **Ribeiro (1998a, 1998b e 1998c):** seus trabalhos indicam o uso do método e apresentam as vantagens de o fazê-lo. Destaca-se (RIBEIRO,1998a, p. 166):

Logo, o sistema ABC é o único que se adequa a esta área do conhecimento, pormenorizando os custos ambientais, no sentido de subsidiar a estratégia de custos da empresa e do cumprimento de sua responsabilidade social.

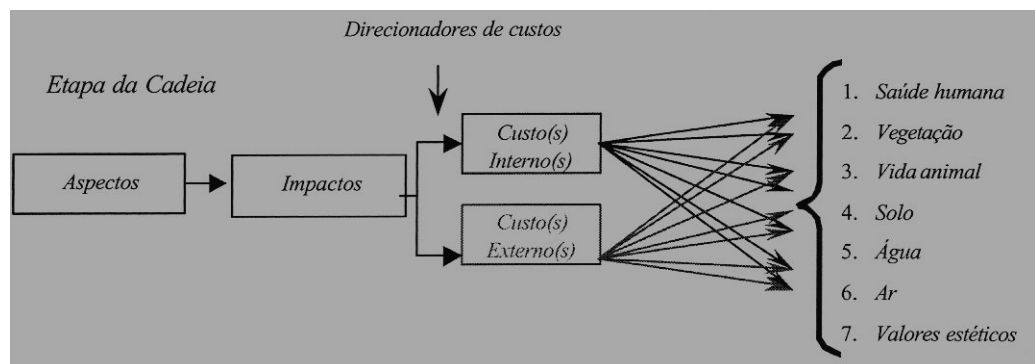
- **Robles (2003) e Robles e Bonelli (2001):** seus trabalhos também citam o ABC como a melhor alternativa, como (ROBLES e BONELLI, 2001, p. 13):

Os custos ambientais devem ser atrelados aos produtos que se originam, assim o ABC destaca-se perante os outros métodos para atingir esse objetivo, ao permitir que grande parte dos gastos de natureza ambiental sejam identificados diretamente na sua fonte de origem e com maior grau de precisão.

- **Carvalho (2001):** Utiliza no desenvolvimento do seu método de identificação de custos ambientais uma concepção importante do ABC: *os direcionadores de custos*. Nas palavras da autora (CARVALHO, 2001, p. 50):

Observe-se que a teoria envolvida no custeio baseado em atividades contribui para a percepção do método através da utilização de direcionadores de custos, cuja finalidade é direcionar os custos internos aos impactos ambientais (figura 4.1).

Importante salientar que a autora também se preocupou em trabalhar no seu modelo com os custos externos do impacto ambiental causado pela empresa objeto de estudo, e para tal estimou os efeitos dos impactos ambientais com base em pesquisas da incidência de impactos junto aos órgãos públicos (câmara e prefeitura) da região estudada, que consistia em questionários nos quais os respondentes avaliavam os impactos ambientais em reais (CARVALHO, 2002, p. 123).



Fonte: Carvalho (2001, p. 50).

Figura 4.1 - Utilização do ABC no método proposto por Carvalho (2001).

- **Moura (2003, p. 102-5):** sugere a sua adoção para as aplicações de custeamento de impacto ambiental. É um autor que também cita a necessidade do estudo de riscos ambientais para a gestão ambiental.

- **Da Silva (2000, p. 104) e Tinoco e Kraemer (2004, p. 159-161):** citam o modelo como referência para custeio ambiental.

4.2 - O ABC como parte integrante de métodos para o cálculo do CVP

Os principais trabalhos são comentados a seguir por ordem cronológica de surgimento na literatura (e não por ordem de importância):

- **Emblemsvåg e Bras (1997; 1999; 2001):** *Activity-based life-cycle assessment method (Activity-based LCA Method)*, como chamado por seus autores.
- **Kumaran *et.al.* (2001):** *Environmental life cycle cost analysis of products*, nas palavras de seus autores.
- **Kraemer (2002):** Modelo econômico de controle e avaliação de impactos ambientais - MECAIA.
- **Silva P. (2003):** o autor não nomeou um método no seu trabalho, portanto assume-se o nome da sua dissertação: Avaliação de impactos e custos ambientais em processos industriais.

4.2.1 - Activity-based LCA Method

Este método combina a análise econômica e ambiental de impactos gerados por produtos utilizando-se de uma modelagem híbrida de uma ACV e do método de custeio ACB com os seguintes objetivos:

- **ACV:** medir os impactos ambientais da poluição gerada (*waste generation*) e consumo de energia.
- **ABC:** “O método foi utilizado com o objetivo de sobrepujar os tradicionais problemas associados às ACVs comuns, isto é, o imenso de trabalho envolvido em análises, a utilização de unidades de medida não comparáveis e a falta de padrões comuns entre as diversas análises que são realizadas” (EMBLEMSVÅG e BRAS, 1997, p. 2).

Este método criou os chamados *Energy Drives* - qualquer fator que cause mudança no consumo de energia de uma atividade - e os *Waste Drives*³⁴ - qualquer fator que cause mudança na geração de poluição de uma atividade. Estes novos direcionadores têm a mesma função de um direcionador de custo normal, ou seja, mensurar o consumo de uma determinada *atividade*, no caso, o de energia em *joules* e de poluição em um *índice criado pelos autores*, devido a problemática da medida de poluição.

Vale a pena comentar a formulação do Índice de Poluição criado. Segundo os autores (1997. p. 3) este índice tem o seguinte pressuposto: “qualquer substância em uma suficiente quantidade acima da encontrada na natureza em um específico controle de volume no meio ambiente pode ser considerado poluição (*waste*)” - por poluição, os autores indicam que é todo material não requerido criado pelo consumo de uma atividade - os resíduos.

³⁴ A formulação do Waste Index é apresentada no Apêndice 3.

E por controle de volume designam a área geográfica do meio ambiente afetado pela geração direta da poluição ou pelas substâncias em decomposição (efeito secundário). Este índice criado é apresentado na figura 4.2.

$$WI = \frac{CV_{Waste}}{CV_{System}} \cdot \left(\frac{R \cdot T_N}{A_N} \right) = C \cdot \left(\frac{R \cdot T_N}{A_N} \right)$$

LEGENDA: WI = WASTE INDEX; A_N = quantidade natural de um elemento na natureza; T_N = tempo estimado que o impacto gerado terá efeito para o elemento em estudo; R = quantidade de poluição gerada; CV = taxa de controle do volume, CV_{Waste} é para a poluição gerada e CV_{System} para a área de controle geográfico.

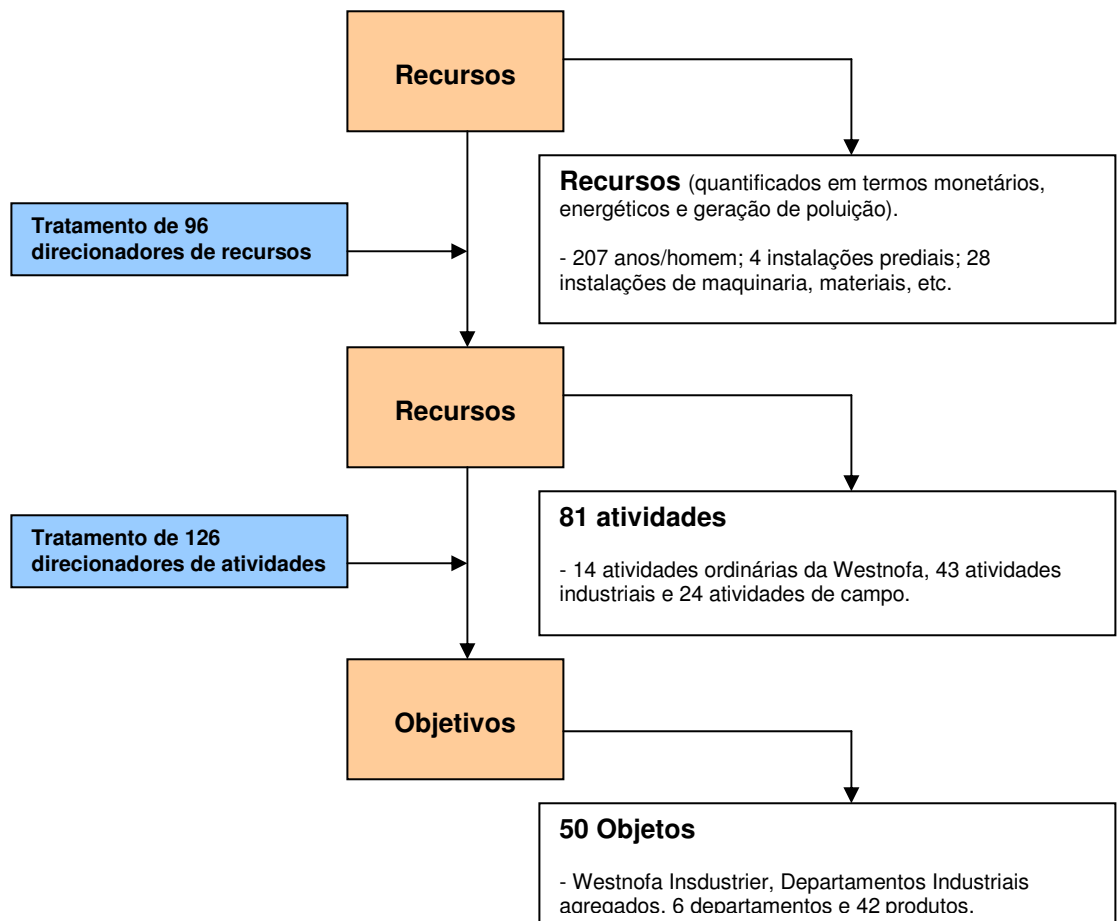
Fonte: Emblemsvåg e Bras (1997, p. 4-5)

Figura 4.2 - Índice de poluição criado por Emblemsvåg e Bras (1997).

Sobre o índice os autores comentam que é consistente em termos de unidade e comparável produto por produto, fato não possível nas ACVs, e que pode ser utilizado perfeitamente no método ABC.

Os autores desenvolvem uma metodologia para aplicação do método que não será comentada e indicam que este método foi testado em diversas empresas para sua validação.

A título de exemplo o modelo utilizado na *Westofa Industrier AS* na Noruega em 1995 (figura 4.3) - utilizando 96 direcionadores de recursos, 81 atividades e 50 objetos custeados (1999, p. 4).



Fonte: EMBLEMSVÅG e BRAS (1999, p. 4).

Figura 4.3 - Aplicação por Emblemsvåg e Bras (1999) do método proposto na empresa Westnofa em 1995.

4.2.2 - Environmental life cycle cost analysis of products

De um outro ponto de vista vem a proposta de Kumaram *et. al.* (2001), pois estes autores partem do escopo da metodologia da CCV e propõem um híbrido com o ABC. Nas palavras destes (2001, p. 270):

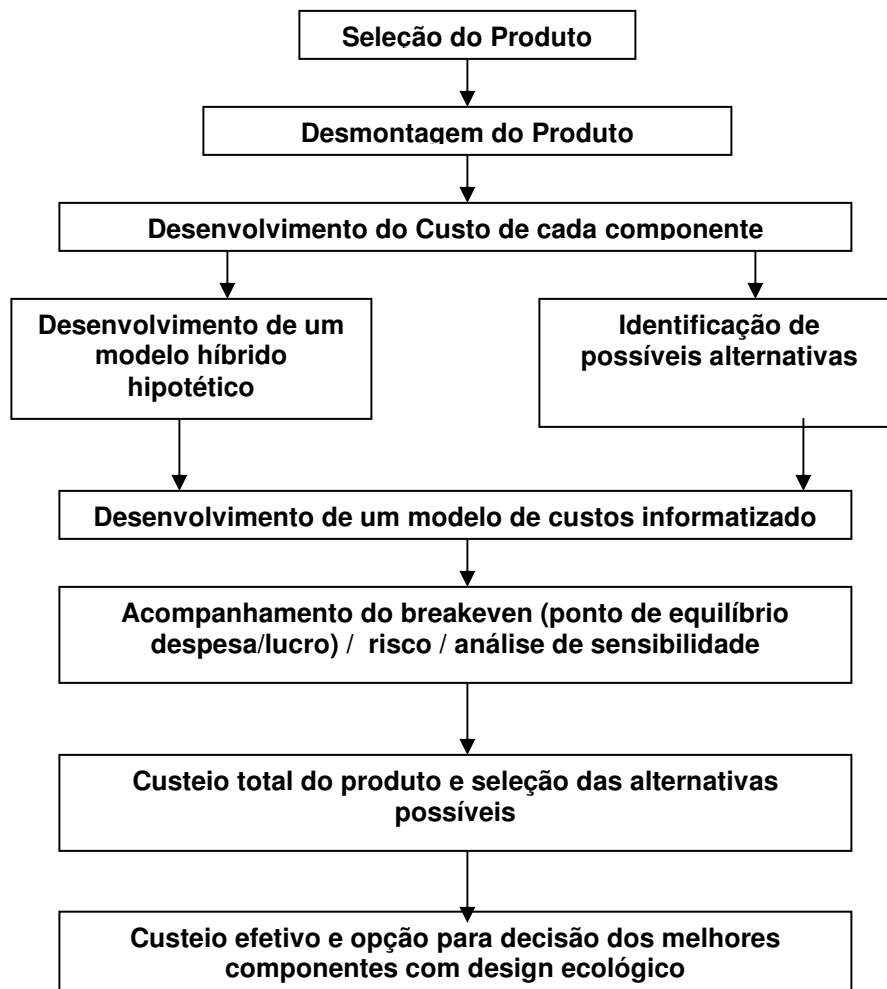
O desenvolvimento do modelo hipotético é um híbrido de um CCV e o método ABC. Este modelo híbrido pode ir desde uma simples série de parâmetros até um complexo sistema de subrotinas dependendo da seleção do produto ou o sistema de análise. É um modelo flexível que inclui todos os fatores relevantes e também confiável em termos de consistência.

Esta metodologia consiste em selecionar um determinado produto ou família de produto e desmontá-lo em cada unidade componente. Para cada unidade do produto se deve realizar o estudo de custo detalhado, e também indicam um estudo em paralelo de conformidade ambiental para o ciclo de vida do produto com critérios ambientais como facilidade de desmontagem, reciclagem, reuso, uso de energia renovável, minimização de materiais tóxicos, aumento da durabilidade, uso de embalagens *eco-amigáveis*, economia de fatores e disposição final facilitada. De posse deste estudo de conformidade ambiental paralelo muitas alternativas podem surgir para a melhora dos produtos (figura 4.4).

A estrutura de custos do modelo deve incluir nos seus cálculos o que os autores chamam de *eco-custos* (p. 268), que incluem: custo do controle de efluentes, custo do controle do tratamento de efluentes e emissões, custo da disposição de resíduos, custo da implementação de sistemas de gestão ambiental, custos das taxas e impostos ambientais, custo de reabilitação ³⁵ (no caso de acidentes ambientais), custos de energia e

³⁵ Os autores têm uma visão passiva do processo, pois não é proposto (ou previsto) algum componente ou centro de custo para a discussão de custos externos à empresa, como também a internalização (ou custeio) das

custos de economia relativos a reciclagem e reuso de materiais. À estes elementos dos *eco-custos* são adicionados as principais categorias de custos, como por exemplo pesquisa e desenvolvimento, produção, operação e manutenção e custos de disposição de materiais, definindo assim a estrutura de geral de custos do produto (*cost breakdown structure* - CBS).



Fonte: KUMARAN *et. al.* (2001, p. 269).

Figura 4.4 - Metodologia aplicada por Kumaran *et. al.* (2001) ao modelo.

externalidades. Configura-se assim a sua visão passiva, pois se pensa apenas na reabilitação (remediação) e não na antecipação ao passivo ambiental (profilaxia).

Com a definição do CBS o modelo deverá passar para a etapa de cálculo da função custo. Os autores comentam que o modelo representa a dinâmica do ciclo de vida do produto que está sendo avaliado, sendo sensível às relações dos parâmetros chave e também permite a qualquer momento incorporar novos custos pela expansão do CBS.

Para o CBS dos eco-custos a seguinte função-custo é idealizada:

Tc = Custo Total de um produto ou unidade-componente

$$Tc = C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7 + C8$$

Onde

C1 = Custo de Controle de Efluentes = C11 (implementação) + C12 (operação) + C13 (manutenção)

C2 = Custo de Tratamento de Efluentes = C21 (implementação) + C22 (operação) + C23 (manutenção)

C3 = Custo de Disposição de Efluentes = C31 (coleta) + C32 (transportes) + C33 (descarte ou incineração)

C4 = Custo dos SGA = C41 (implementação) + C42 (operação) + C43 (manutenção) + C44 (certificação)

C5 = Custo de Penalidades Ambientais

C6 = Custo de Reabilitação = C61 (custo de impactos ambientais, problemas de saúde, etc) + C62 (custos de produção causados pelos acidentes)

C7 = Custo de Energia = $\sum C_i$ onde $i = 1$ to n ($n = n^\circ$ de sistemas de energia)

C8 = custos de Economia de Reuso e Reciclagem = C81 (implementação) – C82 (reuso) – C83 (reciclagem).

A esta função-custo são feitas as seguintes considerações:

- A equação de regressão é assumida ser linear.
- Há apenas dois tipos de variáveis: a dependente - custo total - e as independentes - os *eco-custos*.

- Os dados para a regressão deve ser amostrais.
- E a determinação da equação de regressão deve ser feita pelo método dos Mínimos Quadrados.

Os autores não informam como são tratados os dados dentro do método ABC e nem como são direcionados os custos aos objetos.

4.2.3 - Modelo econômico de controle e avaliação de impactos ambientais - MECAIA

O Modelo MECAIA foi desenvolvido para tratar os custos ambientais dentro de uma abordagem abrangente, ou seja, com a inserção da questão ambiental dentro das decisões estratégicas da empresa, utilizando-se do método ABC em conjunto com o *Balanced Scorecard* (BSC).

O interessante do modelo é o mapeamento dos processos e das atividades empresariais e a identificação e custeamento dos aspectos e impactos ambientais associados a cada atividade mapeada. Após o custeamento realiza-se a classificação das atividades quanto a três quesitos:

- Tangibilidade (tangível ou intangível).
- Retorno ambiental.
- Ações que a empresa deve realizar quanto ao trato do meio ambiente, ou seja, ações de controle, prevenção e recuperação, ou seja, a saída (*output*) da informação gerada como base para formulação estratégica para o quesito ambiental.

O passo final é a estruturação das perspectivas ambientais para a elaboração do BSC, visando elaborar um mapa estratégico voltado a minimização dos danos ambientais ocorridos em função das atividades empresariais. O ABC nesta metodologia se apresenta como uma ferramenta muito útil para a análise dos processos da empresa e ao custeamento dos objetos, como também tem uma comunicação muito forte com a estruturação informações ao BSC, visando o encaminhamento da variável estratégica ambiental à estratégia global das organizações.

4.2.4 - Avaliação de impactos e custos ambientais em processos industriais

A proposta metodológica deste trabalho segundo Silva P. (2003, p. 83) é contornar a falta de uma avaliação simultânea de impactos e custos ambientais, para tal utilizou-se de um modelo híbrido com as seguintes características:

- Para a parte de impactos ambientais, o autor (p. 83) comenta que *“utilizando como base a estrutura da metodologia de Análise do Ciclo de Vida, foi proposta uma nova abordagem que agrega etapas para realizar a avaliação econômica, [assim] alguns passos originais da ACV foram substituídos, bem como outros foram complementados”*.
- Para a parte econômica, esta foi desenvolvida a partir de dois modelos econômicos, entre eles o MECAIA e um método contábil, o ABC - utilizado para o mapeamento de processos, a obtenção do

inventário e avaliação econômica, que nas palavras do autor é “*analisar as operações de processamento e compará-las*”.

O autor cita que para a substituição de etapas na ACV foram utilizadas algumas ferramentas comuns à engenharia de qualidade, tais como a Análises dos Modos de Falha e Efeitos (*Failure Mode and Effects Analysis - FMEA*). Informa que também utilizou alguns princípios de Avaliação de Riscos Ambientais, como a Matriz de Riscos.

Considerações importantes que o autor fornece quanto a sua pesquisa:

- “*O método FMEA pode ser aplicado a fim de se determinar um índice de risco ambiental... a análise deve procurar identificar quais os potenciais modos de falha que tenham efeito sobre o meio ambiente, independente disso afetar a qualidade do produto ou não... assim o FMEA surge como um método que permite operacionalizar essa avaliação*” (SILVA P., 2003, p. 79). Moura (2003, p. 107) também cita o FMEA o método como aplicável às avaliações ambientais.
- “*A avaliação de Riscos Ambientais e a Análise de Modos de Falha e efeitos (FMEA) mostram-se potencialmente úteis para a análise ambiental e devem ser consideradas na elaboração de uma metodologia de avaliação ambiental consistentes*” (SILVA R., 2003, p. 81)
- Quanto à avaliação ambiental: “*... a maior dificuldade fica por conta do estabelecimento das relações de causa e efeito entre os impactos de nível local, regional e global*” (SILVA P., 2003, p. 83). Para este requisito citado acima, uma resposta pôde ser formulada com a criação do *Waste Index* por Emblemståg e

Bras (2001, p. 313-4), pois para a consecução deste leva-se em conta a relação do impacto ambiental em uma determinada área geográfica controlada e a relação da emissão do poluente com a ocorrência natural das substâncias sob observação.

- Com relação aos resíduos sólidos o autor cita que *“especificamente na aplicação realizada, observou-se que há poucas categorias de impactos ambientais na metodologia ACV que estão relacionadas com resíduos sólidos”* e por este motivo o autor cita a utilização do método da FMEA Ambiental para análise de resíduos sólidos.

4.3 - A questão das externalidades

Ferreira (2003, p. 18-9) afirma que as *externalidades* são entendidas *“como fato inquestionável de que qualquer atividade afeta, de modo favorável ou desfavorável, outras atividades ao longo do processo produtivo [sendo] um processo em cadeia, que pode ser analisado sob o aspecto tecnológico³⁶ ou monetário”*. Sob o aspecto monetário, Kraemer (2002, p. 75) e Comune (1994, apud FERREIRA, 2003, p. 19) concluem que os efeitos adversos aos consumidores finais ou empresas não são efetivamente compensados no mercado via os sistemas de preços.

³⁶ A discussão sob o aspecto tecnológico, apesar de importante, não será tratada neste trabalho como já comentado nas Limitações (da Introdução). Entretanto, quanto maior o avanço tecnológico de produtos e processos, mais fácil será a internalização das externalidades ou a eliminação dos passivos ambientais, portanto, os dois aspectos, tecnologia e custos (monetização), estão intimamente ligados. Ao qual Bergamini (2000, p. 307) conclui afirmando que *“os custos ambientais são analisados internamente com o objetivo [de] reduzi-los, através da melhoria de métodos e processos [tecnológicos]”*.

Entretanto, as externalidades podem também ser classificadas como localizadas (microeconomia) ou generalizadas (macroeconomia). Quando localizadas, no entender dos economistas, as externalidades podem ser reconhecidas através de mecanismos de **internalização de custos**, visando o ajuste de preços. O mesmo ainda não ocorre com os efeitos generalizados (MÉRICO, 1996 e BELIA, 1996, apud KRAEMER, 2002, p. 75, BERGAMINI, 2000, p. 307), sendo um aspecto de discussão muito importante. Tinoco e Kraemer (2004, p. 169) comentam que “*motivar a empresa a internalizar as externalidades é uma necessidade que se impõe, [pois] Incluem danos que são pagos [por] outros, como consequência de eventos ambientais, por exemplo*”.

Por fim, Calderoni (2004, p. 577) aduz:

Surge a necessidade de se encontrar um mecanismo que torne possível a internalização das externalidades, de modo que as empresas ou os indivíduos compreendam claramente que existem custos e benefícios sociais... sendo, **portanto através da internalização das externalidades que se obriga o agente poluidor a considerar, nos seus custos, os efeitos da poluição sobre a sociedade.** (grifo nosso).

Sendo, portanto, um dos objetivos deste trabalho discutir como se pode processar a internalização das externalidades através da consideração nos custos da organização. Possíveis soluções são discutidas ao final da sessão abaixo e um caminho é escolhido por esta pesquisa, sendo detalhado no item 4.4.

4.3.1 - As externalidades no contexto organizacional

Ao final dos anos 80 as questões de ordem ambiental tornaram-se importantes no contexto das empresas, principalmente, no tocante às formulações de estratégias (GUPTA, 1995, p. 34; HANNA e NEWMAN, 1995, p. 38).

Este processo foi se intensificando ao longo da década de 90, com o maior amadurecimento das leis de cunho ambiental - exigindo menores índices de poluição e de toxicidade - e pressão por parte da sociedade em geral com relação à produtos e processos com melhor performance ambiental. Os principais problemas que as organizações atualmente enfrentam com relação aos efeitos das externalidades são:

- **Aumento da responsabilidade dos produtores com relação às fases finais do ciclo de vida** - ou como a legislação internacional nomeia este princípio *extensão da responsabilidade dos produtores (extended producer responsibility)* - (MANZINI e VEZZOLI, 2000, p. 87; GREENPEACE, 2002, p. 3; TOFFEL, 2003, 61-65; GOOSEY, 2004, p. 41-2); HARISTEV, 2005, p. 6,7 e 18,19; JOFRE e MARIOKA, 2005, p. 25; DRIEDGER, 2005, p. 90).
- **Impactos Ambientais ocasionados por produtos e processos:** Annes (2005, p. 15) comenta que mais de 90 mil diferentes materiais estão disponíveis à indústria para a manufatura de seus componentes, este fato intensificou a geração de compósitos de difícil absorção na natureza quando não nocivos à saúde e ao meio ambiente (JOFRE e MARIOKA, 2000, p. 30-1; GOOSEY, p. 41-3; HRISTEV, 2005, p. 6-7).

Portanto, passa a ser importante para as organizações os efeitos negativos das *externalidades* sobre o **Ciclo de Vida do Produto**, pois a maior parte dos impactos ambientais correm fora dos portões da empresa.

Para o setor eletrônico esta realidade não é diferente:

- Esta problemática atinge um patamar mais alto com relação às companhias eletrônicas pois misturam compósitos (polímeros com metais) com tratamentos para a condução de corrente elétrica gerando produtos e processos com potencial de risco ambiental maior (GOOSEY, 2004, p. 41; PARLAMENTO EUROPEU, 2000).
- Lin, Jones e Hsieh (2001, p. 72) comentam a ocorrência dos impactos ambientais nas fases finais do ciclo de vida de uma máquina de lavar citando que mais de 80% da geração de resíduos e gastos energéticos são na fase de uso do equipamento e seu descarte.
- Ou como alerta o Parlamento Europeu (2000) quando informa que o problema ambiental gerado pelo descarte dos automóveis gera mais de 8 milhões de toneladas/ano de resíduos.
- Gossey (2004. p. 41) faz uma previsão de que na Inglaterra a taxa de descarte de material eletrônico por pessoa será de 14 quilos no ano de 2015, totalizando 12 milhões de toneladas de resíduos.

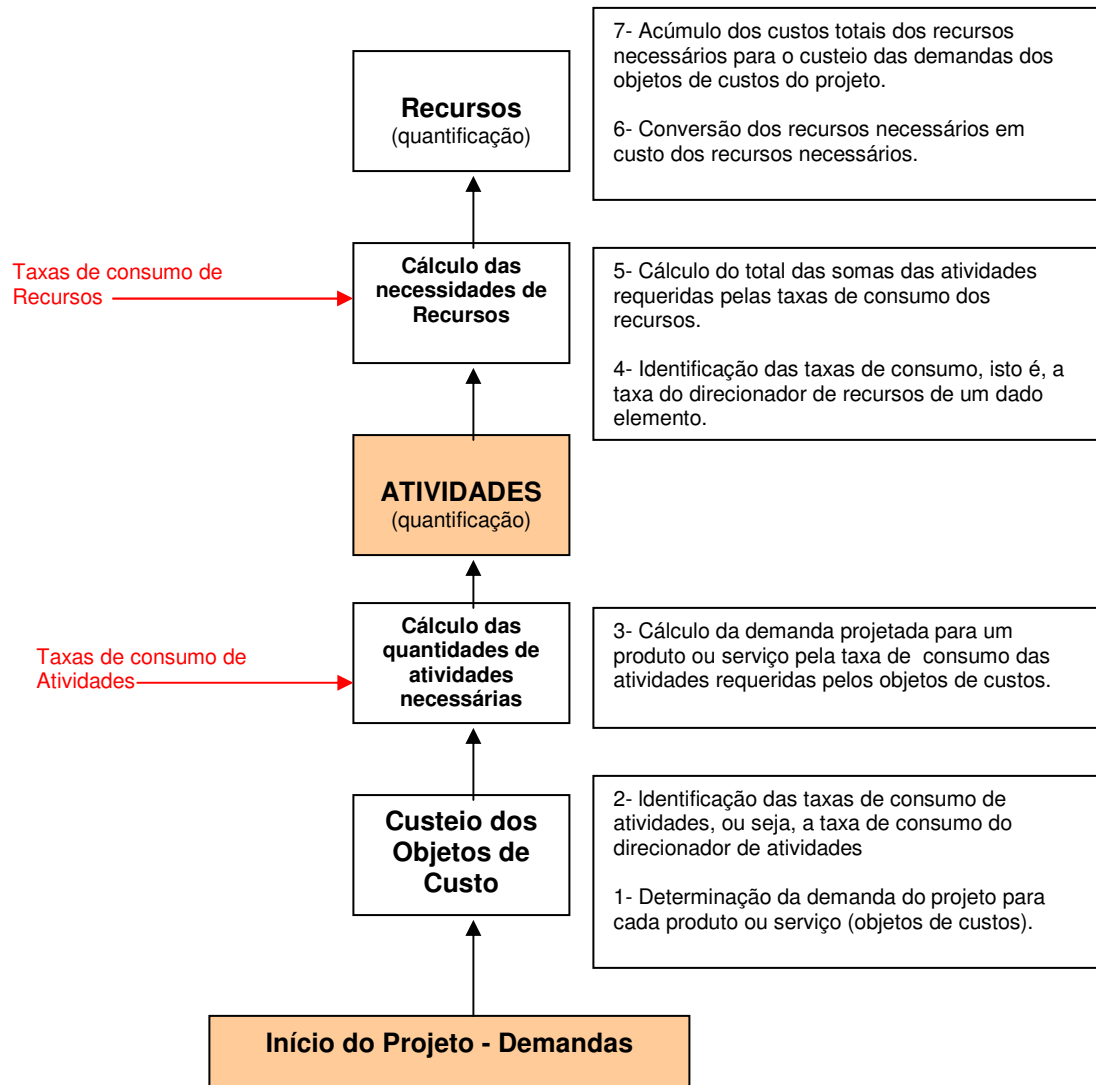
4.3.2 - Possíveis soluções para o cálculo das externalidades

Duas possíveis soluções para a *internalização das externalidades* podem ser formuladas através de dois caminhos distintos:

- **Via a Orçamentação** (*budgeting*), pois como já comentado por Góralczyk e Kulczycka (2005, p. 122) seria uma solução para esta problemática. O próprio método ABC poderia ser utilizado para esta tarefa (MACCRRONE, 1998, p. 153; COKINS, 2001, p. 290-4; BURRITT e SCHALTEGGER, 2001, p. 164-6; BLEEKER, 2002, p. 66-9).

A figura 4.5 ilustra a formulação de um orçamento para projetos de execução futuras que poderiam utilizar-se do ABC.

Entretanto, como se depreende na mesma figura 4.5, é uma tarefa difícil estimar qualquer tipo de evento de ordem ambiental apenas com a orçamentação financeira, seria necessária a atuação em conjunto de alguma metodologia que reconhecesse os possíveis impactos ambientais inerentes ao projeto, e assim, conseqüentemente ter as atividades dos impactos ambientais e os resultantes custos orçados também.



Fonte: BLEEKER (2002, p. 67).

Figura 4.5 - Orcamentação de projetos via ABC.

- Por outro lado, o reconhecimento das externalidades poderia ocorrer através da **Gestão do Risco Ambiental**, pois compreende o estudo dos fatores que podem ser a causa de impactos ambientais nas operações de qualquer empreendimento, conforme exemplificado na tabela 4.1 abaixo. **Sendo por este motivo a escolha deste trabalho**

pela gestão do risco ambiental para a internalização das externalidades.

Riscos Ambientais	Exemplos de problemas
Químicos	Substâncias Químicas na forma de : Sólidos, líquidos, gases, vapores, poeiras, fumos, névoas, fumaças, etc.
Físicos	Radiações ionizantes ou não
	Ruído
	Vibrações
	Temperaturas extremas
	Pressão atmosférica anormal
	Iluminação
Biológicos	Micro e macro organismos patogênicos
Outras situações	Interação física e psíquica entre tarefa-trabalhador: ergonomia, organização do trabalho.

Fonte: AMERICAM CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS - ACGIH (2001) e INTERNATIONAL LABOR OFFICE - ILO (1989) apud COLACIOPPO (2004, P. 263).

Tabela 4.1 - Riscos Ambientais e exemplos típicos de externalidades.

4.4 - Gestão do Risco Ambiental

Slywotzky (2004, p. 11) e Tchankova (2002, p. 290) afirmam que os negócios atualmente são expostos a uma quantidade enorme de riscos - muito maior que em um passado recente devido aos novos desafios corporativos globalizados - percorrendo uma grande faixa desde riscos políticos até riscos à propriedade intelectual e em todos os níveis gerenciais. Slywotzky (2004, p. 12) comenta que a maioria dos gestores sente-se confortável com os riscos tradicionais não reconhecendo que riscos estratégicos podem oferecer grande poder de destruição, pois expõem a

organização, as vezes de maneira irremediável - como por exemplo, da ocorrência de impactos ambientais .

Tchankova (2002, p. 290) e Dalgleish e Cooper (2005, p. 235-6) concordando com as afirmações acima explicam que o corpo gerencial deve se envolver sistematicamente com o gerenciamento de riscos, com o intuito de identificar, analisar e controlar eventuais riscos inerentes às atividades desenvolvidas nas organizações. Greene e Trieschmann (1984, apud TCHANKOVA, 2002, p. 290) salientam que a correta identificação dos riscos assegura a eficiência do gerenciamento de risco, pois de outra forma, se não corretamente identificados todas as possibilidades de ganhos e perdas que desafiam a organização, estes riscos não identificados tornaram não gerenciáveis e a organização não poderá tomar nenhuma ação sobre estes,

Slywotzky (2004, p. 13) conclui este raciocínio afirmando que “*risco estratégico e retorno são duas fases da mesma moeda*”.

4.4.1 - Risco e Análise de Risco

Segundo a EPA (1998, apud FELICIANO, 2005, p. 1) risco é definido “*como a medida de perda econômica e/ou danos à vida humana (neste caso fatalidades) resultantes da combinação entre a freqüência de ocorrência de um evento indesejável e a magnitude das perdas ou danos - conseqüências*”.

Matematicamente é expresso:

$$R_i = F_i * M_i$$

Onde

R_i = Risco Associado ao evento indesejado tipo *i*

F_i = Freqüência de ocorrência do evento

M_i = Magnitude da ocorrência do evento

Feliciano (2005, p. 1) faz uma comparação interessante entre perigo e risco: “*perigo é uma propriedade intrínseca de uma situação, ser ou coisa, e não pode ser controlado ou reduzido*” ao passo que “*o risco pode ser gerenciado, atuando-se na sua freqüência de ocorrência, nas conseqüências ou em ambas*”

Para o efetivo gerenciamento do risco deve-se realizar o Estudo da Análise de Risco (EAR) consistindo-se em um processo estruturado que identifica a probabilidade e a extensão das conseqüências adversas provocadas por uma dada atividade (LAWSON, 2005, p. 4). Segundo a CETESB-SP (2003, p. 17) o EAR é estruturado em seis etapas, a saber:

- Caracterização do empreendimento e da região.
- Identificação de perigos e consolidação das hipóteses acidentais.
- Estimativa dos efeitos físicos e análise de vulnerabilidade.
- Estimativa de freqüências.
- Estimativa e avaliação de riscos.
- Gerenciamento de Riscos.

4.4.2 - Estimativa de Freqüências

Segundo a CETESB (CETESB, 2003, p. 29) “*a estimativa e avaliação dos riscos de um empreendimento dependem de uma série de variáveis, por vezes pouco conhecidas e cujos resultados podem apresentar diferentes níveis de incerteza*”. Esta incerteza para a CETESB decorre principalmente de que não se pode determinar todos os riscos existentes ou possíveis de ocorrer em uma instalação e também por escassez de informações.

Entretanto, Kassai, Kassai e Santos (1999, p. 100, apud RIPAMONTI, 2001, p. 310) fazem uma distinção entre incerteza e risco:

Em geral, é feita uma distinção quase semântica entre os termos risco e incerteza, cuja conceituação depende do grau de imprecisão associado às estimativas. Quando todas as ocorrências possíveis, ou estados futuros, de certa variável são conhecidas e encontram-se sujeitas a uma distribuição de probabilidades também conhecida, ou que pode ser calculada com algum grau de precisão, diz-se que existe risco. Quando essa distribuição de probabilidades não pode ser avaliada, diz-se que há incerteza.

Portanto, o risco ambiental pode ser estimado nas operações como afirmam Tchankova (2002, p. 291), Labodová (2004, p. 572) e Lawson (2005, p. 3). A CETESB (2003, p. 29) assim resume esta questão:

Sendo o risco uma função que relaciona as freqüências de ocorrências de cenários acidentais e suas respectivas conseqüências, em termos de danos ao homem, pode-se com base nos resultados quantitativos... estimar o risco de um empreendimento.

Esta avaliação do risco quantitativo na opinião de Burgess e Brennan (2001, apud SILVA P., p. 74) pode ser utilizada em conjunto com a Análise do Ciclo de Vida dos Produtos, como também a ACV pode ser utilizada em associação com algoritmos (MILLET *et. al.*, 2005, p. 4). E por derivação inclusive para o estudo de riscos ambientais.

Lawson (2005, p. 3-4) fechando esta discussão conclui que para o cálculo dos impactos ambientais existem dois tipos de análise podem ser realizadas: através de métodos determinísticos e de métodos estatísticos.

4.5 - Apreciação crítica do capítulo

Comentários a cerca das questões discutidas no Capítulo 4:

- Como comentado inicialmente, a maioria dos métodos revisados pela literatura são estáticos - pelas as razões já citadas e além deste fato são inflexíveis. A idéia seria tornar um método maleável às necessidades do estudo de impacto que se deve realizar - o ideal para a modelagem é flexibilidade e dinâmica.
- A questão das externalidades continua sendo uma preocupação para os métodos, mesmo se pensando em uma saída financeira (via orçamento) ou em uma saída pela gestão de riscos. O problema é como agregar ao método, mesmo que autores como Millet et. al. (2005, p. 4) tenham afirmando a coerência do uso de algoritmos com a ACV.
- De fato o ABC serve à causa ambiental.
- Todos os métodos comentados trazem contribuições importantes, por exemplo;
 - Emblemståg e Bras (2001) criaram os *energy drives* como uma variação dos direcionadores de custos. Mas a sua contribuição foi a criação dos Waste Index com a operacionalização do cálculo de emissões em uma região controlada.

- Kumaram (2001) abre a linha do tempo em cima do ABC, este definitivamente deve ser o papel do método, pois irá rastrear todo o ciclo de vida. O problema está em achar os direcionadores a jusante e a montante.
- Kraemer (2002) faz a ligação da sua metodologia à estratégia, pois relaciona o custo-benefício das ações quando da minimização dos impactos ambientais que influenciam os objetivos estratégicos da organização (SILVA P., 2003, p. 61), via o BSC.
- Kraemer (2002) e Silva R. (2003) utilizam o ABC para o mapeamento de processos e como estudado no capítulo 3, o mapeamento de processo pode, em conjunto com o ABC, na visão bidimensional, fornecer informações para a melhoria do desempenho da organização. Uma das chaves da proposta do método em estudo ter contato com a estratégia da empresa talvez seja pela correta análise dos processos e a quantificação dos gastos ambientais nestes. Ou como fonte de da estruturação dos mapas estratégicos do BSC.
- SILVA R. (2003) cita que a Matriz de Riscos não se mostrou adequada para avaliar os potenciais impactos das operações emergenciais, ao passo que a FMEA Ambiental teve melhor performance, principalmente para a análise de resíduos sólidos, uma das deficiências da ACV.

- Por fim, na opinião desta pesquisa a melhor forma de se estudar as externalidades e agregar os seus efeitos aos produtos é pela Gestão do Risco Ambiental.

5 - PESQUISA-AÇÃO

Nós, seres humanos, somos organismos que pensam. Não precisamos esperar que os desastres nos ensinem a viver de maneira sustentável. - Callenbach (2001, apud TINOCO e KRAEMER, 2004, p. 134).

Neste capítulo são apresentados os dados relevantes sobre a condução da metodologia de pesquisa e as informações coletadas ao longo da pesquisa-ação. Para a condução da pesquisa-ação foi formulada a pergunta-base para a condução do trabalho: ***Como a empresa pode internalizar os custos externos - externalidades - para os seus produtos?*** Pergunta que surgiu através dos resultados da revisão bibliográfica (figura 5.1).

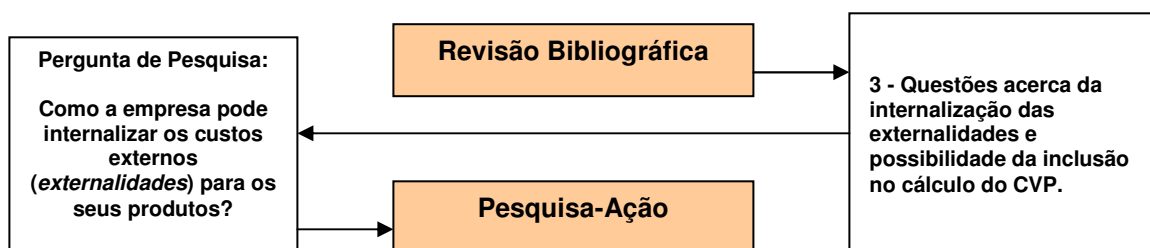


Figura 5.1 - Metodologia para a formulação da Pergunta de Pesquisa.

Com o desenvolvimento da pesquisa-ação foi possível a este trabalho fornecer os subsídios para a posterior modelagem do método incluindo uma possível solução ao cálculo das externalidades, considerada durante o desenvolvimento deste capítulo.

Entretanto, com relação à empresa objeto de estudos, esta não autorizou a exposição de seu nome por envolver o nome internacional da companhia e por este motivo a autorização formal deveria ser referendada pela *holding* e este pesquisador não obteve sucesso junto aos canais competentes para esta autorização, de maneira que a organização estudada será denominada como Empresa *Alpha* neste presente trabalho.

5.1 - Apresentação da Empresa Alpha

A Empresa *Alpha* é uma subsidiária de uma transnacional americana com presença em mais de 50 países no mundo que atua em diversos mercados como o eletrônico, saúde, seguros, etc. No caso específico da *Alpha*, esta é uma subsidiária da divisão eletrônica internacional. Aqui no Brasil apresenta três diferentes plantas, uma destinada à produção, outra à distribuição de produtos telecom e uma terceira onde se concentra a administração geral.

A Empresa *Alpha* em se tratando do seu enquadramento ambiental, tem o orgulho de informar a todos os visitantes quanto a sua certificação ISO 14001, que detém desde 1998 - sendo que a última auditoria ambiental aconteceu em maio de 2005.

Indo mais além, para a Política Ambiental, a Empresa *Alpha* declara:

A *Alpha* continuamente preocupada em proteger e perpetuar a vida no planeta, através dos seus colaboradores, se compromete a atuar de forma ambientalmente correta zelando para:

- Otimização do uso de recursos naturais.
- Redução e correta destinação de nossas emissões residuais.
- Atuação em conformidade com a legislação brasileira.
- Promoção de materiais passíveis de reciclagem.
- Concepção de novos produtos voltados a minimização dos impactos ambientais.

Além da política ambiental que deve ser de conhecimento de todos os colaboradores, a empresa faz a avaliação de todos os impactos ambientais gerados nas suas operações internas. Através desta avaliação são gerados documentos que descrevem os aspectos contaminantes em cada operação industrial, seu possível impacto, a legislação concernente, o tipo de atendimento que deve ser realizado e os responsáveis pela sua execução.

Os documentos gerados versam sobre avaliações ambientais nos seguintes setores de atividades:

- **Tratamento de superfícies:** incluído o processo de galvanoplastia, comentado nos resultados da pesquisa mais adiante.
- **Moldagem:** processo de injeção de polímeros usados como gabinetes (*housing*) para os componentes eletrônicos.
- **Montagem:** montagem de componentes e processos de identificação dos itens com a utilização de tintas tampográficas.
- **Ferramentaria:** setor de suporte à produção responsável pela fabricação dos moldes e ferramentais usados nos processos produtivos. É um setor de excelência, pois inclusive terceiriza ferramentais para as automotivas.

- **Estamparia:** processos de estampagem de metais para a composição dos componentes eletrônicos.
- **Manutenção:** todo o trabalho de manutenção nos diversos setores citados acima, o que acumula resíduos de CFC, óleos, pilhas e baterias entre outros.
- **Laboratório de Controle:** setor de suporte às atividades produtivas sendo responsável entre outros pela drenagem direcionada à Estação de Tratamento de Efluentes, pelos produtos químicos controlados e toda a rotina de controle.
- **Movimentação de Materiais:** responsável pela movimentação interna às instalações da planta industrial, principalmente com relação às emissões de CO₂ e às baterias e acumuladores das empilhadeiras elétricas.

A empresa estruturou o Sistema de Gestão Ambiental nos moldes das Normas ISO 14001 e 14004, que é lotado na gerência de qualidade, e pratica auditorias internas periodicamente, bem como as auditorias externas de acordo com as normas de renovação da certificação.

5.2 - Protocolo da Pesquisa-ação

Para a condução da pesquisa-ação os seguintes itens foram estruturados e são apresentados a seguir:

- A posição deste pesquisador na companhia.

- ❑ A pergunta de Pesquisa.
- ❑ Limites da pesquisa-ação.
- ❑ Condução da Pesquisa-ação.

5.2.1 - A posição deste pesquisador na companhia

Este pesquisador trabalhou na empresa de 29 de janeiro de 2004 a 1º de setembro de 2005 na *Gerência de Controladoria* - responsável pelas gerências de custos, fiscal e contabilidade - inicialmente na unidade fabril em um município do Estado de São Paulo e desde agosto de 2004 na administração central em São Paulo.

Com a saída de um colaborador sênior em outubro de 2004, assume as responsabilidades deste quanto ao gerenciamento dos seguros da empresa no Brasil, além da rotina normal na área contábil.

Foi a partir do trabalho com seguros da empresa que se iniciou a pesquisa-ação - desenvolvendo-se de novembro de 2004 a agosto de 2005 -, sendo que, pois aliado ao conhecimento contábil adquirido nas diversas áreas da empresa e por ter trabalhado em duas localidades, pôde-se a partir desta nova atividade, melhor visualizar os problemas que ocorrem com produtos, processos e serviços fora dos portões da empresa. Isto se evidenciou nas rodadas de renovações de seguros, realizadas em 2005 em conjunto com a matriz americana.

Sendo um ator presente nas soluções de problemas pôde-se questionar sobre assuntos que não estavam diretamente ligados ao dia-a-dia da empresa e do gerenciamento de seguros, o que através do contato direto com equipes multidisciplinares que atuaram nas soluções potencializou a troca de informações e a discussão com diversas pessoas acerca de possíveis idéias para a pergunta de pesquisa que orientou a pesquisa-ação, comentada a seguir.

5.2.2 - Pergunta de Pesquisa

Após o Capítulo 4 pelo “*duas frentes de soluções*” puderam ser visualizadas para a questão de como agregar à proposta de modelagem os custos da “*internalização das externalidades*” dos produtos. O fato real é que parte do Capítulo 4 (a sessão 4.4) foi uma contribuição da pesquisa-ação, pois foi através da pesquisa-ação que veio a tona a questão do Gerenciamento dos Riscos Ambientais, e portanto, decidiu-se na referida sessão incluir a revisão bibliográfica do tema em questão.

Portanto, para que surgissem idéias e proposições para a modelagem dos gastos ambientais no CVP, como já mencionado, a pergunta de pesquisa formulada foi: ***Como a empresa pode internalizar as externalidades para os seus produtos?***

5.2.3 - Limites da Pesquisa-Ação

O âmbito de atuação deste pesquisador a princípio ficou restrito à controladoria, não sendo possível pesquisar em outras gerências da empresa. Contudo, com o início da atuação na área de seguros o acesso às informações se ampliou chegando à produção e logística.

Entretanto, não foi possível acompanhar os processos de destinação final dos resíduos industriais, assim como obter informações sobre a performance dos produtos nos mercados onde atuam, ou mesmo, como estes são destinados ao término da sua vida útil, devido ao aspecto temporal da pesquisa, pois a maioria dos produtos tem vida útil maior que 5 anos.

5.2.4 - Condução da Pesquisa-ação

A pesquisa foi conduzida de acordo com o surgimento dos problemas ao longo dos dias-de-trabalho. A cada problema ou evento que ocorreu foi implementada a sua solução corporativa e registrado a contribuição que tal solução conduziu aos objetivos deste trabalho. Estas contribuições poderiam ser de três formas:

- Um custo ambiental ainda não previsto na literatura.
- Uma forma de construir um índice - como os autores *Emblemsvåg* e *Bras* fizeram - para atuar como direcionador de custos.
- Um fato ligado à extensão da responsabilidade da empresa pelos seus produtos ou ao processo de internalização propriamente dito, sendo este o principal objetivo.

5.3 - Apresentação dos Resultados Obtidos

A seguir são apresentados os resultados obtidos oriundos da aplicação da metodologia de pesquisa aplicada.

5.3.1 - Seguro Ambiental

Os seguros na Empresa *Alpha* são realizados mundialmente através de uma diretoria de gestão de riscos (*risk management*) da Empresa Alfa Internacional em consonância com um programa gerenciado por uma corretora mundial de seguros. Cada país através da assistência de uma filial local desta corretora contrata os seguros definidos pelas políticas internacionais da empresa. No caso da filial brasileira, todos os prêmios dos seguros devem ser pactuados no Brasil sob a supervisão do Instituto de Resseguros Brasil - IRB - autarquia do governo federal que controla os resseguros no Brasil. A Empresa *Alpha* contrata os seguros usuais para as suas operações, tais como apólices para veículos, propriedades, lucros cessantes, etc.

Porém, não havia qualquer tipo de apólice de seguro ambiental para as operações fabris. Questionada sobre o motivo de não se contratar este tipo de prêmio, a corretora afirmou que o fato desta modalidade ser nova no Brasil e seus objetivos focarem os grandes impactos ambientais, em cujo perfil a empresa não se enquadrava, apesar de envolver um setor de galvanoplastia nos seus processos industriais. Informou ainda que havia cobertura para eventuais problemas de defeitos de produtos no mercado e que também toda a operação de transporte de mercadorias estava segurada e em conformidade com a legislação ambiental atual.

5.3.1.1 - Aplicação

Mesmo não se apropriando de um seguro específico para a questão dos impactos ambientais, os seguros existentes se relacionam com aspectos ambientais, portanto, parte dos prêmios pagos são gastos ambientais, mesmo que não venham a ocorrer. Na ocorrência de sinistros, os desembolsos adicionais também são gastos ambientais.

Portanto, se faz necessário a provisão de um centro de custo para o quesito seguro - para os prêmios e para os sinistros de origem ambiental, veja figura 5.2.

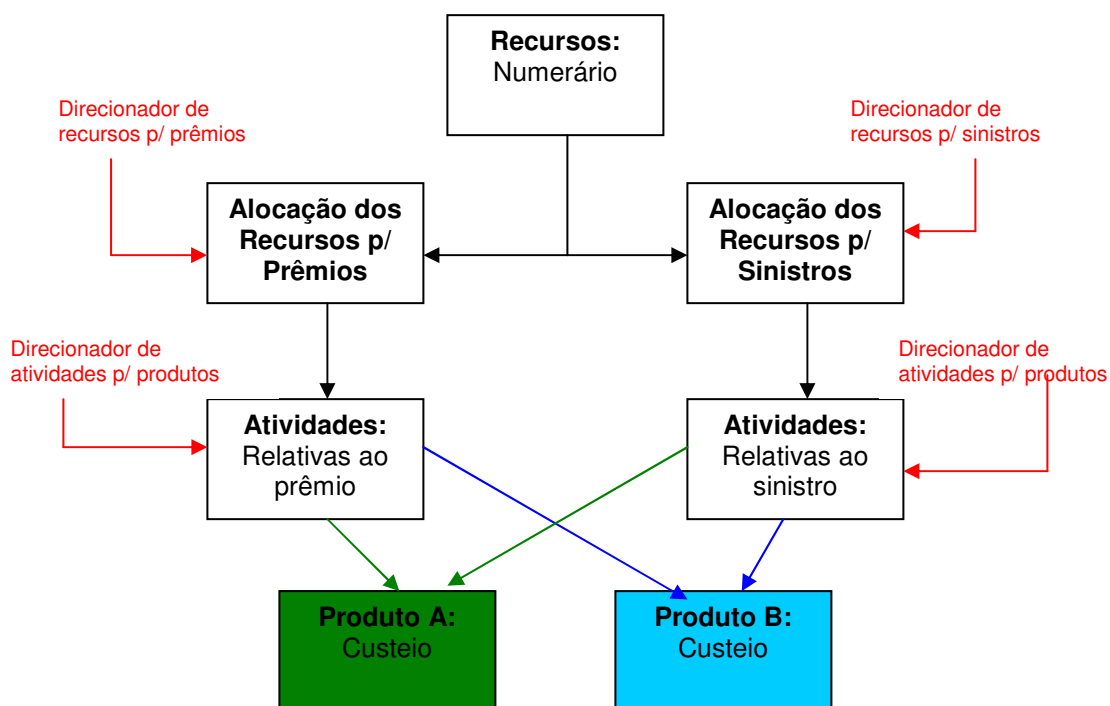


Figura 5.2 - Exemplo hipotético para o custeio de prêmios de seguro e sinistros utilizando o ABC.

Outro fato interessante é que a compra de prêmios de seguros é uma forma da empresa se resguardar dos efeitos das possíveis externalidades que podem ocorrer no desenvolvimento das operações da companhia. É a forma mais simples para tal, pois delega-se à seguradora todo o cálculo atuarial (engenharia financeira) do risco envolvido, como também é pago uma taxa de remuneração à seguradora por assumir o risco da operação.

A perspectiva mais importante é exatamente da engenharia financeira, ou seja, em como esta pode atribuir um preço ao prêmio referente ao risco tomado - com a perspectiva de lucratividade para a seguradora no computo

geral de todos os seguros tomados. Esta perspectiva pode vir a agregar à proposta de evidenciação dos gastos ambientais, em termos de uma configuração financeira às externalidades.

5.3.2 - Questionários para Renovação de Seguros

Quando da renovação dos seguros de propriedades foi necessário o preenchimento de vários questionários acerca das operações da companhia. O trabalho para a coleta de informações é intenso e demandam contatos com as diversas áreas envolvidas por toda a empresa, inclusive Recursos Humanos e Operações Logísticas, pois incluem toda a área de transportes.

Posteriormente os questionários foram finalizados e entregues para a corretora e depois conduzidos à seguradora e finalmente aprovados. Porém, dentre as perguntas a responder uma questão chamou a atenção: a operação da galvanoplastia, pois a priori seria o setor crítico sujeito a causar algum impacto ambiental de maior gravidade. Tornou-se necessário então um aprofundamento por parte desta pesquisa neste setor, que se apresenta a seguir.

5.3.2.1 - A galvanoplastia no processo industrial eletrônico

Segundo a Engenharia de Produtos um conector típico é constituído das seguintes unidades básicas, apresentadas à figura 5.3:

- Um pequeno gabinete (*housing*) de plástico (polímeros).
- Metais utilizados para contato elétrico, principalmente latão e bronze.

- E um processo de eletrodeposição nos metais utilizados como contatos elétricos (galvanoplastia ou *plating*, em inglês).

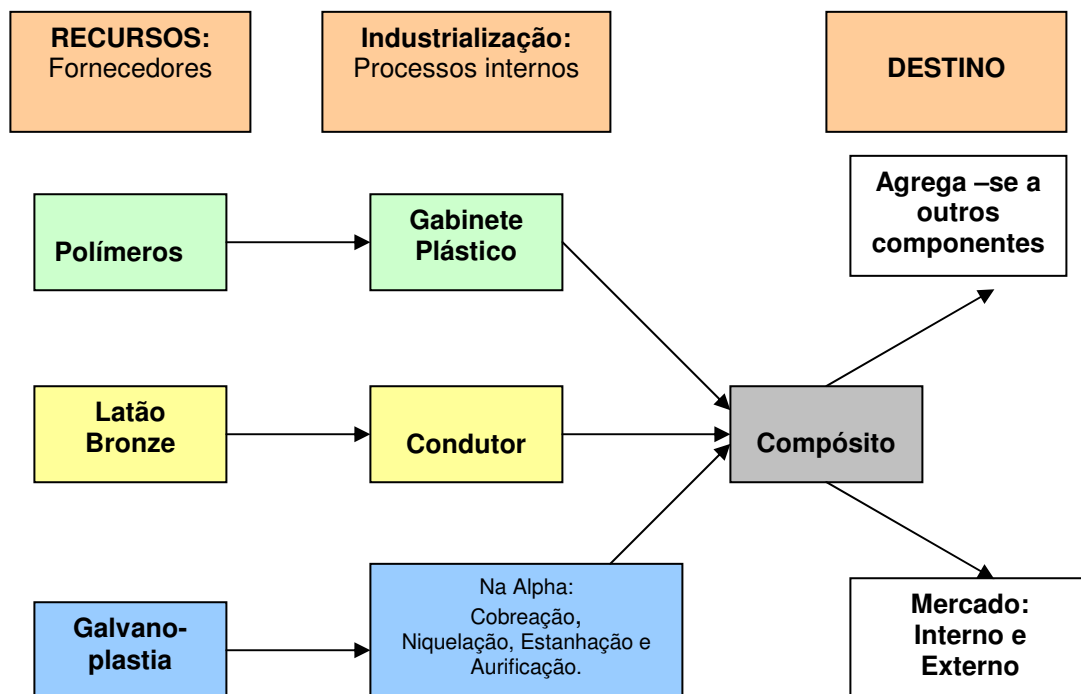


Figura 5.3 Ciclo de Produção de conector típico.

No processo de *Galvanoplastia* é realizada a eletrodeposição de cobre (*cobreação*), estanho (*estanhação*), níquel (*niquelação*) e ouro (*aurificação*). O problema maior da galvanoplastia não é a eletrodeposição dos metais no componente metálico, mas o processo em si, pois segundo Silva V. (1990, p. 11-3) o processo galvânico compreende uma taxa de toxicidade não desprezível dos produtos utilizados na linha de eletrodeposição. O processo de galvanoplastia é estruturado nas seguintes fases (SILVA V., 1990, p. 11-3):

- **Pré-tratamento:** *remoção das rebarbas* do metal a ser submetido a eletrodeposição, com o inconveniente da formação de pó proveniente do polimento; *desengraxamento* - remoção da

sujeira da superfície do metal, principalmente graxa e óleos, sendo utilizados solventes orgânicos ou emulsificantes ou soluções alcalinas; e por último, a *decapagem* - remoção de camadas de óxidos para que a peça fique totalmente limpa permitindo uma deposição metálica de boa aderência e sem manchas, sendo utilizado nesta etapa ácidos ou bases fortes.

- Após o pré-tratamento as peças, estas estão prontas para o banho nas soluções de íons metálicos que através de indução elétrica aderem a superfície da peça, constituindo-se na **cobreação**, na **niquelação**, na **estanhação** ou **aurificação**. Nos banhos são usadas *soluções eletrolíticas concentradas* - sais metálicos ou íons que iram ser depositados na superfície da peça - temperatura acima de 40°C, ácidos, sais de cianeto e aditivos com intuito de melhor a aderência da deposição.

5.3.2.2 - Aplicação 1: Índice Galvânico (IG)

Observando-se a complexidade do processo de eletrodeposição e todo o possível problema ambiental e social que poderia ocorrer nas operações era necessário revisar a compreensão das apólices de seguros e as atuações da empresa ³⁷ frente à lei pertinente, à auditoria da ISO 14001 e sobretudo aos procedimentos internos adotados para a avaliação e controle dos impactos ambientais.

³⁷ Estas checagens ficam a cargo das respectivas gerências. A avaliação relativa aos seguros é quanto à confirmação das informações que são prestadas nos questionários de seguros enviados às seguradoras.

A Empresa Alpha reconhece os impactos causados em virtude da operação de galvanoplastia e seguindo a legislação concernente possui uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), um laboratório de análises químicas e todo um sistema montado para a coleta dos resíduos formados da eletrodeposição. Os principais aspectos reconhecidos são:

- **Soluções Exauridas:** descarte de soluções contendo altas concentrações de metais pesados - **Atendimento:** Estação de Tratamento de Efluentes por bateladas, Análise Laboratorial, Relatório de Ensaio Laboratorial e Auditoria Externa Anual.
- **Efluentes do processo galvânico:** águas de lavagem dos banhos, contendo baixas concentrações de metais pesados e cianetos - **Atendimento:** Estação de Tratamento de Efluentes com tratamento contínuo, Filtragem com resinas iônicas, Análise Laboratorial, Relatório de Ensaio Laboratorial e Auditoria Externa Anual.
- **Resinas de troca iônicas,** contendo sais de ouro e cianeto, provenientes do tratamento de efluentes da linha de aurificação - **Atendimento:** Coleta seletiva e acondicionamento, Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais ³⁸ (RSI) e Reciclagem externa.
- **Óleos usados:** provenientes do separador da ETE e da limpeza dos processos térmicos - **Atendimento:** Coleta seletiva e acondicionamento e reciclagem externa.
- **Carvão ativo:** provenientes do processo de limpeza de contaminantes orgânicos, presentes nos banhos galvânicos -

³⁸ Referente a Norma NBR 10.004.

Atendimento: Neutralização interna, Coleta seletiva e acondicionamento e disposição em aterros industriais.

- **Lodo Galvânico:** provenientes do processo de tratamento de águas do ETE, contendo metais pesados - **Atendimento:** Coleta seletiva e acondicionamento e posterior reprocessamento externo.

Para efeito de comprovação de atendimento da legislação ambiental a totalidade das ações que a companhia conduz estão de acordo com a normalização ambiental e aprovadas pelos órgãos de controle.

Porém uma pergunta ficou a deriva: ***Como custear todas as atividades da galvanoplastia para um determinado produto de forma a evidenciar todos estes gastos ambientais que se processam durante a operação ordinária da produção?***

Na contabilidade não existe um relatório com estas características. Na empresa existe um setor que cuida do estudo da formação dos preços dos produtos, que leva em conta os custos do produto (compreendendo toda a fase produtiva) e a contribuição dos rateios das despesas departamentais que incorrem nos produtos somados dos impostos e lucratividade pretendida pela empresa. Ainda assim, o preço final deste produto estará sujeito a toda problemática da discussão feita no capítulo 3 acerca da distorção causada pela alocação dos custos em virtude de rateios múltiplos e com base em volume.

A solução foi criar um índice para a galvanoplastia, chamado de Índice Galvânico que atuará como direcionador de custos - apresentado na no Capítulo 6.

5.3.2.3 - Aplicação 2: Solução do Dilema Produto versus Processo

Uma dúvida se formou com a concepção do Índice Galvânico: o dilema produto versus processo, representado na figura 5.4 abaixo:

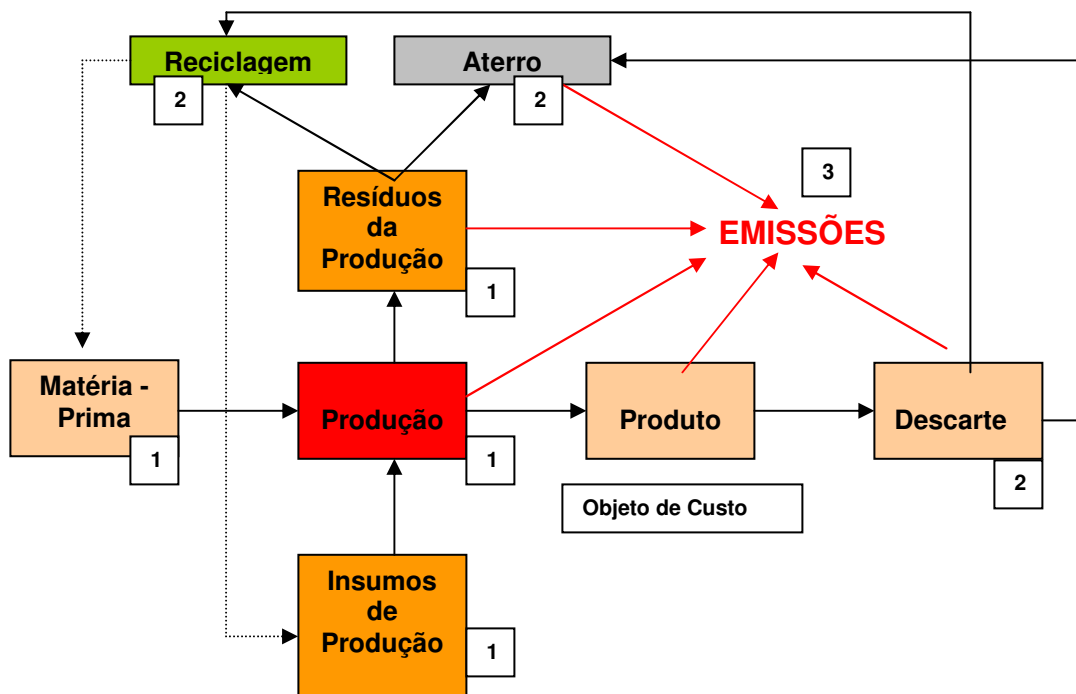


Figura 5.4 - Visão do Ciclo de Vida do Produto X Ciclo de Vida do Processo.

Com a proposição do Índice Galvânico agregou-se ao estudo do Ciclo de Vida do Produto todo o custeio ambiental do processo galvânico do produto. Na prática, o que se conseguiu foi adicionar os gastos dos insumos de produção, como também no caso da galvanoplastia, os custos de todos os insumos utilizados na eletrodeposição e os insumos de natureza ambiental e de proteção dos colaboradores, pois estes são os que interessam ao estudo do gasto ambiental do produto, e rastrear todos gastos ambientais efetuados quando da constituição dos resíduos da produção - como os gastos da ETE por exemplo. Os fatores custeados pelo IG estão assinalados com o índice 1 na figura 5.4.

O que também é necessário realizar é a construção de mais índices que rastreiem outras fases do CVP, tais como as emissões do produto (assinalado pelo índice 3), as emissões nas outras fases da manufatura que ainda não foram cobertas pelo IG, e das fases de descarte (índice 2 na figura 5.4).

Porém, não foi possível ir mais além no ciclo, pela falta de disponibilidade de informações acerca dos processos de reciclagem e disposição final, como comentado nas limitações da pesquisa-ação.

5.3.3 - Duas Novas siglas no Horizonte da Indústria Eletrônica

Quando da renovação dos seguros havia uma pergunta se a empresa havia constituído um SGA e quais eram as certificações de qualidade e/ou ambiental que possuía. Para a verificação destes diplomas e da operacionalização do SGA foi marcada uma visita à Gerência da Qualidade e ao RH - setor de segurança do trabalho.

Nestes foram preenchidas as formalidades específicas do SGA e das certificações e nas conversas paralelas duas novas siglas chamaram a atenção deste pesquisador por conta de uma certa agitação: “***Compliance with RoHS and WEEE***”.

5.3.3.1 - O que significa RoHS e WEEE?

Nos últimos anos frente a necessidade de se produzir produtos ecologicamente corretos, países da Comunidade Européia tem pautado esta questão com grande preocupação. **O debate sobre como ou porque produzir estes produtos tem se movido de uma esfera de decisão dos consumidores para um patamar legal** (HRISTEV, 2005, p. 3).

Segundo Hristev (2005, p. 3) a legislação é necessária para resolver o latente problema ambiental consernente à grande quantidade de material eletro-eletrônico descartado no meio ambiente e a diminuição do ciclo de vida útil destes materiais. Para tal encaminhamento, a comunidade europeia criou duas diretivas com o objetivo de reduzir o impacto ambiental dos resíduos de equipamentos eletro-eletrônicos. São elas:

□ **RoHS** - *Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment*. Segundo a norma - Diretiva sobre Substâncias Nocivas - 2002/95/EC no seu artigo 4º (PARLAMENTO EUROPEU, 2003):

1 - Os Estados-Membros assegurarão que, a partir de 1º de julho de 2006 os novos equipamentos elétricos e eletrônicos colocados no mercado não contenham chumbo, mercúrio, cádmio, cromo hexavalente, polibromobilfenilo (PBB) e/ou éter de difenilo polibromado (PBDE)...

A diretiva também legisla que todos os fabricantes devem evidenciar o cumprimento desta diretiva através de documentação legal ou declaração formal até a data limite ou não mais comercializar os produtos que estão fora dos novos padrões. A importação seguirá os mesmos critérios.

□ **WEEE** – *Waste from Electrical and Electronic Equipment*: Segundo Hristev (2005, p. 13) a diretiva sobre Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos regulamenta sobre a coleta, tratamento, reciclagem e recuperação dos materiais eletro-eletrônicos. Para a diretiva os fabricantes são responsáveis pelo financiamento da maioria das atividades mencionadas acima. Varejistas ou distribuidores têm responsabilidades financeiras na recolha de equipamentos do usuário final e de prestar toda a informação a estes usuários. E por fim, aos usuários cabe devolver os equipamentos sem nenhuma taxa adicional. O início da diretiva para os fabricantes se iniciou em 13 de agosto de 2005.

Interessante notar dois fatos: que não existe lei federal nos Estados Unidos similar ao que está sendo proposto pela Comunidade Européia e que qualquer importação de componentes deve seguir esta nova regulamentação (HRISTEV, 2005, p. 1-18). No anexo 1 é apresentada a diretiva referentes à RoHS.

5.3.3.2 - Aplicação 1: O Aumento da Responsabilidade dos Produtores

A partir de 1º de julho a responsabilidade dos fornecedores e fabricantes de material eletro-eletrônico aumentará substancialmente, o efeito pôde ser sentido na análise a que todos os produtos da Empresa Alpha foram submetidos para o enquadramento na diretiva até 1º de abril de 2006 (figura 5.5), com a codificação de 1,5 milhão de itens/componentes.

Interessante notar que os fornecedores da empresa estão sendo chamados à co-responsabilidade no cálculo das porcentagens de substâncias sob banimento da RoHS, a responsabilidade pelo ciclo de vida do produto à montante remete a figura do fornecedor de matéria-prima implicado-o tecnicamente, não demorará muito e será responsável juridicamente também como preconiza Driedger (2005, p. 90).

5.3.3.3 - Aplicação 2: O Enorme Esforço para o Atendimento das Diretivas

É evidente todo os esforços da companhia para a mudança dos seus processos de produção e em menor escala controle de materiais e fornecedores - como já comentado a Empresa Alpha passou em revista por 1,5 milhão de itens e componentes.

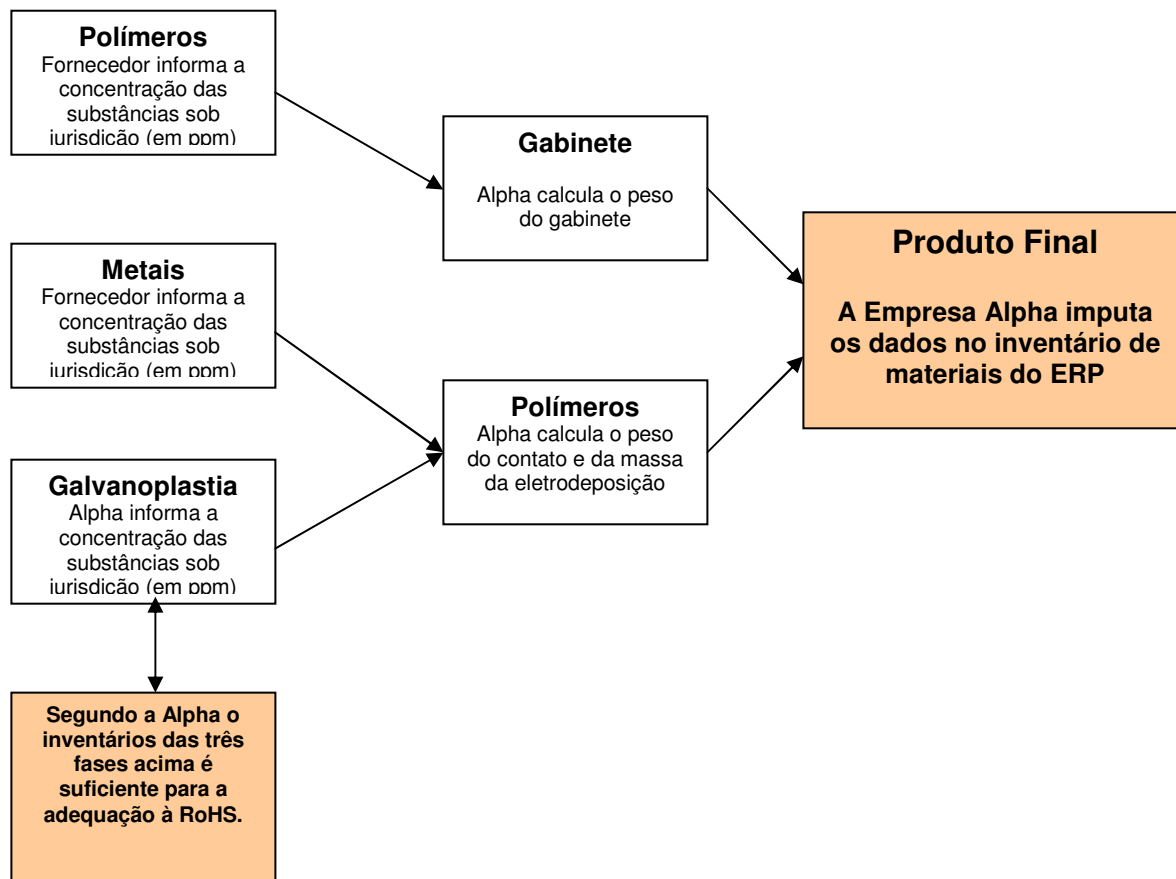


Figura 5.5 - Mapa de processos de controle da RoHS para a Empresa *Alpha* Internacional.

Para esta pesquisa fica o reconhecimento de alguns *eco-custos*:

- > Gasto de Pesquisa e Desenvolvimento.
- > Gasto de Monitoração de Materiais.
- > Gasto com o fundo de reciclagem da WEEE.
- > Gasto corporativo de acompanhamento da legislação.

5.3.4 - Gerenciamento de Risco

Quando da renovação das apólices de seguros uma das questões que mais intrigava eram as taxas de *sinistralidade* para cada item segurado. Algumas pareciam sem propósito, como as aplicadas para os *laptops*, pois o prêmio cobrado era o mesmo valor de um equipamento novo.

Mas para tais taxas são empregados, além de conceitos de engenharia econômica (como já citado na sessão 5.3.1.1), outros fatores para o cálculo da taxa de sinistralidade.

Daí a compreensão de que as seguradoras quando tomam o risco de um determinado item, seja um veículo ou transportes de mercadorias, são calculadas estas taxas e quando estas assumem o risco de uma determinada operação é porque este é conveniente, ou seja, gerenciam o risco e não o perigo, como citou Feliciano (2005, p. 4) no capítulo 4, baseada na baixa frequência de incidência de sinistro em um período de tempo e a magnitude do evento em consideração, entre outras variáveis de cunho atuarial. Ou seja, as bases para o Gerenciamento de Riscos, no caso, os Riscos Ambientais.

5.3.4.1 - Aplicação

Portanto um raciocínio se faz presente: se a seguradora tem expertise para calcular uma taxa de sinistralidade atraente para os seus negócios, o mesmo procedimento se poderia fazer para as fases futuras do ciclo de vida do produto - quando o produto não está mais sob a responsabilidade da empresa - levando-se em consideração o gerenciamento de riscos.

Pode-se avaliar estatisticamente um determinado tempo no qual a frequência de determinados impactos ambientais do produto seria muito baixa, na qual as organizações não estariam incorrendo na formação de

passivos ambientais. A partir deste determinado tempo pré-determinado, estes passivos passariam a ser reconhecidos organizacionalmente ou os produtos retirados do mercado pela empresa fabricante.

Portanto, a operacionalização de um índice desta natureza dar-se-ia através de análise estatística ou determinística, levando-se em conta a vida útil dos produtos manufaturados, quando então seriam retirados do mercado, e não o seu descarte final degradando na natureza. Esta operacionalização poderia advir do uso de um mecanismo tenha aplicação para as fases finais do ciclo de vida dos produtos, ou seja, antes da ocorrência de passivos ambientais - ou com o estudo probabilístico desta ocorrência e uma ação organizada anterior.

Desta forma as organizações podem tomar várias decisões baseadas nas análises de um *Índice de Sinistralidade Ambiental - ISA*, ou seja, um índice que tenha a capacidade de indicar um adequado ponto de ruptura de um determinado produto antes da ocorrência de impactos ambientais, a ser desenvolvido especificamente para cada necessidade.

No próximo capítulo discute-se a constituição do ISA para aplicação do custeio ambiental de possíveis externalidades dos produtos, sendo que desta forma o gerenciamento de risco ambiental, na percepção deste trabalho, é resposta à pergunta de pesquisa constituindo-se na melhor maneira de se internalizar as externalidades.

6 - EVIDENCIAÇÃO DO GASTO AMBIENTAL: METODOLOGIA E MODELAGEM

Suponhamos que as crises são uma pré-condição necessária para a emergência de novas teorias e perguntemos então como os cientistas respondem à sua existência - Thomas S. Kuhn, 2003.

Neste capítulo final é apresentado um projeto para modelagem de *evidenciação do gasto ambiental no custo do ciclo de vida do produto*. Também é estruturada a metodologia para aplicação e a construção de três cenários para diferentes aplicações. A figura 6.1 ilustra a proposta de evidenciação em linhas gerais.

6.1 - Metodologia da Proposta de Evidenciação

Segundo Souza R. (2002, p. 39) a metodologia de um método de custeio deve ser sempre adaptada às necessidades e aos objetivos da empresa em implantação. No presente caso aos objetivos da proposta que é a evidenciação dos gastos ambientais no custo do ciclo de vida do produto.

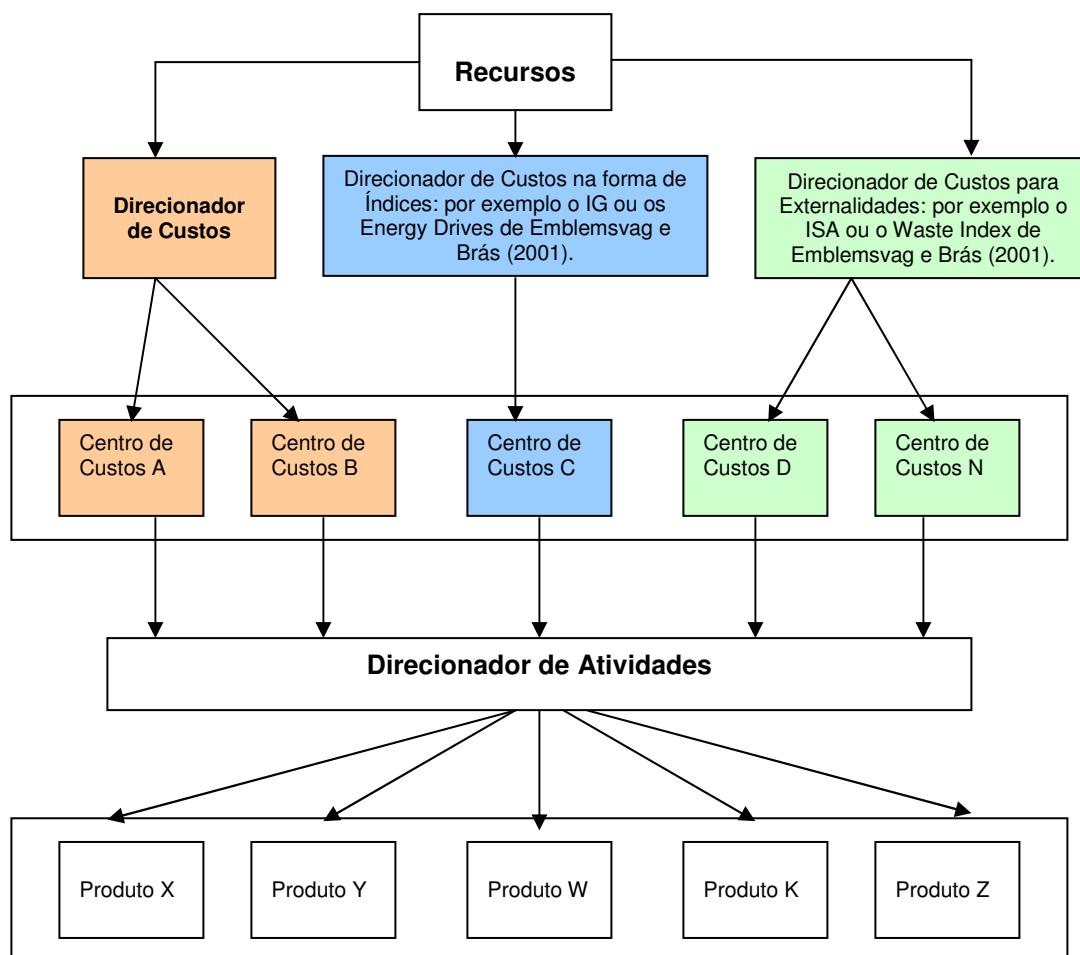


Figura 6.1 - Mecânica da Proposta de Evidenciação

Boisvert (1999, apud Souza, p. 39) comenta que a implantação possui uma série de etapas que tem sua ordem determinada em função de quem executa o projeto. Segundo Pamplona (1997, p. 31-38), Ching (1997) e Boisvert (1999, apud SOUZA R., 2002. p. 40-3) as etapas são as seguintes:

- **Determinação de Escopo do Projeto:** comentado no item 6.1.1.
- **Mapeamento do Fluxo de Processos:** para se definir as atividades pelas quais o objeto de custo, no caso o produto em estudo, “consome” e assim identificar quais recursos efetivamente estão

sendo gastos deve-se efetuar o mapeamento dos processos objetivando ter a visão mais completa possível de todas as atividades que afetam o ciclo de vida deste produto.

- **Definição das Atividades:** Pamplona (1997, p. 31) “*a definição de atividades é fundamental para o custeio dos objetos de custo como para a obtenção de informações de melhoria dos processos*”, portanto é fundamental o processo acima do mapeamento do fluxo de processos. Para a definição das atividade Ching (1997 apud SOUZA R., 2002, p. 32) informa que devem separadas, após análise as atividades que agregam valor das que não agregam, pois são passíveis de eliminação.

- **Identificação dos Recursos às Atividades:** identificar de maneira clara os direcionadores de custos e de atividades, portanto são necessários critérios precisos no momento da escolha destes, pois estes são o “motor” do método.

- **Cuidado com os Direcionadores de Custos:** conforme já citado no capítulo 3, além da identificação com critério dos direcionadores, deve pensar em um refinamento do método, ou seja, a seleção destes para melhor performance.

6.1.1 - Determinação de Escopo de Projeto

A definição do escopo é de fundamental importância, porque determina a gama de informações que pode ser incluída no desenvolvimento do projeto de evidenciação, como as citadas a seguir:

- **Definições de ativo e passivo ambiental que referenciará a implementação:** deve-se ter claro qual a definição destes termos ambientais. No capítulo 3 foram apresentadas as mais completas definições de ativo e passivo ambiental, o que dependendo da aplicação a ser destinada para o método (modelagem) pode ser um fator complicador. Portanto deve modular as definições de ativo e passivo ambiental de acordo com a sua utilização.

- **Deve-se definir também se será custeado uma família de produtos ou um produto singular.**

- **Definir as ferramentas auxiliares para a construção do método híbrido,** como por exemplo, se for custear um sistema que contenha resíduos sólidos, provavelmente se lançara mão de um *FMEA Ambiental* para a avaliação dos impactos ambientais, por outro lado, se for estudado um produto tem emissões gasosas ou com efluentes líquidos, a ferramenta a ser utilizada é um método ACV. Ou dependendo da complexidade do produto a ser analisado pode-se usar tantas ferramentas ou métodos quanto forem necessários. Importante que para cada ferramenta ou método utilizado deve-se obedecer a metodologia original de aplicação do mesmo - a sessão 6.3.1 é exemplificada a utilização das ferramentas auxiliares.

- E por último e mais importante é **definição da variável temporal** do cálculo do custo do ciclo de vida do produto: se for incluir as fases finais do ciclo de vida no estudo pode-se utilizar ferramentas estatísticas, como a criação de um *Índice de Sinistralidade Ambiental - ISA*, discutido na sessão 6.3.2.

6.2 - Limitações da Proposta de Evidenciação

Para o desenvolvimento dos cenários na próxima sessão será utilizado como base de estudo a adaptação dos centros de custos da Tyco, simulando um ambiente real de processos e custeio no setor de galvanoplastia. O objetivo deste trabalho é a evidenciação dos gastos ambientais no cálculo do custo do ciclo de vida do produto, portanto, não foi realizado o custeio de cada cenário proposto, como também, em virtude do escopo deste trabalho não foi desenvolvido um exemplo de um *Índice de Sinistralidade Ambiental* apenas sendo apresentado uma aplicação para o mesmo.

6.3 - Cenários Possíveis

São propostos três cenários para a apresentação da proposta de evidenciação dos gastos ambientais:

- Cenário simplificado com apenas o Índice Galvânico.
- Cenário simplificado para o Índice de Sinistralidade Ambiental (ISA).
- Cenário com a definição ampla de Ativo e Passivo ambiental.

6.3.1 - Cenário Simplificado para o Índice Galvânico

A galvanoplastia compreende dois centros de custos: a galvanoplastia propriamente dita e a etapa anterior onde são realizados os processos de pré-tratamento das peças para o banho de eletrodeposição de

estanho, cobre, níquel ou ouro. Para o Índice Galvânico é importante a consideração de outros três centros de custos auxiliares (figura 6.1):

- **A Estação de Tratamento de Efluentes:** cuida do lodo galvânico e das soluções saturadas de metais pesados.
- **O Laboratório de Análises:** Relatórios de Ensaio Laboratorial.
- **Gerência do Meio Ambiente:** Coordena todas as atividades ambientais, inclusive a ETE e o Laboratório.

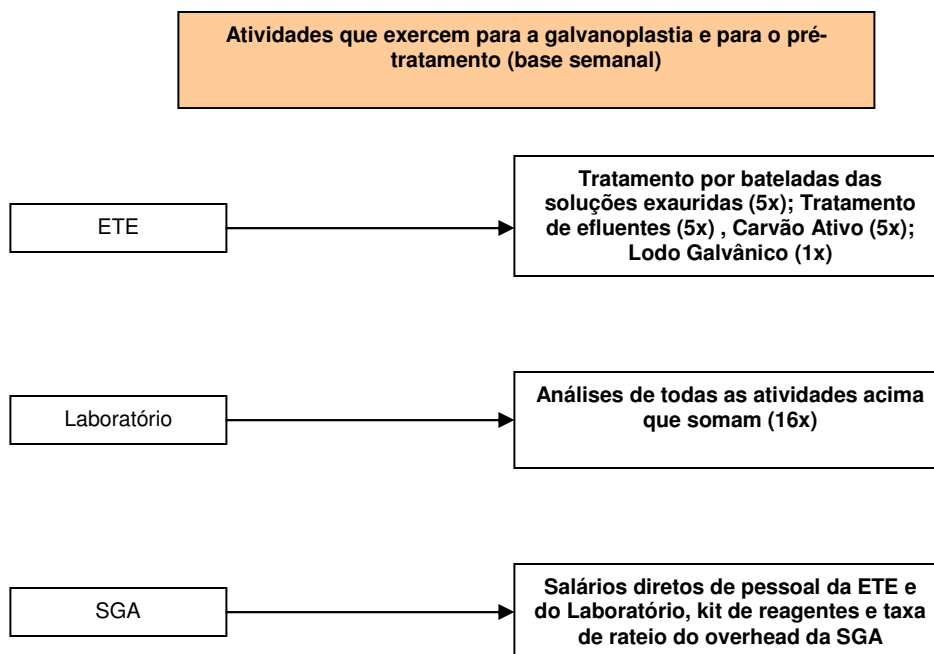


Figura 6.2 - Atividades do Índice Galvânico.

Para o cálculo do Índice Galvânico (IG) há a contribuição dos três centros de custos auxiliares. Nas equações 3, 4 e 5 são evidenciados os gastos ambientais:

Equação 3

Índice ETE = Custo Tratamento por bateladas das soluções exauridas (5x) + Custo Tratamento de efluentes (5x) + Custo Carvão Ativo (5x) + Custo Lodo Galvânico (1x)

Equação 4

Índice LAB = Custo das Análises (16x)

Equação 5

Índice SGA = Custo Salários diretos de pessoal da ETE e do Laboratório + Custo kit de reagentes + Custo % de rateio do overhead da SGA

O índice então é formado: Equação 6.

Equação 6 = IG = Índice ETE + Índice LAB + Índice SGA + AVC Emissões de gases na Galvanoplastia + Absenteísmo nas linhas por motivos médicos.

Para o método CBA a figura 6.3 apresenta o uso do IG como um direcionador de custo:

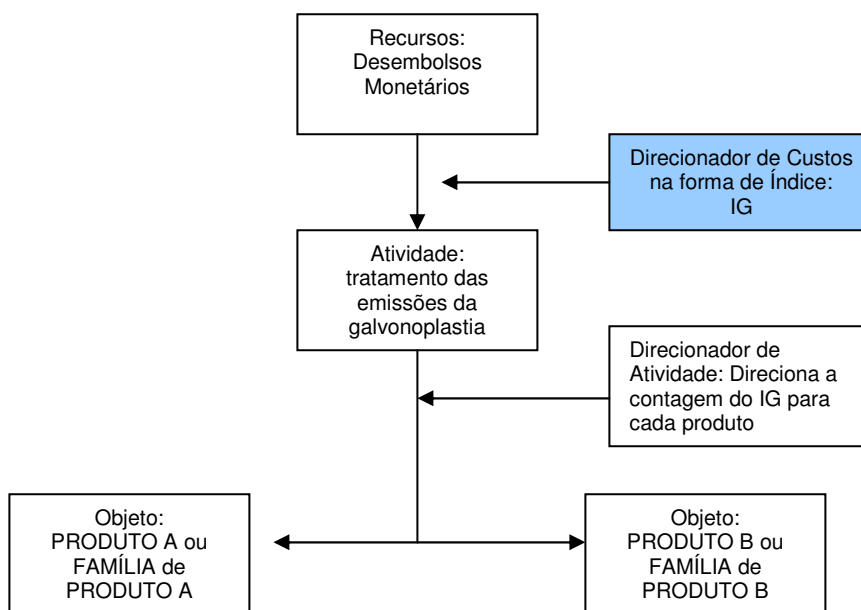


Figura 6.3 - Mecânica do IG.

O Índice IG também é formado por um componente ACV, chamado de AVC Emissões de Gases na Galvanoplastia e outro componente chamado de Absenteísmo nas linhas por motivos médicos. Os motivos para a adoção destes são:

- **ACV Emissões de Gases na Galvanoplastia:** na galvanoplastia são emitidos gases tóxicos que são retirados (filtros e respiradores) da atmosfera local de trabalho. Apesar deste cuidado extremado por parte das empresas que possuem processos de eletrodeposição é necessário um estudo aprofundado do impacto ambiental da emissão dos gases, por este motivo a provisão deste ACV.

A relação do ACV com o Índice Galvânico pode acontecer de duas formas distintas (figura 6.4): **(a)** uma mudança estrutural no processo: com a conclusão da ACV todas as mudanças sugeridas e implementadas são

depreciadas³⁹ no índice ou **(b)** uma mudança de caráter rotineiro: custeia a cada rodada da rotina no direcionador de custos.

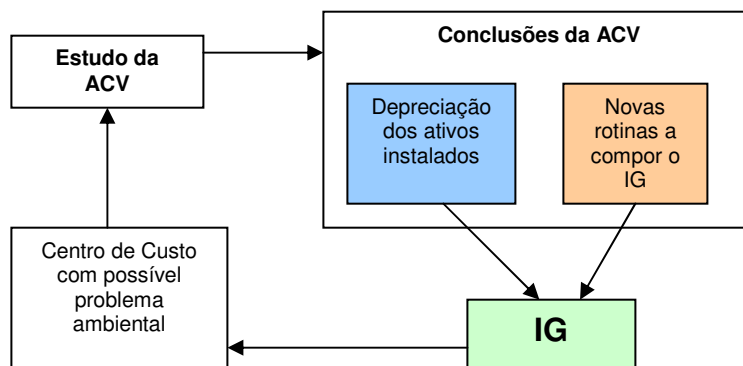


Figura 6.4 - A inter-relação do IG e a ACV.

- **Absenteísmo nas linhas por motivos médicos:** se na linha da galvanoplastia acontecer algum afastamento por motivo de intoxicação (ou por força das emissões da eletrodeposição) este afastamento deve compor o IG.

6.3.2 - Cenário Simplificado para o Índice de Sinistralidade Ambiental (ISA)

Para a exemplificação do uso do Índice de Sinistralidade Ambiental - ISA, uma vez que não foi possível o desenvolvimento neste trabalho de uma aplicação na empresa de estudo, sugere-se trabalhar com uma situação de risco analisada por Dey, Ogunlana e Naksuksakul (2004) e Lawson (2005): ruptura de tubulações por corrosão.

³⁹ Virando um ativo diferido e sendo depreciado em 48 meses segundo a Lei do ICMS-SP ou ao seu uso econômico.

Segundo Dey, Ogunlana e Naksuksakul (2004, p. 170) as causas para a ruptura da tubulação pode ser causada pelos seguintes fatores:

- > Corrosão: interna e externa da tubulação.
- > Influências externas: atividades de terceiros que afetem a tubulação.
- > Defeitos de fabricação e construção: materiais de baixa qualidade e problemas com a construção da tubulação.
- > Erro humano: erros de operadores dos sistemas.
- > Outros: desastres ambientais.

Após a análise dos riscos envolvidos, através da identificação e valoração dos mesmos, determinou-se que para um maior uso econômico das tubulações o risco que tem maior impacto é a corrosão interna dos tubos. Os outros riscos podem ser mitigados sem um maior gasto de energia ou com inspeções periódicas que não podem ser realizadas internamente nas tubulações (DEY, OGUNLANA e NAKSUKSAKUL, 2004, p. 172; LAWSON, 2005, p. 3).

A corrosão interna é causada pelas reações químicas entre o material da tubulação e os fluídos que também caminham pelos tubos, como por exemplo, gás carbônico (CO_2), oxigênio (O_2) e ácido sulfídrico (H_2S). A taxa de corrosão depende dos produtos transportados, do material dos tubos e dos inibidores de corrosão, mas estas taxas são conhecidas para diversas combinações (LAWSON, 2005, p. 5).

Lawson (2005, p, 5) utiliza uma função para a distribuição da probabilidade para a ruptura da tubulação, apresentada na equação 7 abaixo.

$$P(C(t) > \lambda) = 1 - \int_0^{\lambda} \phi(C(t)) dt$$

onde:

λ = fator de corrosão (limite de serviço) ; $C(t)$ = corrosão cumulativa no tempo;

ϕ = distribuição da densidade de probabilidade

Fonte: Lawson (2005. p. 5).

Equação 7 - Algoritmo para o cálculo da densidade de probabilidade de ruptura de um oleoduto segundo Lawson (2005).

Segundo Lawson (2004, p. 5-6), o algoritmo calculará o tempo máximo de utilização do oleoduto até a sua ruptura, que não é a situação desejada, portanto, antes deste ponto devem ser realizadas as manutenções na tubulação ou a sua troca. Importante notar que com o estudo da probabilidade de ocorrência da ruptura um objetivo foi alcançado: melhor uso do fator, no caso o oleoduto, até o ponto máximo de segurança, que o autor denomina de limite de serviço.

O mesmo raciocínio pode ser aplicado para o cálculo de passivos ambientais, pois de posse de um algoritmo que traduza o comportamento de ordenamento de uma variável de controle de um determinado produto ou sistema que inclua o meio ambiente pode-se antever o comportamento dos produtos e, portanto, evitar a ocorrência de impactos ambientais, através da intervenção da organização quando do surgimento do limite de serviço - este raciocínio caracteriza a essência do *Índice de Sinistralidade Ambiental*. Desta forma, consegue-se eliminar uma gama de possíveis externalidades negativas, que no exemplo acima, teria ocasionado o vazamento de óleo no mar.

Um problema que surge é como utilizar o ISA dentro do ABC. Este uso pode ser exemplificado na figura 6.5.

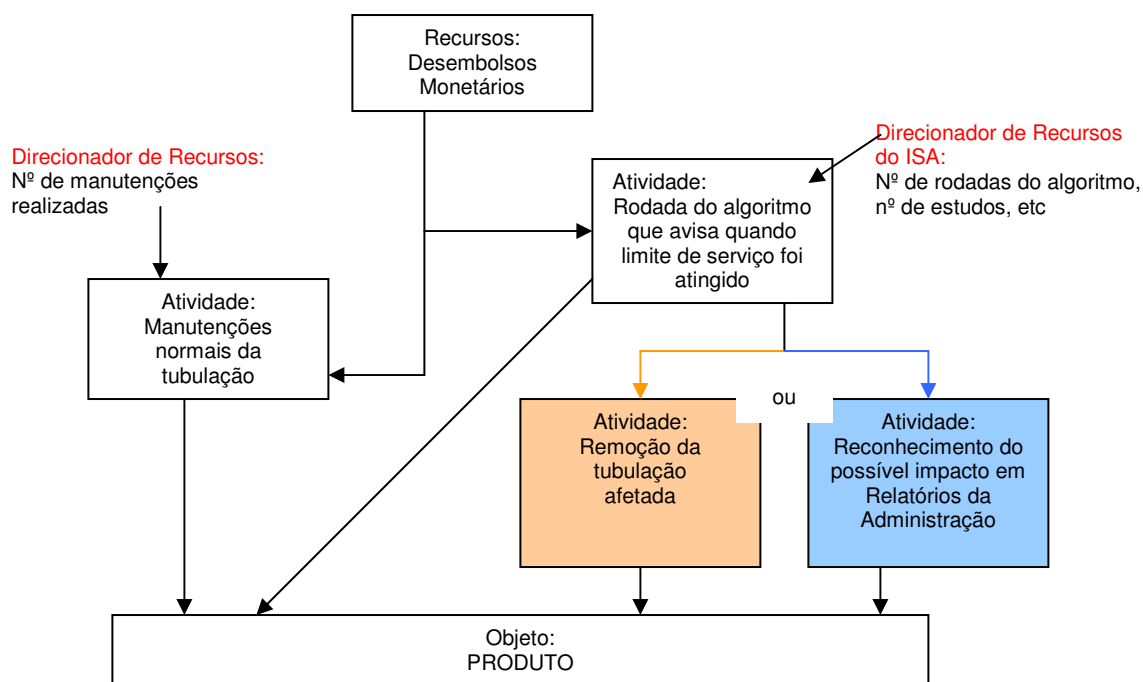


Figura 6.5 - Mecânica do ISA.

O ISA não necessariamente impõe que a organização tome alguma atitude quando do atingimento do limite de serviço, em termos da sua substituição ou reconhecimento de possível passivo nas suas operações, mas no futuro próximo, com a extensão das responsabilidades dos produtores esta mecânica será automática. E o uso de Índices como o ISA serão perfeitamente integrados aos sistemas organizacionais e seus custos de cada rodada custeados normalmente como qualquer outra atividade.

6.3.3 - Cenário completo

Para o cenário completo são necessários sete grupos distintos de centros de custos, que são partes integrantes da estrutura do ABC, descritos abaixo:

- **Centros para os Ativos Fixos Ambientais:** para qualquer entrada de ativo fixo que tenha relação com o meio ambiente, este deverá passar pelo centro do custo dos ativos fixos ambientais e será direcionada a sua depreciação para os produtos segundo a lei vigente, por exemplo, 60 meses para uma máquina ou um sessenta avos por mês. Quem é o responsável pela taxa mensal é o direcionador de custos e quem direciona para cada produto é o direcionador de atividades.
- **Centros para cada processo de transformação que o produto sofra:** para a análise de cada processo interno com indício de impactos ambientais deve ser implementado um índice nos moldes do IG. Para cada particularidade deve ser estudada uma solução. Para os processos devem ser propostas modelagens híbridas para a análise do impacto ambiental, como a utilização das ACVs ou do FMEA Ambiental.
- **Centros para os *eco-custos*:** custos como os que Kumaran *et. al.* (2001) propuseram, ou seja, qualquer gasto que tenha relação direta com aspectos ambientais, sem a necessidade de nenhuma outra vinculação, sendo exatamente por este motivo denominados *eco-custos*, tais como seguros, transportes, mão-de-obra alocada para fins ambientais, auditoria ambiental, etc. A dificuldade pode residir na imprecisa alocação dos custos para

o produto de gastos evidentes como os de um SGA, mas passíveis de rateios.

- **Centro para as externalidades:** para o cálculo das externalidades devem ser utilizados índices como o ISA. A dificuldade se encontra no fato de trabalhar-se com algoritmos para estimar a ocorrência de um eventual passivo ambiental. Mas é uma realidade do uso das ferramentas de análise de risco na indústria de seguros e segurança.
- **Centro de Legislação e Pesquisa e Desenvolvimento:** devido ao fato da transformação que a Empresa Alpha passou para a adequação deve-se abrir um centro de custo só para o acompanhamento da legislação, com direcionadores para acompanhar as todas atividades relativas a este quesito. Depois deve ser custeado também o esforço gasto em pesquisa e desenvolvimento.
- **Logística:** todas as atividades relacionadas com a emissão de resíduos das operações de transportes, enquadramento aos requisitos ambientais para transportes, embalagens intermediárias usadas nos transportes, entre outros.
- **Embalagens:** as embalagens devem ter o mesmo tratamento que os produtos tem pois de uma forma, ou de outra, também contribuem para a emissão de resíduos, haja vista a problemática com as garrafas PET que são embalagens para os refrigerantes citada no apêndice 1.

6.4 - Do método à estratégia da organização

Normalmente métodos como o comentado neste trabalho ficam circunscritos à área produtiva ou de engenharia de produto, produzem seus resultados, muito importantes é preciso reforçar, mas realmente não tem um grande peso nas estruturas estratégicas da organização assim como o CVP na abordagem de marketing tem.

O método ABC através da sua visão bidimensional e por estar ligado aos sistemas legados da contabilidade administração geral (via ERPs) pode e deve ser a ligação para levar as informações de cunho ambiental à esfera estratégica.

6.5 - Considerações Finais

Estes centros citados acima devem ser desmembrados conforme a necessidade do estudo que se deseja, ou a profundidade de cálculo dos custos do ciclo de vida do produto, é a flexibilidade comentada no final do capítulo 4.

Sendo assim, a proposta de evidenciação tem um caráter modular e o desenvolvimento deste futuro método será exatamente pela **integração de índices do tipo IG ou do tipo ISA**.

Outro fator importante é a saída que este futuro método pode realizar integrando-se diretamente aos bancos de dados de um software de gestão, tanto para a coleta de dados - quando da manipulação dos centros de custos para o custeio do produto -, como fornecedor de informação para a tomada de decisão.

7 - CONCLUSÃO

Todos os Sistemas Vivos seguem ciclos: produzir, reciclar, regenerar. Ao contrário, os sistemas da Era Industrial seguem um fluxo linear de extrair, produzir, vender, usar e descartar. As empresas que obedecessem aos princípios da natureza investiriam menos em processos contra sua regeneração. - Peter Senge e Goran Carstedt, 2001.

Em primeiro lugar, é importante registrar que o conceito de Ciclo de Vida do Produto tem pelo menos dois significados para as organizações: um muito conhecido e utilizado, que é a abordagem de marketing, sendo inclusive integrado às estruturas de decisão estratégicas; e um outro significado, que foi utilizado neste presente trabalho, pois considera o rastreamento do produto desde o seu nascimento até a sua morte final, ou seja, o ciclo completo de vida, mesmo nas fases em que o produto já não esteja mais de posse do produtor.

Em virtude de seu amplo aspecto temporal e da extrema dificuldade de rastrear todo o CPV, esta segunda abordagem, tem sido estudada nos últimos 30 anos de forma segmenta. Formaram-se então campos do conhecimento distintos, sendo que, primeiramente, surgiram núcleos de

estudos privilegiando os aspectos ambientais, ou melhor, os impactos ambientais que os produtos inferiam à natureza e à sociedade. Após os anos 90 esta vertente, já de caráter mundial, notabilizou-se pela adoção de uma metodologia comum através dos trabalhos da SETAC, que influenciou vários programas como a normalização da ISO 14000.

Entretanto, pesquisadores, tanto da abordagem ambiental, como outros pertencentes à outras linhas de formulação, apontaram para lacunas que os estudos ambientais - no caso deste trabalho citamos as AVCs - ainda não haviam encontrado soluções, sendo principalmente:

- A inclusão da variável econômica nos estudos de impactos ambientais.
- A tentativa de rastreamento de todo o CPV.
- Tornar os estudos realizados parte da estratégia global das organizações, assim como o CPV na abordagem de marketing é realizado.

Este trabalho, baseado nestas lacunas citadas acima, teve como objetivo apresentar uma contribuição através da exposição de uma metodologia para evidenciar os gastos ambientais, incluindo a discussão das externalidades, de todo o ciclo de vida do produto, levando-se em consideração um dos aspectos econômicos, que foi o custeio do gasto ambiental.

Entretanto, o maior objetivo deste trabalho será sempre a tentativa de expor às organizações o modo de produção da natureza exposto por Senge e Carstedt (2001, p. 125), pois *“as empresas que obedecessem aos princípios da natureza investiriam menos em processos contra sua regeneração”*, o que se tornará uma reivindicação que será crescente no presente século às organizações, como também uma das poucas soluções

ambiental e economicamente eficientes para a eficácia da sobrevivência das indústrias. Ou pelas palavras dos mesmos autores (2001, p. 120) “*a novidade da nova economia é esta: nosso futuro real está em construir empresas sustentáveis e uma realidade econômica que conecte indústria, sociedade e meio ambiente*”.

7.1 - Considerações acerca do Estudo Realizado

Algumas considerações que são estimuladas pela pesquisa desenvolvida neste trabalho:

- A literatura informa que o estudo do Ciclo de Vida do Produto é estratégico, mas apenas uma modelagem teve como escopo o ciclo inteiro - Modelo de Kumaran *et. al.* (2001). A SETAC (2000, apud SILVA P., 2003, p. 74) inclusive salienta que a utilização das ACVs para CVP completo tornaria a análise muito complexa e seu gerenciamento praticamente impossível.
- Apesar da metodologia da Análise do Ciclo de Vida ter mais de trinta anos somente nos anos 90 com a iniciativa da SETAC ganhou forma e musculatura (STEEN, 2005, p. 108). Entretanto, os métodos desenvolvidos ficaram restritos aos estudos de impactos ambientais, notadamente, das emissões de gases e efluentes.
- Alguns críticos da metodologia incentivam a criação de modelagens híbridas com outros métodos e ferramentas, para que possa agregar principalmente a dimensão econômica (HAES *et. al.*, 2004, entre outros já citados no capítulo 2).
- Por outro lado, a metodologia do Custeio do Ciclo de Vida (CCV) não provê a inclusão da dimensão ambiental.

- A solução referenciada por alguns autores e também proposta por este trabalho está em se utilizar um método contábil, o Custeio Baseado em Atividades (ABC) para unir através do direcionamento de atividades, a dimensão ambiental com a dimensão econômica, pois foram estas as modelagens que obtiveram os melhores resultados e balizaram a adoção do método contábil como base para a evidenciação dos gastos ambientais.

Entretanto, duas lacunas ainda não haviam sido ultrapassadas pelas modelagens estudadas: a questão das externalidades e a problemática da construção de modelos rígidos. Estas duas constatações estavam no principal objetivo para o estudo deste trabalho, como também a constatação de que, apesar das questões ambientais terem alcançado o patamar de variável estratégica os métodos desenvolvidos ainda não são formatados para o encontro com a estratégia das organizações.

7.2 - Considerações acerca da Modelagem Proposta

Em virtude dos aspectos observados na sessão acima este trabalho procurou trazer para discussão três aspectos novos:

- Estudo de todo o ciclo de vida do produto devido a extensão das responsabilidades da indústria para as fases finais do ciclo de vida.
- Introdução da Análise de Risco para as estimativas dos passivos ambientais, como efeito direto das externalidades negativas.

- A possibilidade de inclusão às estratégias das organizações.

De forma que se evidenciaram os gastos ambientais no Ciclo de Vida do Produto, cumprindo o objetivo inicial de trabalho, através da utilização construção de uma modelagem híbrida constituída de três pilares:

- A base do modelo baseia-se da utilização do Método ABC através do custeio dos objetos rastreando-se ao longo de todo o CVP as diversas atividades de cunho ambiental, as quais são direcionadas pelos direcionadores de atividades e de recursos.
- Para o estudo dos impactos ambientais que ocorram durante o CPV, utilizando-se das AVCs ou de outras ferramentas ligadas a Índices com o IG que podem rastrear um determinado processo produtivo e custear todos os gastos ambientais deste.
- E por último para as questões ligadas às externalidades negativas que podem ser evidenciadas pela proposta deste trabalho através dos Índices de Sinistralidade Ambiental suportados pelo ABC. Os ISA nascem do Gerenciamento Ambiental e da formulação de algoritmos que possam acompanhar o comportamento de um determinado evento que possa ter impactos ambientais.

Enfim, a construção de uma modelagem híbrida com a contribuição do Método Contábil ABC, das ACVs e CCVs e de gerenciamento de riscos. Toda esta construção para rastrear todo o CVP.

7.3 - Sugestão para Trabalhos Futuros

Para a economia de mercado funcionar bem, são necessárias leis e regulamentos - para garantir uma competição justa, proteger o ambiente, assegurar que os consumidores e os investidores não sejam trapaceados. - Joseph E. Stiglitz (2003, p. 114)

A proposta de modelagem levou a um modelo conceitual que necessita de desenvolvimentos futuros para o incremento de mais índices, sejam do tipo ISA ou do tipo IG, como também o teste de sua validação para uma organização real (figura 7.1). Após esta primeira esta de validação sugere-se a sua revisão para a montagem de um modelo aplicável.

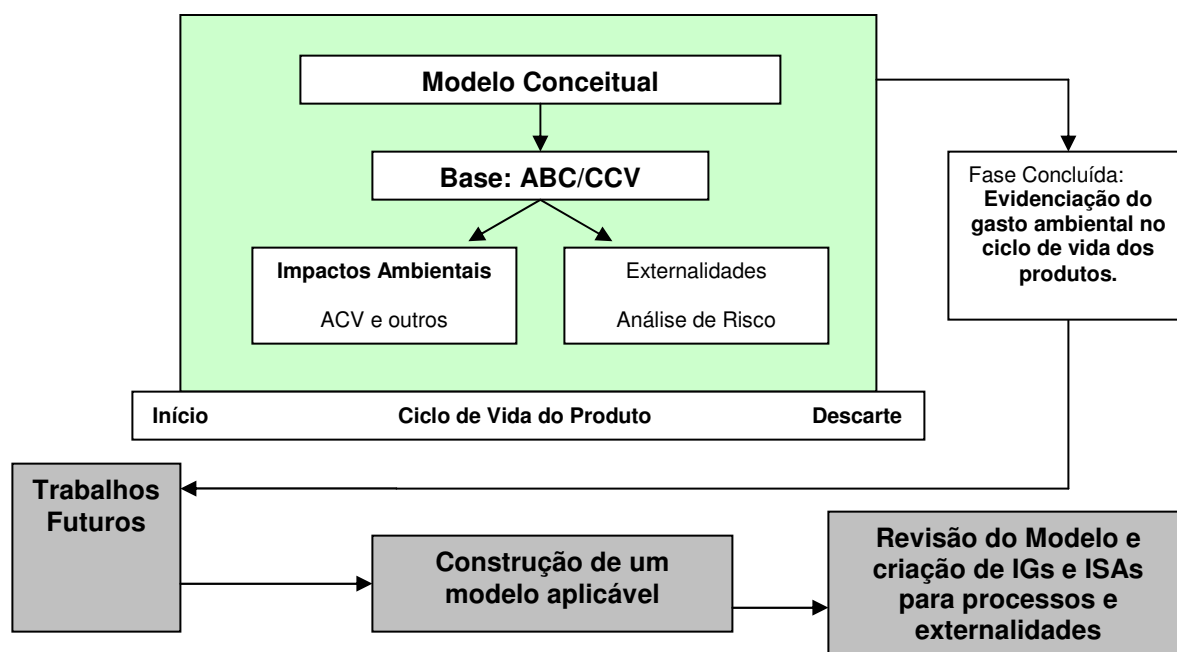


Figura 7.1 - Trabalhos Futuros

Em uma segunda rodada, os projetos de desenvolvimento poderiam contemplar os seguintes fatores:

- Preparação de software do Modelo.
- Aliar a Legislação referente ao assunto, tanto a ambiental como a tributária-fiscal.
- Desenvolver ferramentas para sustentabilidade e responsabilidade das organizações.

7.4 - Considerações sobre os reflexos do estudo realizado

É engano pensar que o homem tenha conquistado a Terra. Somos a espécie dominante simplesmente porque eliminamos grande parte da biosfera. E, ao fazermos isso, geramos condições pouco promissoras para a nossa sobrevivência. O poder que temos sobre o meio ambiente não nos dá controle sobre ele. - Jonh Gray, 2005

Caminhando um pouco mais além da sugestão de trabalhos futuros este trabalho pôde resvalar em alguns temas que merecem um segundo destaque nesta última sessão:

- A legislação da Comunidade Européia para os produtos e componentes eletrônicos deve ter reflexos para a indústria brasileira que exporta para os países da comunidade, pois toda a exigência de enquadramento às normas deverá passar para

os exportadores também inclusive com a emissão de certificados pela própria CE, o que em uma análise preliminar só aumentará os custos e as dificuldades de exportação. Será a criação das barreiras “*fitossanitárias*” para os eletrônicos.

- A evolução das modelagens híbridas só terá um limite pela criatividade humana. Pesquisadores como Leeuw (2005, p. 8) citam:

A demanda por informações que levem em consideração e reconheça que tudo está ligado, desde do berço ao túmulo dos produtos, desde o consumo de água até a geração de resíduos, refletem os trade-offs entre os aspectos ambientais, econômicos e sócias e estes estão crescendo.

E limite parece ser:

A combinação de dois mundos - o técnico consistindo das AVCs [e outros como o CCVs] com o mundo mais leve do comportamento do consumo - tem tudo para oferecer ferramental para o consumo sustentável.

- A idéia para os que vão pensar o futuro das ferramentas e métodos é justamente aliar a técnica com o comportamento de consumo de maneira que se encontre um novo patamar de consumo e produção sustentável. É a quebra do atual paradigma de consumo.
- Terceiro, as legislações nacionais cada vez mais obrigaram os produtores a se responsabilizarem por seus produtos nas fases finais do CVP. As organizações, não apenas as eletrônicas, devem se preparar para este novo contexto operacional-legal.

- Quarto é último, as questões de ordem ambiental já são parte das variáveis que devem ter caráter estratégico. Modelos como os apresentados neste trabalho devem ser formatados de forma a integrar aos sistemas legados das organizações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOULNAGA, I. A. (1998). *Integrating Quality and Environmental Management as Competitive Business Strategy for 21st Century*. Environmental Management and Health. EUA: MCM Press, v. 9, n. 2, p. 65-71.

AGBEJULE, A.; FERNANDEZ, M.; d'ESPINEY, S. (2004). Approaches to environmental value analysis of products, processes, and services. *Management of Environmental Quality*. Inglaterra: Emerald Group Publishing Limited, v. 15, n. 2.

ANEES, J. (2005). *Manufatura Ambientalmente Consciente*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC.

ARAUJO, A. O. (1995). Custos: um instrumento de apoio à decisão. IV Congresso Internacional de custos. Universidade estadual de Campinas de 16 a 20 de outubro de 1995. Disponível em: <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=39>. Visitado em 20 de julho de 2004.

ARMSTRONG, P. (2002). The costs of Activity-based Management. *Account, Organizations and Society*. Inglaterra: Elsevier Pergamon, v. 27, p. 99-120.

BANAS QUALIDADE (2006). As empresas certificadas pela ISO 14001. Disponível em <http://banasqualidade.com.br>. Visitado em 09/01/2006.

BERGAMINI, S. Jr. (2000). Avaliação Contábil do Risco Ambiental. *Revista do BNDES*. Rio de Janeiro: BNDES, v. 7, n. 14, p. 301-28, dez.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. (2002). Operations management research methodologies using quantitative modeling. *International Journal of operations & Production Management* - Special Issue on Research Methodology in Operations Management - Christer Karlsson (Cod.). Inglaterra: Emerald, v. 22, n. 2, p. 241-264.

BLEEKER, R. (2002). Key features of Activity-based budgeting. *IEEE Engineering Management Review*. EUA: IEEE Press, first quarter, p. 63-75.

BNDES, CNI, SEBRAE (1998). *Pesquisa Gestão Ambiental na Indústria Brasileira*. Rio de Janeiro: CNI.

BNDES, CNI, SEBRAE (2001). *Relatório da Competitividade da Indústria Brasileira*. Rio de Janeiro: CNI.

BOULDING, K. E. (1956). *General System Theory - The Skeleton of Science*. *Management Science*, n. 2, p. 197-208.

BOVESPA (2005). Mercado Novo. Disponível em www.bovespa.com.br/pdf/RegulamentoNMercado.pdf. Visitado em 3 de janeiro de 2006.

BRIMSON, J. A. (1996). *Contabilidade por atividades: uma abordagem de custeio baseado em atividades*. São Paulo: Editora Atlas.

BROEK, R. V.; TREFFERS, D.; MEEUSEN, A. W.; NIELAAR, E.; TURKENBURG, W. (2002). Green Energy or Organic Food? A Life-cycle assessment comparing two uses of set-side land. *Journal of Industrial Ecology*. EUA: MIT Press, v. 5, n. 3, p. 65-87.

BURRITT, R.; SCHALTEGGER, S. (2001). Eco-efficiency in Corporate budgeting. *Environmental Management and Health*. EUA: MCB University Press, v. 12, n. 2, p. 158-174.

CALDERONI, S. (2004). Economia Ambiental. In: Philippi, A. Jr.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. (Orgs.). *Curso de Gestão Ambiental*. Barueri: Editora Manole: Coleção ambiental - Selos FSP/USP e NISAM/USP. Cap. 16, p. 571-616.

CETESB. (2003). *Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos - P4.261*. São Paulo: CETESB - Governo do Estado de São Paulo.

CHEHEBE, J. R. B. (2002). *Análise do Ciclo de Vida de Produtos: Ferramenta Gerencial da ISO 14000*. Rio de Janeiro: Qualymark Editora.

CHING, H. Y. (1995). *Gestão baseada em custeio por atividades*. São Paulo: Editora Atlas.

CNI (2002). Relatório Indústria Sustentável no Brasil. In: Indústria Sustentável no Brasil. Brasília: Confederação Nacional das Indústrias. (CD).

COGAN, S. (1994). *Activity-based costing (ABC): a poderosa estratégia empresarial*. São Paulo: Editora Pioneira.

_____. (1998). *Modelos de ABC/ABM: Inclui Modelos Resolvidos e Metodologia de Reconciliação da Dados para o ABC/ABM*. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora.

_____. (1999). *Custos e Preços: Formação e Análise*. São Paulo: Editora Pioneira.

COKINS, G. (2001). *Activity-based Cost Management*. EUA: John Wiley & Sons - Selo: Wiley Cost Management.

COLACIOPPO, S. (2004). *Controle do Ambiente de Trabalho: Riscos Químicos e Saúde do Trabalhador*. In: PHILIPPI, A. Jr.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. (Orgs.). *Curso de Gestão Ambiental*. Barueri: Editora Manole - Série USP-Nisam. Cap. 7, p. 257-300.

COOPER, T. (2005). Slower Consumption: Reflections on Product Life Spans and the Throwaway Society. *Journal of Industrial Ecology*. EUA: MIT Press, v. 9, n. 1-2, p. 51-67.

CORREIA, K. S. A.; ALMEIDA, D. A. (2004). Aplicação da técnica de mapeamento de fluxo de processo no diagnóstico do fluxo de informações da cadeia cliente-fornecedor. Disponível em www.efei.com.br. Visitado em 25 de abril de 2005.

COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. (2002). Operations management research methodologies using quantitative modeling. *International Journal of operations & Production Management – Special Issue on Research Methodology in Operations Management - Christer Karlsson (Cod.)*. Inglaterra: Emerald, v. 22, n. 2, p. 220-239.

COYA, B.; MARANÓN, E.; SASTRE, H. (2000). Ecotoxicity assessment of slag generated in the process of recycling lead from waste batteries. *Resources Conservation & Recycling*. Inglaterra: Elsevier Science B. V., v. 29, p. 291-300.

CROOM (2002). On planning the research. *International Journal of operations & Production Management - Special Issue on Research Methodology in Operations Management - Christer Karlsson (Cod.)*. Inglaterra: Emerald, v. 22, n. 2, p. 148-151.

CURRIE, W. L. (1999). Revisiting management innovation and change programmes: Strategic vision or tunnel vision? *The International Journal of Management Science*. Omega, n. 27, p. 647-60.

Da SILVA, B. A. (2000). *Contabilidade e Meio Ambiental: Considerações teóricas e proposta de aplicação ao controle de gastos ambientais*. 219 p. Dissertação de Mestrado. São Paulo: PUC-SP - Contabilidade.

DALGLEISH, F.; COPPER, B. J. (2005). Risk management: developing a framework for a water authority. *Management of Environmental Quality: An International Journal*. Inglaterra: Emerald Publishing, v. 16, n. 3, p. 235-49.

DeMENDONÇA, M.; BAXTER, T. E. (2001). Design for the environment (DFE): An approach to achieve the ISO 14000 international standardization. *Environmental Management and Health*. EUA: MCB University Press, v. 12, n. 1, p. 51-56.

DEY, P. K.; OGUNLANA, S. O.; NAKSUKSAKUL, S. (2004). Risk-based maintenance model for offshore oil and gas pipelines: a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Inglaterra: Emerald, v. 10, n. 3, p. 169-83.

DIAS FILHO, J. M. (2002). *A Relação entre o Custeio do Ciclo de Vida do Produto e a obtenção de vantagem competitiva sustentável: Uma abordagem da gestão estratégica de custos*. São Paulo: FEA-USP - CD n. 130.

DITTENHOFER, M. (1995), Environmental accounting and auditing. *Managerial Auditing Journal*. EUA: MCB University Press, v. 10, n. 8, p. 40-51.

DRIEDGER, R. J. (2002). From Cradle to Grave: Extended Producer Responsibility for Household Hazardous Wastes in British Columbia. *Journal of Industrial Ecology*. EUA: MIT Press, v. 5, n. 2, p. 89-102.

DRUCKER, P. (1990). The emerging theory of manufacturing. *Harvard Business Review*. EUA: Harvard Press, v. , mai-jun.

EMBLEMSVAG, J.; BRAS, B. (1999). Integrating Economic and Environment Performance Measurements Using Activity-based LCA. *6th International Seminar on Life Cycle Engineering* - Kingston, Canada. Disponível em: www.emblemsvag.com/downloads.htm , visitado em 20 de julho de 2004.

_____. BRAS, B. (2001). *Activity-based Cost and Environmental Management*. EUA: Kluwer Academic Publishers.

_____. (2001). Activity-based life-cycle costing. *Managerial Auditing Journal*. EUA: MCB University Press, v. 16, n. 1, p. 17-27.

FABRYCKY, W. J.; BLANCHARD, B. S. (1991). *Life-Cycle Cost and Economic Analysis*. New Jersey: Prentice Hall

FELICIANO, W. C. (2005). *O uso da análise de riscos como ferramenta de gestão ambiental*. Disponível em www.crq4.org.br. Visitado em 08 de janeiro de 2006.

FERREIRA, A. C. S. (2003). *Contabilidade Ambiental*. São Paulo: Editora Atlas.

FIRJAN (2002). *Súmula Ambiental*. Rio de Janeiro: FIRJAN, jun. Disponível em: www.firjan.org.br. Visitado em 1º de setembro de 2004.

FLORIDA, R.; DAVIDSON, D. (2001). Gaining from Green Management: Environmental Management Systems inside and outside the Factory. *California Management Review*. EUA, v. 43, n. 3, spring.

FOLHA ONLINE INFORMÁTICA (2002). Custo ambiental da fabricação de chips é muito alto, diz estudo. Disponível em www1.folha.uol.com.br/folha/informatica/ult124u11508.shtml. Visitado em 20 de agosto de 2004.

FROSSARD, A. C. P. (2003). *Uma contribuição ao estudo dos métodos de custeio tradicionais e do método de custeio baseado em atividades (ABC) quanto à sua aplicação numa empresa pesqueira cearense para fins de evidenciação de resultado*. 220 p. Dissertação (Mestrado). São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade.

GEFFEN, C. A.; ROTHENBERG, S. (2000). Suppliers and Environmental Innovation: The automotive paint process. *International Journal of Operations & Production Management*. EUA: MCB University Press, v. 20, n. 2, p. 166-86.

GHOBIAN, A.; VINEY, H.; JAMES, P.; LIU, J. (1995). *The influence of environmental issues in strategic analysis and choice: a review of environmental strategy among top UK corporations*. Management decision. EUA: MCB University Press, v. 33. n. 10, p. 46-58.

GOLDBERG (2005). Os ganhos saídos do lixo. *Conjuntura Econômica*. Rio de Janeiro, v. 59, n. 9, p. 30-39, set.

GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L. D. (2003). *Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento*. São Paulo: Editora USP - EDUSP.

GÓRALCZYK, M.; KULCZYCKA, J. (2005). LCC application in the Polish mining industry. *Management of Environmental Quality: An International Journal*. Inglaterra: Emerald Publishing, v. 16, n. 2, p. 119-29.

GRAY, J. (2005). *Cachorros de Palha*. Rio de Janeiro: Editora Record.

GREENPEACE (2002). *Relatório de crimes ambientais corporativos no Brasil*. Rio de Janeiro: Greenpeace, jul. Disponível em http://www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/corporate_crimes/port.pdf. Visitado em 20 de dezembro de 2005.

GUERRINI, F. M. (2002). *Planejar e redigir textos científicos em Engenharia de Produção*. São Carlos: Gráfica da Escola de Engenharia de São Carlos - USP. Código 03096.

GUNASEKARAN, A. (1999). A framework for the design and audit of an activity-based costing system. *Managerial Auditing Journal*. EUA: MCB University Press, v. 14, n. 3, p. 118-126.

GUPTA, M. C. (1995), Environmental management and its impact on the operations function. *International Journal of Operations & Production Management*. EUA: MCB University Press, v. 15, n. 8, p. 34-51.

_____. ; GALLOWAY (2003). Activity-based Costing/management and its implications for operations management. Technovation. Elsevier: Pergamon, v. 23, p. 131-8.

HAES, H. A. U.; HEIJUNGS, R.; SUH, S.; HUPPES, G. (2004). Three Strategies to Overcome the Limitations of Life-cycle Assessment. *Journal of Industrial Ecology*. EUA: MIT Press, v. 8, n. 3, p. 19-32.

HANNA, M. D.; NEWMAN, W. R. (1995). Operations and Environment: an expand focus for TQM. *International Journal of Quality & Reliability Management*. EUA: MCB University Press, v. 12, n. 5, p. 38-53.

HANSEN, D. R.; MOWEN, M. M. (2001). *Gestão de Custos: Contabilidade e Controle*. São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning.

HRISTEV, I. (2005). RoHS and WEEE - The new European Directives: Do they work and why (or not why)? Current application and development in the EU and USA. Ed. Dezembro. Disponível em www.environmental-expert.com/Files/21660/articles/PublishCopyofPapelllyanaHristev.doc.

Visitado em 08 de janeiro de 2006.

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, L. H. (2002). *Capitalismo Natural: Criando a Próxima Revolução Industrial*. 3ª ed. São Paulo: Cultrix - Amanakey.

HEIJUNGS, R.; SUH, S. (2006). Reformulation of matrix-based LCI: from product balance to process balance. *Journal of Cleaner Production*. Science Direct, v. 14, p. 47-51.

HERTWICH, E. (2005). Consumption and Industrial Ecology. *Journal of Industrial Ecology*. EUA: MIT Press, v. 9, n. 1-1, p. 1-6.

HOFFMANN, H. (2002). Tudo o que existe sob o Sol e mais além. *Política Externa*. São Paulo: Editora Paz e Terra (Selo USP-Gacint e IEEL), v. 11, n. 1, 97-109, jun.,jul, ago.

HOMBURG, C. (2001). A note on optimal cost driver selection in ABC. *Management Accounting Research*. Academic Press, v. 12, p. 197-205.

HORNGREN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, S. M. (2000). *Contabilidade de Custos*. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC Editora.

IUDICIBUS, S. (1996). A Gestão Estratégica de Custos e sua Interface com a Contabilidade Gerencial e a Teoria da Contabilidade: uma análise sucinta. *Revista Brasileira de Contabilidade*. São Paulo: n. 100, p. 30-1, jul-ago.

JOFRE, S.; MARIOCA, T. (2005). Waste management of electric and electronic equipment: comparative analysis of end-of-life strategies. *Journal of Material Cycles Waste Management*. Spring-Verlag, v. 7, p. 24-32.

JOHNSON, H. T.; KAPLAN, R. S. (1987). *Relevance Lost*. EUA. Harvard Business School Press. Traduzido por PAMPLONA, E. O. Disponível em www.iem.efei.br/Edson/download.htm#Cus. Visitado em 17 de abril de 2005.

KAPLAN, R. S.; ATKINSON, A. A.; BANKER, R. D.; YOUNG, S. M. (2000). *Contabilidade Gerencial*. São Paulo: Editora Atlas.

KEMP, R. (1993). *An Economic Analysis of Cleaner Technology: Theory and Evidence*. In: SCHOT, J.; FISCHER, K. (Org.). *Environmental Strategies for Industry: International Perspectives on Research Needs and Policy Implications*. EUA: Island Press. Cap 3, p. 79 –113.

KOTLER, P. (1998). *Administração de Marketing: Análise, Planejamento, Implementação e Controle*. 5ª ed. São Paulo: Editora Atlas

_____.; ARMSTRONG, G. (1998). *Princípios de Marketing*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Editora Prentice Hall do Brasil.

KRAEMER, T. H. (2002). *Modelo Econômico de Controle de Avaliação de Impactos ambientais*. 191 p. Tese (Doutorado). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Engenharia de Produção.

KRUGLIANSKAS, I.; SANTO, A. E. (1998). *Avaliação ambiental do ciclo de vida do produto: uma abordagem a ser desenvolvida*. III SEMEAD de 21 a 23 de outubro de 1998. Anais (CD).

KUMARAN, D. S.; ONG, S. K.; TAN, R. B. H.; NEE, A. Y. C. (2001). *Environmental Life Cycle Cost Analysis of Products*. *Environmental Management and Health*. EUA: MCB University Press, v. 12, n. 3.

KUHN (2003). *A Estrutura das Revoluções Científicas*. 8ª ed. São Paulo: Editora Perspectiva.

LABODOVÁ, A. (2004). Implementing integrated management systems using a risk analysis based approach. *Journal of Cleaner Production*. Inglaterra: Elsevier, n. 12. p. 571-80.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. (1991). *Fundamentos da Metodologia Científica*. São Paulo: Editora Atlas.

LAWSON, K. (2005). Pipeline corrosion risk analysis - an assessment of deterministic and probabilistic methods. *Anti-corrosion Methods and Materials*. Inglaterra: Emerald, v. 52, n. 1, p. 3-10.

LEE, T.; KAO, J. (2001). Application of simulation technique to activity-based costing of agricultural systems: a case study. *Agricultural Systems*. Inglaterra: Elsevier Science Ltd., v. 67, p. 71-82.

LEEUW, B. (2005). The World Behind the Product. *Journal of Industrial Ecology*. EUA: MIT Press, v.9, n. 1-2, p. 7-10.

LIMA, D. V.; VIEGAS, W. (2002). Tratamento Contábil e Evidenciação das Externalidades Ecológicas. *Revista Contabilidade & Finanças*. São Paulo: USP, n. 30, p. 46-53, set-dez.

LIN, B.; JONES, C. A.; HSIEH, C. (2001). Environmental practices and assessment: a process perspective. *Industrial Management & Data Systems*. EUA: MCB University Press, v. 101, n. 2, p. 71-9.

LUSTOSA, M. C. J. (2003). *Industrialização, Meio ambiente, Inovação e Competitividade*. In: MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. *Economia do Meio Ambiente: Teoria e prática*. Rio de Janeiro: Editora Campus, Cap. 6, p.155-72.

MACCARRONE, P. (1998). Activity-based management and the product development process. *European Journal of Innovation Management*. V. 1, n. 3, p. 148-156.

MACHADO, C. M. (2003). *Contabilidade Ambiental: O papel da contabilidade na evidenciação de investimentos, custos e passivos ambientais*. In: Prêmio Ethos Valor, 2ª Edição: Responsabilidade Social das Empresas. São Paulo: Editora Peirópolis, v. 2, p. 273 - 311.

MACIEL, M. (2006). *Além da soberania nacional*. Correio Brasiliense. Página 25. Brasília, 2 de fevereiro de 2006.

MADUREIRA, O. (2002). *Planejamento e Desenvolvimento de Produtos. Apostila do Curso de Gestão de Projetos - CEAI*. São Paulo: Fundação Carlos Alberto Vanzolini.

MAHER, M. (2001). *Contabilidade de Custos: Criando Valor para a Administração*. São Paulo: Editora Atlas.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. (2002). *O desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: Os requisitos ambientais dos produtos industriais*. São Paulo: EDUSP - Editora da Universidade de São Paulo.

MARSMANN, M. (2000). The ISO 14040 Family. *International Journal of Life Cycle Assessment*. Alemanha: Ecomed Publishers, v. 5, n. 6, p. 317-8. Editorial.

MARTINS, E.; DeLUCA, M. M. M. (1994). Ecologia Via Contabilidade. *Revista Brasileira de Contabilidade*. Ano XXIII, n. 86, p. 22-9, mar.

_____. (2000). *Contabilidade de Custos*. 8 ed. São Paulo: Editora Atlas.

MARTINS, O. S. (1999). *Análise de Ciclos de Vida como contribuição à gestão ambiental de processos produtivos e empreendimentos energéticos*.

Dissertação (Mestrado), 155 p. São Paulo: Universidade de São Paulo - Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia .

MARTINS, P. R. (2004). *Por uma política ecoindustrial*. In: *O Desafio da Sustentabilidade: Um debate socioambiental no Brasil*. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, p. 97-131.

McKENNA, R. (1999). *Estratégia de Marketing em tempos de crise*. Rio de Janeiro: Campus - Selo Publifolha.

MILLET, D.; BISTAGNINO, L.; LANZAVECCHIA, C.; CAMOUS, R.; POLDMA, T. (2005). Does the potential of use of LCA match the design team needs? *Journal of Cleaner Production*. Inglaterra: Elsevier, article in press. Disponível em: www.sciencedirect.com. Visitado em 10 de janeiro de 2006.

MOURA, L. A. (2003). *Economia Ambiental: Gestão de Custos e Investimentos*. 2 ed. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira.

NAKAGAWA, M. (2000). *Gestão Estratégica de Custos: Conceitos, Sistemas e Implementação - JIT/TQC*. São Paulo: Editora Atlas.

NAKANO, D. N.; FLEURY, A. C. C. (1996). *Métodos de Pesquisa na Engenharia de Produção*. Texto distribuído pelo Prof. Fleury no curso de Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção - 3º quadrimestre. São Paulo: EPUSP.

NORRIS, G. A. (2001). *Integrating Economic analysis into LCA*. Sylvatica - Harvard University. Disponível em www.lca-net.com/files/integratingeconomic.pdf , visitado em 01 de setembro de 2004.

O'BRIEN, C. (2002). Global Manufacturing and the sustainable Economy. *International Journal of Production Research*. Inglaterra, v.40, n.15, p.3867-3877.

OLIVEIRA, J. O.; MELHADO, S. B. (2004). *Nova Norma ISO 9000 versão 2000*. In: OLIVEIRA, J. O. (Org.). *Gestão da qualidade: tópicos avançados*. São Paulo: Thomson.

ÖZBAYRAK, M.; AKGÜN, M.; TÜRKER, A. K. (2003). Activity-based cost estimation in a push/pull advanced manufacturing system. *International Journal of Production Economics*. Inglaterra: Elsevier Science, p. 1-17.

PAIVA, P. R. (2003). *Contabilidade Ambiental: Evidenciação dos Gastos Ambientais com Transparência e Focada na Prevenção*. São Paulo: Editora Atlas.

PAMPLONA, E. O. (1996a). A obtenção de direcionadores de custos adequados: o ponto crucial do custeio em atividades. *Revista Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico*. São Paulo: v. 20, n. 1-2, jul.

_____. (1996b). *As armadilhas do sistema de custos ABC*. 16º ENEGEP. Piracicaba: outubro. Disponível em: www.efei.br.edson/download/Artarmadil.pdf. Visitado em 12 de janeiro de 2006.

_____. (1997). *Contribuição para a análise crítica ao sistema de custos ABC através da avaliação de direcionadores de custos*. Tese (Doutorado). 161 p. Fundação Getúlio Vargas - EAESP.

PARLAMENTO EUROPEU (2000). *Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the council of 18 September 2000 on end-of-life vehicles*.

Disponível em www.tycoelectronics.com. Visitado em 28 de dezembro de 2005.

PARLAMENTO EUROPEU. (2003). Directiva 2002/95/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de janeiro de 2003 relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos eléctricos e electrónicos. Disponível em www.tycoelectronics.com. Visitada em 28 de dezembro de 2005.

PELICIONI, A. F. (2004). *Trajetória do Movimento Ambientalista*. In: Philippi, A. Jr.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. (Orgs.). *Curso de Gestão Ambiental*. Barueri: Editora Manole: Coleção ambiental - Selos FSP/USP e NISAM/USP.

POLIDO, W. (2005). *Seguros para Riscos Ambientais*. São Paulo: Revistas dos Tribunais.

POPER, K. (1980). *The logic of Scientific Discovery*. Inglaterra: Hutchinson.

REBITZER, G.; SEURING, S. (2003). Methodology and Application of Life Cycle Costing. *International Journal of Life-Cycle Assessment*. Alemanha: Ecomed Publishers, v. 8, n. 2, p. 110-1. Editorial.

RIBEIRO, M. S. (1998a). *Custeio das atividades de natureza ambiental*. Tese (Doutorado). 241 p. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade - FEA, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____. (1998b). O Custeio por Atividades aplicado ao tratamento contábil dos gastos de natureza ambiental. *FIPECAFI - Cadernos de Estudos*. São Paulo: FIPECAFI, v. 10, n. 19, p. 82-91.

_____. (1998c). Tratamento contábil dos gastos de natureza ambiental pelo custeio por atividades. *Revista de Contabilidade do CRC*. São Paulo: CRC, n. 7, p. 26-31, mar.

RIPAMONTI, A.; OLIVEIRA, E. F.; SILVA, P. R.; MARTINS, E. (2001) *Avaliação de empresas em condição de risco*. In: Martins, E. (Org.) *Avaliação de empresas: Da mensuração contábil à econômica*. São Paulo: Editora Atlas, cap. 6, p. 309-35.

ROBLES, A. J. (1992). *Contribuição ao Estudo da Gestão e Mensuração de Custos da Qualidade, no contexto da Gestão Estratégica de Custos*. 246 p. Tese de Doutorado. Faculdade de economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo.

_____. BONELLI, V. V. (2001). Apuração dos Custos da Qualidade e dos Custos ambientais através da Contabilidade baseada por atividades. 25º Encontro da Associação Nacional dos Programas de Pós-graduação em Administração. Campinas: Anais da ANPAD 2001 (CD).

_____. (2003). *Custos da Qualidade: Aspectos Econômicos da Gestão da qualidade e da Gestão Ambiental*. São Paulo: Editora Atlas.

SAKURAI, M. (1997). *Gerenciamento Integrado de Custos*. São Paulo: Editora Atlas.

SENGE, P.; CARSTEDT, G. (2001). Rumo à próxima Revolução Industrial. *HSM Management*. Barueri: HSM do Brasil, n. 27, jul-ago, p. 120-8.

SILVA, C. S. (1991). *Determinação de cromo hexavalente no meio ambiente de trabalho de galvanoplastia e em fluido de trabalhadores*. 121 p.

Dissertação (Mestrado). São Paulo: Universidade de São Paulo - Instituto de Química - concentração em química analítica ambiental.

SILVA, P. R. S. (2003). Avaliação de Impactos e Custos Ambientais em Processos Industriais: uma abordagem metodológica. 220 p. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Programa de Engenharia de Produção e Transportes - concentração em qualidade.

SLACK, N; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. (1999). *Administração da Produção*. São Paulo: Editora Atlas - Edição Compacta.

SLYWOTZKY, A. (2004). Exploring the strategic risk frontier. *Strategy & Leadership*. Inglaterra: Emerald Publishing, v. 32, n. 6, p. 11-9.

SOHAL, A. S.; CHUNG, W. W. C. (1998); Activity based costing in Manufacturing: two cases studies on implementation. *Integrated Manufacturing Systems*. EUA: MCB University Press, v. 9, n. 3, p. 137-47.

SOUZA, A. P. (2004). *Os bancos e as questões ambientais*. Gazeta Mercantil. Caderno Legal e Jurisprudência, p.1. sexta-feira 8, e fim de semana 9 e 10 de outubro. N. 965.

SOUZA, R. (2002). A gestão dos custos através do custeio baseado em atividades (ABC): um estudo de caso em pequena empresa de serviços de suporte em informática. 121 p. Dissertação (Mestrado). Florianópolis: Universidade de Santa Catarina, programa de engenharia de produção.

SOUZA, V. R.; RIBEIRO, M. S. (2004). Aplicação da Contabilidade Ambiental na Indústria Madeireira. *Revista Contabilidade & Finanças*. São Paulo: USP, n. 35, p. 54-67, mai-ago.

STEEN, B. (2005). Environmental costs and benefits in life cycle costing. *Management of Environmental Quality: An International Journal*. Inglaterra: Emerald Publishing, v. 16, n. 2, p. 107-18.

TCHANKOVA, L. (2002). Risk identification - basic stage in risk management. *Environmental Management and Health*. EUA: MCB Press, v. 13, n. 3, p. 290-297.

TINOCO, J. E. P.; KRAEMER, M. E. P. (2004). *Contabilidade e Gestão Ambiental*. São Paulo: Editora Atlas.

TOFFEL, M. W. (2003). The Growing Strategic Importance of End-of-Life Product Management. *IEEE Engineering Management Review*. EUA: IEEE Press, 3º Trimestre.

TSAI, W-H. (1998). Quality cost measurement under activity-based costing. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 15, n. 7, p. 719-755.

VEJA (2005). Retrospectiva 2005: Memória Peter Drucker. São Paulo: Editora Abril, v. 1937, n. 52, p. 152.

VALLE, C. E. (2004). *Qualidade Ambiental: ISO 14000*. 5ª ed. São Paulo: Editora Senac.

VIALLI, A. (2005). Mercado de Capitais agora tem índice de empresas sustentáveis. O Estado de São Paulo. Cadernos de Negócios, p. B14, 14 dez.

VIANA, A. C.; NOGUEIRA, J. M. [199?]. ISO 14000, Comércio Internacional e Meio Ambiente. Disponível em www.formosaonline.com.br/geoonline/textos/meio_ambiente/inst_bibcomplementar/viana_nogueira.html. Visitado em 20 de junho de 2004;

VINHA, V. (2003). *As empresas e o desenvolvimento sustentável: da eco-eficiência à responsabilidade social corporativa*. In: MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. (Orgs.). *Economia do Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Elsevier. Cap. 7, p. 173-96.

VITERBO Jr., E. (1998). *Sistema Integrado de Gestão Ambiental*. 2 ed. São Paulo: Editora Aquariana.

GLOSSÁRIO

Activity-based Costing (ABC)

Em 1991 o CAM-I (*The Consortium for Advanced Manufacturing - International*), definiu o método como sendo a atribuição de custos às atividades, baseados no uso de recursos, e a posterior alocação aos objetos de custos, como os produtos e serviços. Reconhecendo assim, o relacionamento causal entre as atividades através da mensuração do custo, e o desempenho dos objetos de custos (COGAN, 1999, p. 43).

Activity-based Costing, Atividade

Para Ching (1995, p. 42) a “*atividade, retrata-se através do consumo de recursos para produzir um produto ou serviço*”, idéia que Martins E. (2001, p. 100) complementa afirmando que “*uma atividade é uma combinação de recursos humanos, materiais, tecnológicos e financeiros para se produzirem bens ou serviços*”, sendo “*compostas por um conjunto de tarefas necessárias ao seu desempenho*”.

Análise do Ciclo de Vida (ACV)

A primeira entidade internacional a se preocupar de forma sistematizada foi a Society of Environmental Technology and Chemistry (SETAC) que assim definiu a ACV: “*É uma abordagem holística para avaliar*

o impacto ambiental de um produto do berço ao túmulo” (SETAC, 1990, apud LORA, 2002, p. 50).

Análise do Ciclo de Vida, Metodologia

Segundo a SETAC a metodologia da ACV é composta de quatro etapas (SETAC, 1991, apud LORA, 2002, p. 50-1): **Definição de Objetivos e Limites** (definição, escopo e as fronteiras); **Inventário do Ciclo de Vida** (processo de quantificação das entradas e saídas definidas na fase anterior em todas as etapas do ciclo de vida do produto); **Análise de Impactos** (esta etapa é constituída da *Classificação, Caracterização e Valoração* dos efeitos das cargas ambientais associadas ao ciclo de vida); **Análise de Melhorias** (objetivo claro de sugerir mudanças com o intuito de diminuir os danos ao meio ambiente alterando a utilização de energia ou matérias-primas com base nos dados agregados em todo o processo da ACV).

Análise do Ciclo de Vida, a Família ISO 14040

A família ISO 14040 é o conjunto de normas que tratam da Análise do Ciclo de Vida, sendo que cada norma corresponde a um componente da metodologia ACV que é proposta pela ISO: **14040 - Princípios e Práticas Gerais** (publicada em 1997 - estabelece que a que a ACV deve incluir a definição do objetivo e o escopo do trabalho, uma análise do inventário, uma análise de impacto e a interpretação dos resultados); **14041 - Análise do Inventário do Ciclo de Vida do Produto** (publicada em 1998 - é fase de coleta e quantificação de todas as variáveis envolvidas no estudo a ser realizado); **14042 - Avaliação de Impactos** (publicada em 2000 - o resultado da etapa anterior é uma listagem de dados e estes necessitam ser avaliados quanto a seu impacto ao meio ambiente e a saúde humana, o que deve ser realizado nesta fase, através da *Seleção e definição de categorias*, sua *Classificação* e por fim a *Caracterização*. **A ISO 14042 não prevê métodos para a avaliação dos impactos** (MARSMANN, 2000, p. 317)). **14043 - Avaliação de Melhorias do Ciclo de Vida** (publicada em 2000 - ou

Interpretação: as hipóteses estabelecidas durante a ACV afetam o seu resultado final, portanto, é necessário ao final do projeto a avaliação dos resultados obtidos, como também a avaliação dos critérios e métodos adotados).

Análise de Ciclo de Vida do Produto - ACVP

Utilizando-se a metodologia original da SETAC foram desenvolvidos vários programas, como a ISO 14040, que inseridos dentro de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), se utilizam em algum momento da ACV para a avaliação de impacto ambiental dos produtos. Para o cálculo efetivo do impacto ambiental do produto, ou seja, **os impactos gerados em todo o ciclo de vida do produto**, vários autores têm propostos métodos para os mais diversos segmentos industriais, tendo como entradas os recursos que serão processados, e como saídas, os resíduos que se formam durante o processo de manufatura e ao longo de todo o CPV, objetivando um produto com melhor configuração ambiental, em termos de diminuição de resíduos, *design*, introdução de novos materiais, redesenho de processo, reciclagem e reuso de materiais, remoção de substâncias nocivas e aumento da durabilidade do produto e sua vida útil (LIN, JONES e HSIEH, 2001, p. 73; DeMENDONÇA e BAXTER, 2001, 52; MANZINI e VEZZOLI, 2002, p. 92).

Ativo Ambiental

Segundo Martins e De Luca (1994, p. 26) “*os ativos ambientais são todos os bens da empresa que visam à preservação, proteção e recuperação ambiental*”. Constituem os ativos ambientais: estoques - insumos necessários à produção para eliminar, reduzir ou controlar os níveis de emissão de poluentes e materiais para recuperação -, imobilizado - investimentos realizados em itens que viabilizem a redução de resíduos poluentes - e diferido - investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia no longo prazo, quando estes puderem ser claramente relacionados com receitas futuras de períodos específicos.

Ciclo de Vida do Produto (CPV)

O termo *ciclo de vida de produto* está sujeito a *ambigüidades* conforme salienta Manzini e Vezzoli (2002, p. 91). Para efeito deste trabalho será adotada a seguinte definição segundo as formulações de Manzini e Vezzoli (2002, p. 91) e Ribeiro (1998a, p. 154): “*O ciclo de vida dos produtos inicia-se já no projeto de concepção do produto, compreendendo todas as fases destinadas ao desenvolvimento do produto e do processo de produção, bem como todos processos de produção pelos quais o produto é processado, incluindo a relação com o meio ambiente quanto aos fluxos de materiais, energia e emissão de resíduos, suas estocagens, e finalizando com o último tratamento de todos dos materiais utilizados na manufatura do produto e sua desativação*”.

Custeio do Ciclo de Vida (CCV)

O custeio do ciclo de vida para aplicação ambiental é definido por Barringer e Weber (1996, apud Góralczyk e Kulczycka, 2005, p. 120) como a soma de todos os custos estimados que ocorrem desde o design, desenvolvimento, produção, operação, manutenção, suporte, e disposição final. Góralczyk e Kulczycka (2005, p. 120) complementam afirmando que o CCV incorpora todas as implicações econômicas durante o ciclo de vida, como também inclui medidas financeiras como gasto de energia, redução de multas ambientais, operação da capacidade industrial e custo de manutenção.

Custeio do Ciclo de Vida, Metodologia

Góralczyk e Kulczycka (2005, p. 121) citam que como a aplicação é voltada para o custo ambiental a coleta de dados financeiros deve seguir cada estágio da metodologia da ACV definida pela SETAC, porém deve-se observar os seguintes cuidados metodológicos específicos: **(a) Objetivo e Escopo:** definição das fronteiras do projeto e todas as unidades funcionais

que caracterizam o mesmo; **(b) Inventário do Ciclo de Vida:** coleta de dados e o cálculo para quantificação das relevantes entradas e saídas do sistema produtivo, incluindo recursos como ar, água e terra associada ao projeto; **(c) Análise dos Impactos:** classificação e valoração dos potenciais impactos; **(d) Ponderação e Interpretação:** nesta fase são ponderadas todas as diferentes categorias de impactos da fase de análise objetivando agregar todas as informações, abrindo espaço para a tomada de decisão com base em um esquema multidimensional.

Custeio Baseado em Atividades (CBA)

Veja Activity-based Costing.

Direcionador de Custo

Segundo Martins E. (2001, p. 201) *“direcionador de custos é o fator que determina a ocorrência de uma atividade. Como as atividades exigem recursos para serem realizadas, deduz-se que o direcionador é a verdadeira causa dos custos. Portanto, o direcionador de custos deve refletir a causa básica da atividade e, conseqüentemente, da existência de seus custos”*.

Externalidade

Ferreira (2003, p. 18-9) afirma que as externalidades são entendidas *“como fato inquestionável de que qualquer atividade afeta, de modo favorável ou desfavorável, outras atividades ao longo do processo produtivo; é um processo em cadeia, que pode ser analisado sob o aspecto tecnológico ou monetário”*. Sob o aspecto monetário, Kraemer (2002, p. 75) e Comune (1994, apud FERREIRA, 2003, p. 19) concluem que os efeitos adversos aos consumidores finais ou empresas não são efetivamente compensados no mercado via os sistemas de preços.

Entretanto, as externalidades podem também ser classificadas como localizadas (microeconomia) ou generalizadas (macroeconomia). Quando localizadas, no entender dos economistas, as externalidades podem ser

reconhecidas através de mecanismos de **internalização de custos**, visando o ajuste de preços. O mesmo não ocorre com os efeitos generalizados (MÉRICO, 1996; BELIA, 1996, apud KRAEMER, 2002, p. 75). Tinoco e Kraemer (2004, p. 169) comentam que “*motivar a empresa a internalizar as externalidades é uma necessidade que se impõe, [pois] Incluem danos que são pagos [por] outros, como consequência de eventos ambientais, por exemplo*”.

FMEA

A Análise de Modos e Efeitos de Falha (ou em inglês *Failure Mode and Effects analysis* - FMEA) é um método de análise de produtos ou processos usados para identificar todos os possíveis modos potenciais de falha e determinar o efeito de cada um sobre o desempenho do sistema, mediante um raciocínio basicamente indutivo, sendo um método analítico padronizado para detectar e eliminar problemas potenciais de forma sistemática e completa (HELMAN e ANDREY, 1995, apud SILVA R., 2003, p. 74).

FMEA Ambiental

Aplicação do método FMEA para a solução de problemas ambientais. Uma boa exemplificação da utilização do FMEA Ambiental pode ser exemplificada no trabalho de Silva R. (2003) disponível pela biblioteca virtual da UFRS.

Gasto Ambiental, no contexto deste trabalho

No âmbito deste trabalho custos ambientais e despesas ambientais serão tratados como sinônimos, não importando a divisão clássica já comentada na sessão 3.1. Para tanto a definição a ser utilizada é a proposta por Ribeiro (1998a, p. 128): Os gastos ambientais “*são representados pelo somatório de todos os custos [e despesas] dos recursos utilizados pelas*

atividades desenvolvidas com o propósito de controle, preservação e recuperação ambiental”, como também para educação e treinamento e informação nos mais variados níveis.

Life Cycle Assessment (LCA)

Veja Análise do Ciclo de Vida.

Life Cycle Costing (LCC)

Veja Custeio do Ciclo de Vida.

Índice, *Waste Index*

Veja o Apêndice 3.

Método Contábil

A maneira como a contabilidade de custos atribui os custos para os objetos, ou seja, as alternativas que se dispõem para a valoração dos objetos são realizadas através dos métodos de custeio. Nascimento (1980, p. 98, apud FROSSARD, 2003, p. 99) comenta que os métodos de custeio correspondem às alternativas de que dispõem a contabilidade de custos para a valoração dos objetos e determinação do resultado de um determinado período.

Modelagem

Segundo Bertand e Fransoo (2002, p. 245) registram que um modelo é uma abstração da realidade e não tem a pretensão de incluir toda a realidade completa no modelo proposto, com qual Most (1982, p. 60, apud PAIVA, p. 127) completa dizendo que *“um modelo em pesquisa é uma construção que permite a observação dos efeitos de certas variáveis identificadas pelas hipóteses, podendo, por essa razão, resumir aspectos da realidade modelada que não são afetados pelas variáveis selecionadas, ou efeitos em que o pesquisados não esteja interessado”*.

Objetos de Custo

Hansen e Mowen (2001, p. 61) definem Objetos de Custo como *“qualquer item, como produtos, clientes, departamentos, processos, atividades, e assim por diante, para o qual os custos são medidos e atribuídos”*.

Passivo ambiental

Segundo Martins e De Luca (1994, p. 27) “os passivos ambientais referem-se a benefícios econômicos que serão sacrificados em função de obrigação contraída perante terceiros para a preservação e proteção ao meio ambiente”.

SETAC - Society of Environmental Toxicology and Chemistry

A SETAC é uma organização não governamental, sem fins lucrativos, com presença no mundo todo, composta de indivíduos e instituições com os seguintes propósitos: (a) estudo, análises e soluções para problemas ambientais; (b) gerenciamento e regulação dos recursos naturais; (c) educação ambiental; (d) pesquisa e desenvolvimento de soluções. O site da organização é www.setac.org.

Sistema de Gestão ambiental, ou Gerenciamento Ambiental - SGA

Segundo Tinoco e Kraemer (2004, p. 121) um SGA é definido: *“Como um conjunto de procedimentos para gerir ou administrar uma organização, de forma a obter o melhor relacionamento com o meio ambiente. Consiste, essencialmente, no planejamento de suas atividades, visando à eliminação ou minimização dos impactos ao meio ambiente, por meio de ações preventivas ou medidas mitigatórias”*.

Trade-off

Decisão a ser realizada entre alternativas onde existem relações inversas entre variáveis, de modo que mais de uma implica necessariamente menos de outra.

APÊNDICE 1

COMO AS ORGANIZAÇÕES RESPONDEM À VARIÁVEL AMBIENTAL

Nos últimos dois séculos temos vivido sob a tríade da liberdade, da igualdade e da fraternidade. À medida que caminhamos para o século XXI, precisamos tomar como inspiração os quatro valores da liberdade, da igualdade, da fraternidade e da sustentabilidade. CAMARGO⁴⁰

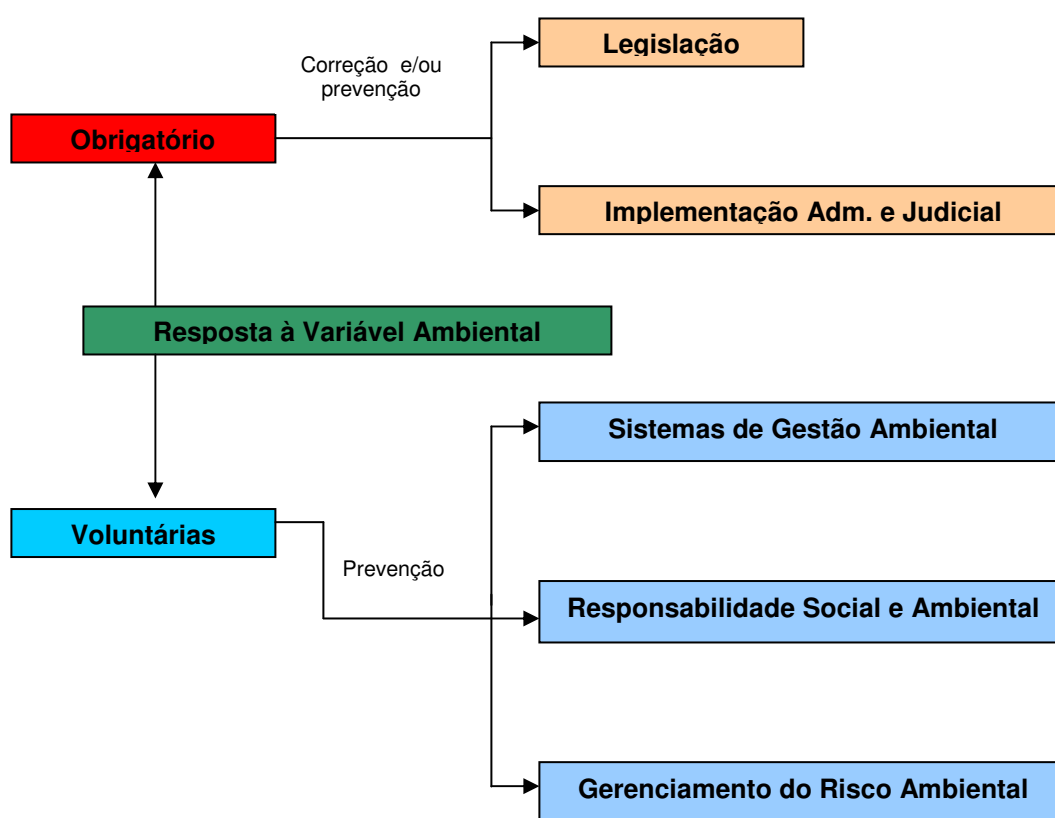
A Fundação Universitária Iberoamericana (2001, apud KREMER, 2002, p. 48) postula que as empresas respondem à variável ambiental de duas formas - em ações obrigatórias e em ações voluntárias. Para as ações voluntárias a mesma fundação cita a formação dos Sistemas de Gestão Ambiental, de caráter preventivo, e para as ações obrigatórias, a legislação e a implementação administrativa e judicial de caráter correccional e preventivo.

Uma outra forma voluntária de tratamento à variável ambiental é proposta por Paiva (2003, p. 45-53), Ferreira (2003, p. 29), Machado (2003, p. 279) e Tinoco e Kraemer (2004, p. 130-7) como sendo as ações de *responsabilidade social e ambiental* que diversas empresas prestam a

⁴⁰ CAMARGO (200?, apud NOVAES, 2002, p. 313, apud TINOCO e KRAEMER, 2005, p. 130).

comunidade e aos investidores sem a contrapartida do Estado e pressão em lei.

Existe uma terceira forma voluntária, detectada na pesquisa-ação realizada na empresa objeto da pesquisa-ação realizada, que são as ações coordenadas pelo gerenciamento do risco ambiental gerado tanto por produtos como pelos processos de transformação industrial. A figura A1.1 apresenta as formas em que as organizações respondem à variável ambiental.



Fonte: Fundação Universitária Iberoamericana (2001, apud KREMER, 2002, p. 48), Paiva (2003, p. 45-53), Ferreira (2003, p. 29), Machado (2003, p. 279) e Tinoco e Kraemer (2004, p. 130-7) e este presente trabalho.

Figura A1.1 - Formas pelas quais as organizações respondem à variável ambiental.

A1.1 - Atendimento à Legislação

Um dos princípios ⁴¹ que norteiam a legislação ambiental internacional é o princípio de que o poluidor deve pagar pela poluição que gera - *Polluter Pays Principle* ou em português *Princípio do Poluidor Pagador* (PPP) - (GOLDEMBERG e VILLANUEVA, 2003, p. 160-1; POLIDO, 2005, p. 80; STEEN, 2005, p. 109). Sobre este princípio Polido (2005, p. 80) faz uma importante consideração:

Aquele que poluir deve pagar pelo prejuízo causado. Neste princípio não está implícita, é bom ressaltar, a idéia ou o entendimento de que a prestação pecuniária relativa ao dano ambiental causado se reverte em licença para poluir, o que seria impensável e inadmissível.

Segundo a OCDC ⁴² (1975, apud GOLDEMBERG e VILLANUEVA, 2003, p. 160-1) o PPP é:

A base lógica desse princípio é que quando um imposto ou multa é cobrado, ele induz os poluidores a tratar seus efluentes até o ponto em que os custos do tratamento permaneçam menores do que o ônus que eles seriam obrigados a arcar de outra forma na ausência da redução da poluição. O PPP combina os requisitos de eficiência - internalização dos efeitos externos - com equidade - cobrando o custo da parte responsável.

⁴¹ Os outros são: Princípio do direito humano fundamental, Princípio democrático, Princípio da prevenção, Princípio do equilíbrio, Princípio do limite e Princípio da responsabilidade (ANTUNES, 2004 apud POLIDO, 2005, p. 79-80).

⁴² Organization for Economic Co-operation and Development, agência multilateral da qual o Brasil não é filiado.

A Comunidade Européia repaginou o conceito, mas a filosofia continua a mesma: pague o preço certo - *get the prices right* (STEEN, 2005, p. 109) - pelo impacto ambiental causado.

O que se depreende com o princípio acima citado e os demais que constituem o corpo jurídico que balizam a legislação de cada país é a preocupação por parte do legislador ambiental em identificar os responsáveis pela poluição do meio ambiente valendo-se, principalmente, da construção jurídica em duas áreas específicas:

- Com o conceito de ***extensão da responsabilidade do produtor*** com relação aos seus produtos e serviços e,
- Com a tipificação dos ***impactos ambientais gerados*** ao meio ambiente.

A1.1.1 - Extensão da Responsabilidade do Produtor

A responsabilidade dos produtores (da manufatura) vem sendo ampliada para as fases finais dos ciclos de vida dos seus produtos, principalmente no que diz respeito à disposição final destes (MANZINI e VEZZOLI, 2000, p. 87; TOFFEL, 2003, 61-65; HARISTEV, 2005, p. 6-7 e 18-19; JOFRE e MARIOKA, 2005, p. 25; DRIEDGER, 2005, p. 90; POLIDO, 2005, P. 138).

Polido (2005, p. 138-151) discorre sobre a mais recente jurisprudência brasileira acerca da Responsabilidade Civil Pós-consumo⁴³ e sua implicação com relação aos fabricantes:

A chamada responsabilidade civil pós-consumo já encontra respaldo na jurisprudência brasileira, antes mesmo do projeto da chamada Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos⁴⁴ ser apreciado pelo congresso nacional, ampliando o conceito de responsabilidade civil do empresário, pois extrapola o tempo, antes circunscrito ao consumo do produto pelo consumidor e não trazia qualquer preocupação para com o seu descarte.

Driedger (2005, p. 90) entende que este processo de extensão das responsabilidades do produtor deve ser compartilhado com toda a cadeia produtiva, sejam estes terceiros, fornecedores ou distribuidores. Já no entendimento do Silva A. (2004, p. 1) a extensão pode inclusive ser aplicada aos bancos por conta de concessões de financiamentos e/ou créditos a seus clientes.

A1.1.2 - Tipificação da Lei Ambiental Brasileira

Segundo May (1995, p. 58, apud KRAEMER, 2002, p. 78) cada nação deveria “assegurar que os custos indiretos do desenvolvimento fossem identificados e reduzidos” “buscando internalizar as externalidades - impacto ambiental negativo - da produção econômica, através de políticas

⁴³ Caso julgado na 4ª Vara Civil de Curitiba em 2001 - referente ao dano ambiental resultante do lixo de embalagens plásticas tipo PET (polietileno tereftalato). Polido (2005, p. 130-40) informa que em determinados países, como na Dinamarca, a utilização de PET já é proibida.

⁴⁴ Até 21.04.2006 a presente proposta de lei ainda não foi votada.

ambientais” (KRAEMER, 2002, p. 78), o que efetivamente ocorre na maioria dos países, pois os padrões ambientais são definidos através da ação do Estado fazendo-se uso da legislação e da regulamentação e não pela ação dos agentes econômicos (BELLIA, 1996, apud KRAEMER, 2002, p. 79), sendo este motivo o caráter impositivo da legislação ambiental ⁴⁵.

No Brasil a realidade não é diferente, sendo a responsabilidade civil causada pelos impactos ambientais disciplinada em vários diplomas legais, sumarizados a seguir:

- **Constituição Federal de 1988, Capítulo VI, do Meio Ambiente, Artigo 225 e o Sistema Nacional do Meio Ambiente:** segundo Polido (2005, p. 106):

Há o entendimento de que a legislação ambiental brasileira consagra o princípio da responsabilidade objetiva - independentemente da existência de culpa -, com base no art. 14 § 1º, da Lei 6.938/1981 - Lei da Política Nacional do Meio Ambiente -, a qual concede ao Ministério Público da União e dos Estados competência para propor ação de responsabilidade civil e criminal por danos causados ao meio ambiente.

- **A Lei 7.347, de 24.07.1985, Da ação civil pública:** discorre sobre as indenizações pecuniárias quando algum dano acontece a algum bem público.
- **Política Nacional de Resíduos Sólidos:** apesar de existir o Projeto de Lei 203, de 199, e seu substituto entregue em maio de 2002, no Brasil ainda não existe uma política nacional de resíduos sólidos. O projeto e seu substituto versão sobre os objetivos e instrumentos e estabelece diretrizes e normas sobre o gerenciamento de resíduos

⁴⁵ Na Costa Rica a Lei de Biodiversidade daquele país tem um caráter mais restrito e conservador quando em qualquer dúvida a lei reconhece “*in dubio pro ambiente*” (ANTUNES, 2004, apud POLIDO, 2005, p. 79).

existentes (GOLDBERG, 2005, p. 33; POLIDO, 2005, p. 126). Pelo fato de não existir um diploma nacional, estados e municípios e também o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) legislam sobre o assunto. No estado de São Paulo houve a promulgação da Lei 11.387/03 - Plano Diretor de Resíduos Sólidos -, com o intuito de preparar o plano diretor sobre o assunto e o Anteprojeto de Lei de Política Estadual de Resíduos Sólidos, apresentada à Assembléia Legislativa em fevereiro de 2004 (ASSEBLÉIA LEGISLATIVA SP, 2005 ⁴⁶).

- **Responsabilidade civil pós-consumo:** respaldada juridicamente pela ação imposta por uma ONG contra uma indústria de refrigerantes onde, em primeira instância, foi julgada a improcedência da responsabilidade da engarrafadora pelas garrafas de PET jogadas pela natureza após os consumo. Pelo entendimento legal a juíza *“ponderou que tal responsabilidade cabe também aos usuários e ao poder público, aqueles por se desfazerem das embalagens após o uso sem qualquer cuidado, este pelas deficiências na coleta e tratamento do lixo e por omissão na repressão a atos de desleixo com o meio ambiente”*. A posição manifestada pelo judiciário brasileiro é o contrário do entendimento de legisladores de outros países da CE, notadamente a Dinamarca (POLIDO, 2005, p. 130-40) e do Canadá (DRIEDGER, 2005, p. 90).

- **A Lei de Crimes Ambientais - Lei 9.605/1998:** Polido (2005, p. 154) comenta que *“as sanções civis já previstas em leis anteriores por si sós não tinham o condão de penalizar o ofensor do meio ambiente e sequer puderam coibir atitudes semelhantes de outrem, quando aqueles que causaram danos foram civilmente responsabilizados uma vez ou mais”*. O mesmo autor informa que apesar de

⁴⁶ Website da Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo: www.al.sp.gov.br

impropriedades e incoerências formais da lei promulgada, a lei é inovadora na área do direito penal pelo fato de pela primeira vez definir a responsabilidade da pessoa jurídica autora ou co-autora de infração (POLIDO, 2005, p. 156).

A1.1.3 - Como as Empresas internalizam a Legislação Ambiental

Para melhor compreensão das pesquisas utilizadas, estas são denominadas abaixo:

- Pesquisa Gestão Ambiental na Indústria Brasileira (BNDES, CNI e SEBRAE, 1998) como Pesquisa 1 (apenas grandes empresas).
- Relatório de Competitividade da Indústria Brasileira (BNDES, CNI e SEBRAE, 2001) como Pesquisa 2 (apenas grandes empresas).
- Súmula Ambiental (FIRJAN, 2002) como Pesquisa 3 (apenas as respostas das grandes empresas).
- Foram consultados os seguintes *websites* também, mas não continham pesquisas sobre Meio Ambiente até 10 de janeiro de 2006: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo - FIESP (FIESP, 2006) e Associação Brasileira das Indústrias Eletro Eletrônicas - ABINEE (ABINEE, 2006) ⁴⁷.

As principais respostas das empresas brasileiras informando como internalizam a questão da legislação ambiental são comentadas abaixo:

⁴⁷ Os websites das entidades empresariais são: ABINEE, www.abinee.com.br e FIESP, www.fiesp.com.br.

- Para a pergunta “*quais as principais razões para a implementação de iniciativas ambientais*”:
 - **Pesquisa 1:** 71% estar em conformidade com política social da empresa e 60% atender à exigência para licenciamento;
 - **Pesquisa 2:** 72% atendimento a requisitos legais e 65% melhoria da imagem da empresa;
 - **Pesquisa 3:** 80% atendimento à legislação ambiental e 44% melhoramento da imagem da empresa.
 - Uma pesquisa realizada **em apenas empresas certificadas pela ISO 14001** conduzida por Lima e Viegas (2002, p. 50) tem resultado semelhante: 67% das respondentes “*o fazem quando há obrigação legal/contratual de prevenir, reduzir ou reparar danos*”. As mesmas autoras fazem uma ressalva interessante: “*Todavia, anteriormente as empresas afirmaram que a informação ecológica [ambiental] é estratégica para a redução de custos e fortalecimento da imagem institucional, respectivamente*”.

- Para a pergunta “*percentual da receita líquida aplicado em investimentos ambientais*”:
 - **Pesquisa 1:** Média de 0,9 %.
 - **Pesquisa 2:** de 1 a 3 % (24% dos respondentes) e menos de 1% (23% dos respondentes).
 - **Pesquisa 3:** de 5 a 10% (22% dos respondentes) e 1 a 3% (19% dos respondentes).

- Para a pergunta “*quais tem sido as principais dificuldades para a melhora ambiental da empresa*”:

- **Pesquisa 3:** 52 % custo elevado dos equipamentos, 35% falta de informações técnicas e 30% regulamentação ambiental muda com freqüência.

- Para a pergunta “*dificuldades com legislação ambiental*”:
 - **Pesquisa 1:** 55% disposição final, estocagem e transporte de resíduos e refugos do processo produtivo e 44% efluentes líquidos e gasosos do processo produtivo.

- Para a pergunta “*razões da dificuldade com a legislação ambiental*”:
 - **Pesquisa 1:** 27% não dispor de recursos técnicos e/ou financeiros próprios para implantar soluções, 25% não se tratar de problema grave que exigisse ou ainda exija uma solução urgente e 23% não dispor de informações sobre as soluções técnicas.

A1.2 - Sistemas de Gerenciamento Ambiental

Os Sistemas de Gestão ou Gerenciamento Ambiental (SGA) são descendentes diretos dos sistemas de qualidade desenvolvidos em passado recente (HANNA e NEWMAN, 1995, p. 41; TINOCO e KRAEMER, 2004, p. 120-1). Segundo Tinoco e Kraemer (2004, p. 121) um SGA é definido:

Como um conjunto de procedimentos para gerir ou administrar uma organização, de forma a obter o melhor

relacionamento com o meio ambiente. Consiste, essencialmente, no planejamento de suas atividades, visando à eliminação ou minimização dos impactos ao meio ambiente, por meio de ações preventivas ou medidas mitigatórias.

Os Sistemas de Gerenciamento Ambiental também são preconizados pela Norma ISO 14001, mas a adesão à norma é de caráter voluntário, como já comentado. Entretanto, o governo brasileiro vem incentivando a certificação da norma NBR ISO 14001 - a norma administrada pela ABNT - como forma de tornar a indústria brasileira mais competitiva no exterior (VIANA e NOGUEIRA, [199?], p. 4, MARTINS O. 1999, p. 70-1; LORA, 2002, p. 55; OLIVEIRA e MELHADO, 2004, p. 59; TINOCO e KRAEMER, 2004, p. 120).

Algumas críticas têm sido formuladas quanto a adoção da ISO 14001 pelas empresas, entre estas, se destacam:

- Segundo Krammer (2002, p. 132) *“para as empresas atuantes ou que pretendem atuar no mercado globalizado... a adoção de um SGA, por si só, não fornece aos gestores os elementos-chave necessários para a inserção da variável ambiental na estratégia organizacional”*.
- Ainda segundo a mesma autora *“é difícil manter um SGA ‘vivo’ e atuante por toda a empresa após a sua implementação, além disso, estima-se que num futuro próximo o SGA deixará de ser considerado uma vantagem competitiva para muitos segmentos empresariais”*.
- Ferreira (2003, p. 35) comenta sobre a ISO 14000: *“É preciso lembrar que o fato de uma empresa ter recebido essa certificação*

não significa que ela não polui. Existem inúmeros casos de grandes impactos ambientais causados por empresas já certificadas”.

- Para Martins O. (1999, p. 84) “em última instância, o que a ISO faz é medir o quando a empresa está de acordo com a política ambiental da própria empresa”.

- Por fim Lora (2002, p. 55) explica sobre o desempenho da ISO 14000: “A ISO 14000 não estabelece requerimentos absolutos de desempenho ambiental e, sim, o cumprimento da legislação vigente com a intenção de melhoria contínua. Em outras palavras: **o padrão de desempenho é a legislação vigente em cada país**” (grifo nosso).

A1.2.1 - Os SGAs e a internalização das questões ambientais

Para melhor compreensão das pesquisas utilizadas, estas são denominadas abaixo:

- Pesquisa Gestão Ambiental na Indústria Brasileira (BNDES, CNI e SEBRAE, 1998) como Pesquisa 1 (apenas grandes empresas).
- Relatório de Competitividade da Indústria Brasileira (BNDES, CNI e SEBRAE, 2001) como Pesquisa 2 (apenas grandes empresas).
- Súmula Ambiental (FIRJAN, 2002) como Pesquisa 3 (apenas as respostas das grandes empresas).

As principais respostas das empresas brasileiras informando como os SGA ajudam a internalizar a questão ambiental são comentadas abaixo:

- Para a pergunta “*estrutura organizacional da gestão ambiental*”:
 - **Pesquisa 1:** 45% na direção geral, 22% na gerência de produção, 15% por um técnico especialista, 12% em uma unidade própria de gestão, 12% sem localização específica ou integrada com outras áreas e 12% não adota procedimento de gestão ambiental.
 - **Pesquisa 2:** 52% na direção geral, 21% na gerência de produção, 22% em unidade própria de gestão, 24% integrada em outras áreas, 9% outros e 5% não adota procedimento de gestão ambiental.
 - **Pesquisa 3:** 41% gerência ou setor de meio ambiente, 38% outras gerências, 24% direção geral, 6% outros, 5% não pessoal responsável e 1% cada setor cuida das suas ações ambientais.

- Para a pergunta “*certificação ambiental*”:
 - **Pesquisa 1:** 17% tem certificação ambiental, 11% está em processo de certificação, 21% tem um sistema de gerenciamento ambiental e está interessado em obter certificação, 8% tem sistema de gerenciamento ambiental e não está interessado em obter certificação, 30% não tem um sistema de gerenciamento ambiental e está interessado em

obter certificação e 12% não tem um sistema de gerenciamento ambiental e não está interessado em obter certificação.

- **Pesquisa 1 - somente setor material elétrico e de comunicações:** 8% tem certificação ambiental, 8% está em processo de certificação, 31% tem um sistema de gerenciamento ambiental e está interessado em obter certificação, 0% tem sistema de gerenciamento ambiental e não está interessado em obter certificação, 46% não tem um sistema de gerenciamento ambiental e está interessado em obter certificação e 8% não tem um sistema de gerenciamento ambiental e não está interessado em obter certificação.

□ Para a pergunta “questões sobre a situação ambiental da empresa”:

- **Pesquisa 3:** 32% nunca perguntaram, 52% clientes nacionais, 32% clientes multinacionais, 14% clientes estrangeiros, 19% seguradoras ou bancos e 10% cliente exportador.

A1.3 - As outras formas voluntárias de resposta à variável ambiental

A discussão do gerenciamento do risco ambiental já foi realizada no capítulo 4 deste trabalho à sessão 4.4. A outra variável a ser considerada é a Responsabilidade Social e Ambiental, que por não fazer parte do escopo deste trabalho, não será tratada neste espaço, entretanto, alguns dos livros mencionados na bibliografia poderão ser úteis para o aprofundamento deste

tema: BERGAMINI (2000); LIMA e VIEGAS (2002), PAIVA (2003) e TINOCO e KRAEMER (2005).

A1.4 - Considerações Finais

Três idéias podem ser inferidas através do exposto neste apêndice:

Em primeiro lugar, a atenção por parte das organizações quanto aos aspectos obrigatórios, ou seja, a legislação, faz com que gastem boa a energia empresarial com o atendimento das leis e normas que regem as questões ambientais, conforme atestam as respostas das pesquisas apresentadas.

No entanto, quanto às formas voluntárias, a simples adoção dos SGAs não quer dizer que as organizações estão optando pela melhora dos seus produtos, e sim, que estão se adequando exatamente às normas da legislação ou aos padrões de certificação ambiental, como a ISO 14000, também como atestam as pesquisas consultadas.

Um passo a frente, ou com um caráter pró-ativo por parte das organizações, é a adoção de padrões de responsabilidade social e ambiental, como exemplificado pelas 28 empresas brasileiras já citadas na introdução que são listadas no Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) na Bovespa, que segundo VIALLI (2005, p. B14) reúnem *“uma carteira só com ações de empresas consideradas sólidas a longo prazo, com forte desempenho financeiro e nos quesitos sociais, ambientais e de governança corporativa”*. No plano interno, o gerenciamento dos riscos ambientais, também apresenta este caráter pró-ativo, quando a organização se antecipa de maneira planejada à ocorrência de determinado impacto ambiental.

Para tal efeito, a utilização de métodos que unam a perspectiva ambiental e econômica se faz necessário, por este motivo o estudo destes métodos que contemplem as perspectivas ambientais e econômicas e a preocupação com o desenvolvimento de uma modelagem híbrido, proposta neste trabalho que contemple todo o ciclo de vida do produto e por extensão,

os possíveis impactos ambientais decorrentes. Aliado a esta dimensão interna do gerenciamento de riscos ambientais, os modelos híbridos servem de subsídios às informações gerenciais destinadas aos relatórios dos padrões de Sustentabilidade Empresarial exigidos pelos diversos órgãos certificadores, como a Bovespa, bolsas internacionais, ONGs ou instituições governamentais.

APÊNDICE 2

APLICAÇÃO do ABC para o CUSTEIO AMBIENTAL

O exemplo desta aplicação do custeio ABC para a apropriação do **Custo Ambiental** é de autoria de Cogan⁴⁸ (1998, p. 117-26). Este se baseia em dois produtos, P1 e P2, sendo que P1 é um item de alto volume, produzido por um processo que não gera qualquer resíduo ambientalmente perigoso e por isso não requer gastos com custeio ambiental. Entretanto, P2 é um item de baixo volume que gera suficientes quantidades de resíduo perigoso - com o pressuposto de que a empresa está sujeita a vários regulamentos ambientais e auditorias.

As vendas anuais dos produtos P1 e P2 são de 200.000 e 50.000 unidades respectivamente, ambos requerem três horas de mão-de-obra direta para sua execução, o que faz com que a empresa opere 750.000 horas de mão-de-obra por ano – contabilizadas pelas 250.000 unidades produzidas no ano vezes três horas de mão-de-obra direta por produto.

Com uma taxa de R\$ 20,00 por hora de mão-de-obra direta, o custo da mão-de-obra direta, o custo da mão-de-obra direta para os produtos P1 e P2

⁴⁸ O texto na íntegra deste apêndice pode ser resgatado no Capítulo 8 da referida bibliografia.

é de R\$ 60,00 por produto. Os custos do material direto por produto são R\$ 100,00 para P1 e R\$ 80,00 para P2.

Conforme apresentado na Tabela A2.1, os custos indiretos totais da companhia alcançaram o valor de R\$ 19.500.000,00. Embora cada produto requeira o mesmo número de horas de mão-de-obra, o produto P2 requer mais *setups* e mais inspeções de qualidade que o P1.

ATIVIDADE	CUSTOS INDIRETOS	TOTAL
Nível Unidade		
	Em MIL	Em MIL
Custos de Máquina	R\$ 2.700	
Energia	R\$ 1.100	
Despejo de Resíduos Perigosos	R\$ 450	R\$ 4.250
Nível Lote		
Inspeção	R\$ 1.400	
Movimentação de Material	R\$ 1.600	
Serviços de Suporte	R\$ 2.100	
Despejo de Resíduos	R\$ 330	
Relatórios de Meio Ambiente	R\$ 220	R\$ 5.650
Nível Produto		
P&D / Manutenção Peças	R\$ 2.300	
Relatórios de Meio Ambiente	R\$ 230	
Inspeções de Meio Ambiente	R\$ 570	
Custo Trat. Despejo no local	R\$ 1.200	
Custo de despejo de aterro	R\$ 900	R\$ 5.200
Nível Planta		
Manutenção da Planta	R\$ 2.260	
Prédios e terrenos	R\$ 1.190	
Iluminação e Ar condicionado	R\$ 650	
Padrões de Meio Ambiente	R\$ 300	R\$ 4.400
CUSTOS INDIRETOS TOTAIS		R\$ 19.500

Fonte: Cogan (1998, p. 118-9)

Tabela A2.1 - Custos Indiretos de Fabricação - Categorizado por Atividades

Além disso, o produto P2 é produzido em lotes menores, o que exige um maior número de ordens de produção se comparado com o produto P1. A companhia analisou suas operações e determinou os direcionadores de

custos que deveriam ser aplicados às atividades, conforme pode ser observado na Tabela A2.2.

ATIVIDADE	DIRECIONADORES DE CUSTOS
Nível Unidade	
Custos de Máquina	Horas de Máquina Utilizada
Energia	Horas de Máquina Utilizada
Despejo Resíduos Perigosos	Produto P2 exclusivamente
Nível Lote	
Inspeção	Nº de inspeções de qualidade
Movimentação de Material	Nº de ordens de produção
Serviços de Suporte	Nº de setups de máquinas
Despejos de Resíduos Perigosos	Produto P2 exclusivamente
Relatório de Meio Ambiente	Produto P2 exclusivamente
Nível Produto	
P&D e Manutenção de Peças	Nº de subcomponentes
Relatórios de Meio Ambiente	Produto P2 exclusivamente
Inspeções de Meio Ambiente	Produto P2 exclusivamente
Custo Trat. Despejo no local	Produto P2 exclusivamente
Custo de despejo em aterro	Produto P2 exclusivamente
Nível Facilidade	
Manutenção da planta	% de valor agregado
Prédio e terrenos	% de valor agregado
Iluminação e Ar condicionado	% de valor agregado
Padrões de Meio Ambiente	% de valor agregado

Fonte: Cogan (1998, p. 120-1).

Tabela A2.2 - Direcionadores de Custos por Atividade

Observa-se que as atividades registradas na Tabela A2.2 dos custos do meio ambiente em nível de unidade, lote e sustentação de produtos estão exclusivamente relacionados com o produto P2 e são alocados exclusivamente no Produto P2. Os dispêndios padrão de meio ambiente em nível de sustentação da planta se referem aos equipamentos de controle de poluição instalados nas chaminés das instalações da fábrica e atendem a toda a operação (e igualmente alocados para P1 e P2). Esses custos foram alocados de acordo com a mesma base usada para direcionar os demais

custos no nível da planta, e foi a “percentagem de valor agregado” em cada produto.

A tabela A2.3 apresenta o cálculo dos custos por eventos e valor de cada atividade que os produtos consomem. A tabela A2.4 ilustra os cálculos que levaram a obtenção final dos custos dos dois produtos pelo método de custeio ABC.

Os custos de meio ambiente, à exceção daquele no nível da planta já comentado, fazem com que os custos dos produtos P2 excedam os custos do produto P1.

ATIVIDADE	CUSTOS (mil)	Nº EVENTOS	TAXA EVENTO
Nível Unidade			
Custos de Máquina	R\$ 2.700	20.000	R\$ 135/h maq
Energia	R\$ 1.100	20.000	R\$ 55/h maq
Nível Lote			
Inspeção	R\$ 1.400	2.500	R\$ 560/inspeção
Movimentação de Material	R\$ 1.600	500	R\$ 3.200/pedido
Serviços de Suporte	R\$ 2.100	1.500	R\$ 1.400/setup
Nível Produto			
P&D e Peças de Manutenção	R\$ 2.300	10	R\$ 230000/subcomp.

Fonte: Cogan (1998, p. 121-2).

Tabela A2.3 - Taxas de Custos Indiretos por Atividades.

Custos Indiretos	Produto 1		Produto 2	
	Evento	Total (mil)	Evento	Total (mil)
Nível Unidade				
Custo Maq. (R\$ 135/h)	15.000	R\$ 2.025	5.000	R\$ 675
Energia (R\$ 55/h)	15.000	R\$ 825	5.000	R\$ 275
Despejo de Resíduos Perigosos				R\$ 450
Nível Lote				
Inspeção (R\$ 560/inspeção)	1.000	R\$ 560	1.500	R\$ 840
Movimentação Material (R\$ 3200/pedido)	300	R\$ 960	200	R\$ 640
Serviço de suporte (R\$ 1400/setup)	1.000	R\$ 1.400	500	R\$ 700
Despejo de Resíduos Perigosos				
Relatório Meio Ambiente				
Nível Produto				
P&D / Peças Manut (R\$ 230mil/scomp.)	6	R\$ 1.380	4	R\$ 920
Relatórios Meio Ambiente				R\$ 230
Inspeções Meio Ambiente				R\$ 570
Cursos de Tratamento de Rejeitos				R\$ 1.200
Custos de despejo em aterro				R\$ 900
SUBTOTAL		R\$ 7.150		R\$ 7.950
Nível Planta				
Custos Totais de R\$ 4.400 - % de valor agregado P1 = 47,5 % e P2 = 52,5%		R\$ 2.090		R\$ 2.310
CUSTO INDIRETO TOTAL		R\$ 9.240		R\$ 10.260
Nº Unidades Produzidas		200.000		500.000
CUSTO INDIRETO UNITÁRIO TOTAL		R\$ 0,46		R\$ 2,05

Fonte: Cogan (1998. p. 123)

Tabela A2.4 - Custos de Fabricação para os Produtos P1 e P2.

A importância da utilização do custeio ABC está demonstrada no fato de que para as mesmas condições do exemplo, se fosse utilizado o custeio tradicional os valores para o produto P1 seria maior que P2 e, conseqüentemente, a apropriação dos custos ambientais seria 'rateadas' entre os dois produtos, o que não é verdadeiro - tabela A2.5. A diferença entre os métodos é evidenciada na tabela A2.6.

Custos Indiretos	Produto 1 Total	Produto 2 Total
Para o ABC		
Custo Unitário do Mat. Direto	R\$ 100,00	R\$ 80,00
Custo Unitário MOD	R\$ 60,00	R\$ 60,00
Custo Unitário Indireto	R\$ 46,20	R\$ 205,20
Custo Unitário Fabril (ABC)	R\$ 206,20	R\$ 345,20
Para Custeio Tradicional		
Custo Unitário indireto		
R\$ 19.500.000/ 750.000 MOD =		
R\$ 26/MOD (R\$ 26 x 3 h)	R\$ 78,00	R\$ 78,00
Custo Unitário do Mat. Direto	R\$ 100,00	R\$ 80,00
Custo Unitário MOD	R\$ 60,00	R\$ 60,00
Custo Unitário Fabril	R\$ 238,00	R\$ 218,00

Fonte: Cogan (1998, p. 124)

Figura A2.5 - Custeio ABC X Tradicional

	Custeio Tradicional	Custeio ABC	Percentagem
Produto 1	R\$ 238,00	R\$ 206,20	-13,36%
Produto 2	R\$ 218,00	R\$ 345,20	58,26%

Fonte: Cogan (1998, p. 125)

Tabela A2.6 - Evidenciação das diferenças entre Métodos de Custeio

COMENTÁRIOS & SUGESTÕES

Rogério Ferraz Garcia de Andrade

CONTATO: articles@rogerioferraz.com.br